



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome

Gruppo Tematico Agenti Fisici

Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08

- Parte 1: Titolo VIII Capo 1**
- Parte 2: Radiazione Solare**
- Parte 3: Microclima**
- Parte 4: Rumore**
- Parte 5: Vibrazioni**

in collaborazione con:



**INAIL – Istituto Nazionale
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro**



Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il 21/07/2021*

Presentazione

A seguito dei positivi riscontri sulle indicazioni operative del Coordinamento Tecnico delle Regioni e Province Autonome - INAIL - ISS per l'applicazione del Titolo VIII Agenti Fisici del D.Lgs. 81/08 (ultima revisione 2014), si è ritenuto opportuno aggiornarne ed ampliarne i contenuti e risolvere i più comuni quesiti che vengono proposti ai professionisti del settore, in relazione alla valutazione e prevenzione del rischio derivante da Agenti Fisici.

In tale contesto il presente documento ha l'obiettivo di fornire una serie di indicazioni operative che orientino ad una adeguata e corretta applicazione del D.Lgs. 81/08 in relazione alla prevenzione dei rischi da Agenti Fisici.

Il presente documento sostituisce il sopracitato documento in relazione alla valutazione e prevenzione dei rischi derivanti da RADIAZIONI SOLARI; MICROCLIMA; RUMORE; VIBRAZIONI.

Per quanto riguarda la valutazione e prevenzione del rischio derivante da Campi Elettromagnetici (Titolo VIII Capo IV) le Linee di Indirizzo elaborate dal Gruppo Tematico Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome in collaborazione con INAIL ed ISS sono state approvate in data 26/06/2019 e sono consultabili on line alla sezione CEM-FAQ del Portale Agenti Fisici

Al fine di agevolare la consultazione le indicazioni sono raccolte sotto forma di "FAQ" nei seguenti documenti monotematici:

Parte 1: Titolo VIII Capo I

Parte 2: Radiazione Solare

Parte 3: Microclima

Parte 4: Rumore

Parte 5: Vibrazioni

Il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome ringrazia INAIL e l'Istituto Superiore di Sanità per la proficua collaborazione istituzionale e ciascuno degli Autori del presente documento per il motivato e qualificato impegno profuso.

Auspichiamo che le indicazioni qui di seguito esposte siano favorevolmente accolte nel mondo della prevenzione con apprezzabili ricadute in termini di uniformità di comportamenti e di gestione dei rischi.

Avvertenze:

Queste Indicazioni Operative si basano su normative, linee guida, standard tecnici le cui successive modifiche determineranno nel tempo un progressivo "invecchiamento" dei riferimenti. Ciò si verificherà anche per altre informazioni, per loro natura estremamente "volatili", quali i riferimenti a siti

web. I promotori e gli autori si impegnano a provvedere a periodiche correzioni e integrazioni, ma l'intendimento operativo del testo richiede un confronto con ciò che è il quadro dei riferimenti attuali. Gli aggiornamenti che progressivamente interverranno saranno resi disponibili sul Portale Agenti Fisici (www.portaleagentifisici.it) alla sezione specifica dedicata alle FAQ oggetto del presente documento.

Il lettore è invitato a far pervenire eventuali segnalazioni o richieste di chiarimenti all'indirizzo info@portaleagentifisici.it

Legenda degli acronimi

CEM	Campi Elettromagnetici
DL	Datore di Lavoro
DVR	Documento di Valutazione dei Rischi
EQ	Esperto Qualificato AI SENSI D.lgs 230/05
EDR	Esperto di Radioprotezione ai sensi D.lgs 101/2020
IARC	International Agency for Research on Cancer
MA	Medico Autorizzato
MC	Medico Competente
NORM	Naturally Occurring Radioactive Material (materiali contenenti radionuclidi naturali in concentrazioni superiori alla media della crosta terrestre)
RLS	Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza
ROA	Radiazioni Ottiche Artificiali
RS	Radiazione Solare
R-SPP	Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione
DVR-M	Documento di Valutazione dei rischi microclima
DVR-RS	Documento di valutazione dei rischi Radiazione Solare
DVR-ROA	Documento di valutazione dei rischi Radiazioni Otiche Artificiali

INDICE GENERALE

Parte 1: Titolo VIII Capo 1

1.1	Quali sono gli agenti fisici che debbono essere considerati nell'ambito della valutazione dei rischi ex art. 28 e art. 181 del D.Lgs. 81/08 ?	5
1.2	Relativamente ai fattori di rischio ultrasuoni, infrasuoni, microclima e atmosfere iperbariche, che sono esplicitamente elencati nel campo di applicazione del Titolo VIII dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08, ma per i quali non esiste un Capo dedicato, secondo quali criteri specifici devono essere effettuate le valutazioni del rischio?	6
1.3	Relativamente al fattore di rischio radiazione solare che non è esplicitamente incluso nel campo di applicazione del Titolo VIII dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08, secondo quali modalità deve essere effettuata la valutazione del rischio?	7
1.4	La valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori alle radiazioni ionizzanti va integrata nell'ambito del documento di valutazione dei rischi? Con quali modalità?	7
1.5	Il rischio relativo alle sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti deve essere considerato nel documento di valutazione dei rischi ex art. 28 e art.181 del D.Lgs. 81/2008?	8
1.6	Quando ed in quali situazioni deve essere effettuata la valutazione del rischio Radon? come deve essere strutturato il documento di valutazione del rischio specifico?	9
1.7	Chi può effettuare le misure delle concentrazioni di Radon?	11
1.8	Quando ed in quali luoghi di lavoro deve essere effettuata la valutazione del rischio per le sorgenti di radioattività naturale (industrie NORM)?	12
1.9	Quali sono i materiali da costruzione che possono emettere radiazione gamma e rientrano nel campo della radioprotezione (titolo V del D.Lgs.101/20)?	15
1.10	Nel caso sia stato nominato, l'Esperto in Radioprotezione per le radiazioni ionizzanti, questi deve partecipare alla riunione annuale ex art.35 del D.Lgs. 81/08?	16
1.11	Cosa s'intende per "personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia"?	16
1.12	Cosa s'intende all'art. 181, comma 3, del D.Lgs. 81/08 per "giustificazione" nell'ambito della valutazione del rischio?	17
1.13	Alla luce del D.Lgs. 81/2008 come deve essere strutturato il documento di valutazione del rischio di un agente fisico e quali elementi deve contenere la relazione tecnica?	18

1.14	Qualora al termine dei quattro anni non si siano verificati mutamenti significativi nel processo lavorativo tali da rendere obsoleta la valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici, in quale modo la valutazione dei rischi deve essere aggiornata?	20
1.15	Cosa significa "disponibilità di misure" nell'ambito del periodo dell'art.182, comma 1 del D.Lgs. 81/08: "Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo."?	21
1.16	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione?	22
1.17	Quali sono gli obblighi e le indicazioni sulla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rischi da agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico?	23
1.18	Come si deve interpretare il termine "alterazione apprezzabile" riferito allo stato di salute di lavoratori esposti ad agenti fisici?	24
1.19	Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 lavoratori dal punto di vista del documento di valutazione del rischio?	24
1.20	L'armatore di una nave commerciale deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?	25
1.21	L'armatore di una nave da diporto deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?	25
1.22	Quali sono gli obblighi per i soggetti che rientrano nell'ambito di applicazione dell'art.21 del D.Lgs. 81/2008, ovvero i componenti delle imprese familiari ed i lavoratori autonomi?	25

Parte 2: Radiazione Solare

SEZIONE A <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.1	Quali sono gli effetti avversi dell'esposizione alla radiazione solare?	7
A.2	Quali sono le condizioni di maggiore suscettibilità alla radiazione solare?	13
A.3	Quale ruolo della sorveglianza sanitaria nel caso dei lavoratori esposti a radiazione solare?	15
A.4	Quali sono i criteri da seguire per l'attività di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazione solare?	16
SEZIONE B <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA</i>		
B.1	Come si effettua la valutazione dell'esposizione a Radiazione UV solare?	19
SEZIONE C <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>		
C.1	Quali sono le attività lavorative per le quali il rischio da esposizione a radiazione solare deve essere valutato?	23
C.2	Quali fonti è possibile utilizzare per la valutazione della esposizione a radiazione UV solare?	24
C.3	Quali sono i criteri da seguire nel dettaglio per la valutazione del rischio da radiazione solare?	25
C.4	Quali fattori concorrono ad incrementare il rischio espositivo?	31
SEZIONE D <i>GESTIONE DEL RISCHIO</i>		
D.1	Quali misure tecniche e organizzative adottare all'esito della valutazione del rischio da radiazione solare?	37
D.2	Quali misure di protezione individuale si devono adottare all'esito della valutazione del rischio da radiazione solare?	38
D.2.1	Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio da Radiazione UV solare?	38
D.3	Quali sono le indicazioni per gli indumenti protettivi e il copricapo?	39
D.4	È necessario fornire ai lavoratori DPI per proteggere gli occhi dall'esposizione a radiazione solare? Quali i criteri di scelta?	41
D.5	Qual è il ruolo delle creme solari per la protezione della cute foto-esposta nei lavoratori?	44
D.6	I prodotti per la disinfezione delle mani raccomandati durante la Pandemia Covid-19, possono essere utilizzati anche dai lavoratori che svolgono mansioni all'aperto?	46

D.7	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione?	47
D.8	Quali sono i contenuti della informazione/formazione?	47
D.9	L'autoesame della cute è parte integrante della prevenzione secondaria delle neoplasie a questo livello: come effettuarlo correttamente?	49
D.10	Quali indicazioni per soggetti particolarmente sensibili alla radiazione solare o che abbiano contratto patologie cutanee o oculari in quanto lavoratori outdoor?	50

SEZIONE E <i>VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI</i>		
E.1	Quali sono gli adempimenti nel caso di lavorazioni che esponano a radiazione solare, che non è esplicitamente inclusa nel campo di applicazione dell'art. 180 del D.lgs. 81/2008?	53
E.2	Gli effetti avversi sulla salute dovuti a radiazione solare sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	54
E.3	Quali sono gli adempimenti medico legali necessari in ordine all'evento malattia professionale?	59
Bibliografia		67

Parte 3: Microclima

SEZIONE A <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dovuti all'esposizione a caldo/freddo?	9
A.2	Cosa si intende con "ambiente termico moderato"?	12
A.3	Cosa si intende con "ambiente termico severo"?	12
A.4	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio microclima?	13
A.5	In quali casi e con quali modalità va attivata la sorveglianza sanitaria in relazione al rischio microclima?	15

SEZIONE B <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA E LA STIMA DEI PARAMETRI MICROCLIMATICI</i>		
B.1	Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura delle grandezze fisiche ambientali?	21
B.2	Quali criteri vanno applicati per la taratura della strumentazione di misura?	22
B.3	Come si effettua la stima dell'attività metabolica?	23
B.4	Come si effettua la stima delle quantità fisiche descrittive del vestiario?	26
B.5	Secondo quale metodologia deve essere effettuata la misura delle grandezze fisiche ambientali?	29
B.6	Quali sono il periodo dell'anno e l'orario più opportuno per eseguire una misura delle grandezze fisiche ambientali?	29
B.7	Quali fattori devono essere considerati per definire il numero di postazioni di misura e la relativa collocazione spaziale delle stesse in un ambiente termico moderabile?	30
B.8	Quale deve essere la posizione delle sonde in una postazione di misura?	31
B.9	Quale deve essere il numero di misure da eseguire in ciascuna postazione?	31
B.10	Quale deve essere la durata minima di una misura delle grandezze fisiche ambientali?	31
B.11	Quale deve essere il tempo minimo da interporre fra due misure consecutive?	32
B.12	Secondo quali criteri l'ambiente termico può essere considerato stazionario in relazione al soggetto esposto?	33
B.13	Come si procede in presenza di ambienti non stazionari?	34
B.14	Secondo quali criteri un ambiente termico può essere considerato omogeneo attorno al soggetto esposto?	36
B.15	Come si stima l'incertezza di misura?	37

SEZIONE C <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>		
C.1	In quali situazioni lavorative è necessario procedere sempre ad una valutazione dettagliata del microclima?	43
C.2	Quali strategie sono utilizzabili per la valutazione del rischio microclima?	44
C.3	Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione"?	45
C.4	E' sempre necessario effettuare misurazioni specifiche ai fini della valutazione del rischio microclima?	45
C.5	Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione del comfort (discomfort) termico?	46
C.6	Cosa s'intende con "comfort/discomfort locale" e come si valuta?	48
C.7	Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione dello stress termico da ambiente caldo?	52
C.8	Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione dello stress termico da ambiente freddo?	55
C.9	Quali sono le grandezze fisiche ambientali ed i parametri personali/soggettivi che devono essere stimati nell'ambito di una valutazione microclimatica?	58
C.10	E' possibile effettuare la media su più giorni/settimane/mesi ai fini della valutazione dei parametri di comfort/rischio associati all'ambiente termico?	61
C.11	Quali sono i co-fattori di rischio da valutare in relazione all'esposizione a microclima?	61
C.12	Come si valuta il rischio microclima in lavorazioni outdoor?	62
C.13	Esistono criteri specifici per la valutazione del microclima nei mezzi di trasporto?	63
C.14	Come si effettua la valutazione del rischio microclima per soggetti con suscettibilità individuali?	67

SEZIONE D <i>GESTIONE DEL RISCHIO</i>		
D.1	Come comportarsi all'esito della valutazione?	75
D.2	Come deve essere strutturato e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al Documento di Valutazione del rischio microclima?	78
D.3	Esistono dispositivi di protezione individuali o dispositivi ausiliari indossabili?	79

D.4	Informazione e formazione: quando e con quali contenuti? In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione?	80
D.5	Come gestire il rischio microclima per lavoratori outdoor?	82
D.6	Come gestire il rischio per lavoratori in regime di auto restrizione idrica?	85
D.7	Quali criteri per gestire l'acclimatamento?	86
D.8	Quali indicazioni operative in relazione all' insorgenza di malattie da calore sul luogo di lavoro?	88

SEZIONE E

VIGILANZA

E.1	Nell'ambito del D.Lgs. 81/2008, in ottemperanza a quali riferimenti deve essere effettuata la valutazione del microclima?	93
E.2	In quali casi è appropriato richiedere da O.V. che la valutazione va eseguita in riferimento al Titolo VIII, ed in quali in riferimento all'Allegato IV del D.Lgs. 81/2008?	94
E.3	Esistono ambienti nei quali i valori limite di accettabilità delle quantità microclimatiche sono stabiliti da legislazione specifica?	95
E.4	Esistono dei limiti di riferimento per le situazioni in cui i lavoratori passano da ambienti freddi ad ambienti caldi o viceversa?	96
E.5	Come deve essere gestito il rischio microclima nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	97

Bibliografia	99
--------------	----

Osservazioni pervenute	104
------------------------	-----

Parte 4: Rumore

SEZIONE A <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?	9
A.2	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio rumore?	12
A.3	In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?	16
A.4	Che cosa significa per il medico competente fornire "informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese ... quelle reperibili nella letteratura scientifica"?	17

SEZIONE B <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DEL RUMORE</i>		
B.1	Quali sono oggi le metodiche per fare una misurazione corretta del rumore? A quali indicazioni tecniche è utile riferirsi?	21
B.2	Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura?	21
B.3	Cos'è, come si calcola e come si tiene conto dell'incertezza delle misure ai fini della valutazione dell'esposizione e del confronto con i valori limite?	22
B.4	Quando, in presenza di attività variabili, le oscillazioni del livello giornaliero di esposizione ($L_{EX,8h}$) possono essere ritenute tali da giustificare l'uso del livello di esposizione settimanale ($L_{EX,W}$)?	23
B.5	Come presentare il dato di esposizioni molto variabili su tempi lunghi (oltre la settimana)?	23
B.6	In quali casi considerare "il livello settimanale massimo ricorrente" ai fini della valutazione dell'esposizione?	24
B.7	Come misurare il rumore impulsivo e come tenerne conto in sede di valutazione del rischio?	24

SEZIONE C <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>		
C.1	È sempre necessario effettuare la valutazione del rumore con misurazioni?	31
C.2	Che caratteristiche deve avere il personale qualificato che esegue correttamente la valutazione del rischio e le misurazioni?	31
C.3	Quali criteri per considerare "giustificabili" attività lavorative che non abbiamo lavoratori esposti al di sopra dei valori inferiori d'azione?	32
C.4	Cosa significa che la valutazione del rischio deve "tener conto..... dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore"?	33

C.5	Cosa significa che la valutazione del rischio deve tener conto "... dell'interazione fra rumore e sostanze ototossiche ... e vibrazioni"?	34
C.6	Cosa significa che la valutazione del rischio deve tener conto di "... tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento"?	35
C.7	In quali occasioni occorre tener conto del prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile il datore di lavoro	35
C.8	Con quali modalità operative si valuta l'efficienza e l'efficacia dei DPI uditivi (DPI-u) che il D.Lgs.81/2008 esplicitamente richiede all'art.193, comma 1, lettera d)?	36
C.9	Come scegliere i DPI-u in caso di esposizione a rumore impulsivo?	37
C.10	Nel caso in cui, in considerazione di livelli sonori molto elevati, si rendesse necessario l'utilizzo di 2 DPI-u contemporaneamente, come si valuta l'efficacia di tali dispositivi?	37
C.11	Nel caso di esposizioni a livelli di rischio molto variabili è necessario adottare più di un DPI-uditivo?	37
C.12	Con quali modalità operative deve essere valutato il rispetto dei valori limite di esposizione (VLE: 87 dB(A) e 140 dB(C)) tenuto conto dell'attenuazione prodotta dai DPI uditivi?	38
C.13	Per decidere la classificazione dei lavoratori nelle diverse classi di rischio è necessario che vi sia il superamento o della sola pressione acustica di picco ovvero del solo livello di esposizione giornaliero/settimanale al rumore oppure è invece necessario che siano superati entrambi?	39
C.14	Si tiene conto dell'efficacia dei DPI-u per adottare le misure di prevenzione previste per le diverse fasce di rischio?	39
C.15	Come si effettua la valutazione del rischio rumore nei cantieri temporanei o mobili?	40
C.16	Quali criteri per la valutazione del rischio in attività che comportano esposizioni molto variabili al rumore?	41
C.17	Secondo quali criteri deve essere effettuata la valutazione del rischio rumore in ambienti di lavoro ad obiettivo "comfort acustico"?	42
C.18	Quali sono i criteri da seguire per la valutazione del rischio rumore nei mezzi di trasporto?	45
C.19	Quali sono i criteri da seguire nella valutazione rischio rumore negli ambienti scolastici?	47
C.20	Quali sono i criteri da seguire nella valutazione rischio rumore nelle strutture sanitarie e nei laboratori di analisi/ricerca?	48

C.21	Quali sono i criteri da seguire nella valutazione del rischio rumore negli uffici?	50
C.22	Quali criteri per la stima preventiva dell'esposizione sonora mediante uso di banche dati ai sensi del comma 5-bis dell'art. 190 del D.Lgs. 81/08?	52

SEZIONE D <i>GESTIONE DEL RISCHIO</i>		
D.1	Alla luce delle indicazioni del D.Lgs. 81/08, Capo II, come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica?	55
D.2	Come deve essere fatto il programma delle misure tecniche e organizzative ex art.192, comma 2, del D.Lgs. 81/08 quando si superano gli 85 dB(A) / 137 dB(C)?	58
D.3	Quali sono le indicazioni su segnaletica e perimetrazione delle aree a rischio? Da che livelli sono obbligatori e/o consigliati?	58
D.4	Quali sono degli esempi di ambienti utilizzati come locali di riposo nei quali il rumore deve essere ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e con le loro condizioni di utilizzo (art.192, comma 4) del D.Lgs. 81/08? Quali criteri ai fini della valutazione dell'esposizione a rumore in detti ambienti?	59

SEZIONE E <i>VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI</i>		
E.1	Le aziende hanno obblighi di riduzione del rischio al di sotto dei valori superiori di azione (85 dB(A) / 137 dB(C))? La loro omissione può essere oggetto di sanzioni?	63
E.2	Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 occupati dal punto di vista delle documentazioni?	63
E.3	A quali obblighi debbono attenersi i datori di lavoro nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center?	63
E.4	Quando occorre fare la valutazione del rischio ed adottare le misure di prevenzione e protezione nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una ristrutturazione di un luogo di lavoro?	64
E.5	Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui livelli sonori emessi?	65
E.6	Quali sono le ricadute del rischio rumore sulla cooperazione e coordinamento con le imprese in contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione sui DUVRI?	66
E.7	Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature in relazione al rischio rumore?	67
E.8	Quali effetti avversi sulla salute dovuti al rumore sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	68

Bibliografia		71
Allegati		
Allegato 1	ELENCHI DI ATTIVITÀ E MANSIONI con livelli espositivi inferiori ai valori di azione prescritti dal D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II	73
Allegato 2	Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico	77
Allegato 3	Requisiti acustici degli ambienti ad uso ospedali, case di cura e scuole	83
Allegato 4	Requisiti acustici degli ambienti ad uso ufficio	85

Parte 5: Vibrazioni

SEZIONE A <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.0	Cosa sono le vibrazioni meccaniche?	9
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute dei lavoratori associati all'esposizione a vibrazioni trasmesse al sistema mano braccio (M/B) e al corpo intero (WBV)?	10
A.2	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV) e/o al corpo intero (WBV)?	15
A.3	È possibile verificare la sussistenza di controindicazioni specifiche all'esposizione a vibrazioni da parte del Datore di Lavoro senza ricorrere al Medico Competente?	16
A.4	Quali misure specifiche di tutela possono essere applicate per la donna in gravidanza o per altri soggetti particolarmente sensibili esposti per motivi professionali a vibrazioni meccaniche?	17
A.5	In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?	18
A.6	Quando è opportuno estendere la sorveglianza sanitaria per esposizioni inferiori ai valori di azione?	18

SEZIONE B <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DELLE VIBRAZIONI</i>		
B.1	Quali norme tecniche per la misura dell'esposizione a vibrazioni?	21
B.2	Quale strumentazione dev'essere utilizzata per le misurazioni e quali requisiti deve rispettare?	21
B.3	Con quale periodicità deve essere tarata la strumentazione di misura?	21
B.4	Come si tiene conto della variabilità della misura in relazione ai cicli di lavoro? Come devono essere scelti i cicli rappresentativi e che durata devono avere i campionamenti?	22
B.4.1	Vibrazioni trasmesse al sistema mano braccio	22
B.4.2	Vibrazioni trasmesse al corpo WBV	23
B.5	Cosa significa quanto indicato all'art. 202 comma 2 che " <i>la misurazione...resta comunque il metodo di riferimento</i> " per la determinazione dei livelli di esposizione?	24
B.5.1	Secondo quali criteri di accettabilità devono essere effettuate le misure ai fini della valutazione del rischio?	25
B.6	Esistono dosimetri per vibrazioni? Come e quando vanno utilizzati	26
B.7	Come si stima l'incertezza di misura?	27
B.8	Come tenere conto dell'incertezza di misura nel confronto con i differenti valori limite?	27

B.9	Cosa si intende per “valori limite di esposizione su periodi brevi” di cui all’art. 201 del D.Lgs. 81/2008 e quali criteri vanno utilizzati ai fini del confronto con detti valori limite?	28
-----	--	----

SEZIONE C <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>		
C.1	In quali situazioni lavorative è sempre necessario procedere ad una valutazione dettagliata del rischio vibrazioni?	31
C.2	Quali criteri per la valutazione del rischio?	34
C.3	Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la “giustificazione” secondo cui la natura e l’entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata	35
C.4	E' sempre necessario effettuare misurazioni specifiche ai fini della valutazione del rischio vibrazioni?	36
C.5	Il Capo III del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008 si applica anche alle lavorazioni manuali senza l'utilizzo di elettrotensili? Come si valuta il rischio vibrazioni nelle lavorazioni manuali che espongono singoli impatti o impulsi ripetuti (es. martellatura manuale, avvitatrici ad impulsi etc.) ?	37
C.6	Come dev’essere eseguita la valutazione del rischio vibrazioni nelle aziende che non hanno lavoratori esposti a livelli superiori al valore d’azione?	38
C.7	Come vanno usati i dati di esposizione riportati nella banca dati vibrazioni (BDV) ai fini della valutazione del rischio?	39
C.8	Ai fini della valutazione del rischio espositivo a vibrazioni quando è ammissibile ricorrere ai dati dei fabbricanti? E come devono essere utilizzati tali dati?	39
C.9	Come va calcolato il descrittore A(8) dell’esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema Mano Braccio e al corpo intero?	41
C.9.1	Vibrazioni WBV	41
C.9.2	Vibrazioni M/B	45
C.10	Come si valuta il rischio vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV) e al corpo intero (WBV) in presenza di soggetti particolarmente sensibili	46
C.11	Cosa si intende per vibrazioni impulsive e come si tiene conto della loro presenza nell’ambito della valutazione del rischio espositivo a vibrazioni?	47
C.12	In quali condizioni e come si applicano i “metodi addizionali” contenuti nella UNI ISO 2631-1 per la valutazione dell’esposizione al sistema corpo intero in presenza di vibrazioni fortemente impulsive?	49

C.13	Come si tiene conto della presenza dei cofattori di rischio ergonomici (posture, movimenti ripetuti, sovraccarico arti superiori e rachide) nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni?	50
C.14	Quali criteri per la valutazione degli effetti indiretti delle vibrazioni?	53
C.15	Quali criteri è opportuno adottare per valutare il rischio vibrazioni trasmesse al corpo interno (WBV) nei mezzi di trasporto?	54
C.16	In cosa consistono i metodi aggiuntivi per la valutazione del rischio vascolare da esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al sistema mano-braccio? Come vanno utilizzati in modo appropriato tali metodi?	56
C.17	In caso di attività a carattere stagionale, e quindi con esposizione molto variabile nei diversi mesi dell'anno, come si deve procedere alla determinazione dell'esposizione?	57
C.18	In cosa consiste l'aggiornamento della valutazione del rischio vibrazioni dopo quattro anni, nel caso in cui le condizioni espositive siano immutate? Come utilizzare a distanza di quattro anni i dati di esposizione contenuti in banca dati o dichiarati dal costruttore?	58

SEZIONE D
GESTIONE DEL RISCHIO

D.1	Cosa si intende per "personale qualificato" e quali requisiti deve avere ai fini della corretta valutazione del rischio vibrazioni?	63
D.2	Alla luce delle indicazioni del D.Lgs. 81/2008 come dev'essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto alla valutazione del rischio da vibrazioni?	63
D.3.a	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione ?	66
D.3.b	Quali sono i contenuti della informazione / formazione?	66
D.4.a	Quali interventi vanno comunque messi in atto qualora l'esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al sistema mano-braccio risulti inferiore ai valori di azione?	67
D.4b	Quali interventi vanno comunque messi in atto qualora l'esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al corpo intero risulti inferiore ai valori di azione?	68
D.5	Come comportarsi all'esito della valutazione del rischio da vibrazioni?	69
D.6a	In quali casi è richiesto che si valuti la possibilità di ridurre il rischio associato all'esposizione a vibrazioni?	70

D.6b	Quali elementi informativi devono essere presenti nel programma delle misure tecniche e organizzative ex art. 203, comma 1, del D.Lgs. 81/2008, quando si superano i valori d'azione?	70
D.7	Esistono Dispositivi di Protezione Individuale per il rischio da vibrazioni meccaniche?	71

SEZIONE E
VIGILANZA

E.1	A quali condizioni può essere concessa deroga da parte delle ASL al rispetto dei valori limite consentendo il calcolo del livello di esposizione su base settimanale (A(40)) anziché giornaliera (A(8)), come previsto dall'art.205, comma 2 del D.Lgs. 81/2008?	75
E.2	Quali sono gli obblighi dei fabbricanti di attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio da vibrazioni e all'informazione sui valori di vibrazione emessi?	76
E.3	Come deve essere gestito il rischio derivante da "vibrazioni" nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	76
E.4	Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature che emettono vibrazioni?	78
E.5	Quali degli effetti avversi sulla salute associati all'esposizione a vibrazioni sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	79

Bibliografia	81
--------------	----



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di
lavoro delle Regioni e delle Province autonome**
Gruppo Tematico Agenti Fisici

Decreto Legislativo 81/2008

TITOLO VIII CAPO I

Indicazioni operative

in collaborazione con:



INAIL – Istituto Nazionale
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro



Istituto Superiore di Sanità

Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di
Lavoro il 21/07/2021

INDICE

1.1	Quali sono gli agenti fisici che debbono essere considerati nell'ambito della valutazione dei rischi ex art. 28 e art. 181 del D.Lgs. 81/08 ?	5
1.2	Relativamente ai fattori di rischio ultrasuoni, infrasuoni, microclima e atmosfere iperbariche, che sono esplicitamente elencati nel campo di applicazione del Titolo VIII dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08, ma per i quali non esiste un Capo dedicato, secondo quali criteri specifici devono essere effettuate le valutazioni del rischio?	6
1.3	Relativamente al fattore di rischio radiazione solare che non è esplicitamente incluso nel campo di applicazione del Titolo VIII dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08, secondo quali modalità deve essere effettuata la valutazione del rischio?	7
1.4	La valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori alle radiazioni ionizzanti va integrata nell'ambito del documento di valutazione dei rischi? Con quali modalità?	7
1.5	Il rischio relativo alle sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti deve essere considerato nel documento di valutazione dei rischi ex art. 28 e art.181 del D.Lgs. 81/2008?	8
1.6	Quando ed in quali situazioni deve essere effettuata la valutazione del rischio Radon? come deve essere strutturato il documento di valutazione del rischio specifico?	9
1.7	Chi può effettuare le misure delle concentrazioni di Radon?	11
1.8	Quando ed in quali luoghi di lavoro deve essere effettuata la valutazione del rischio per le sorgenti di radioattività naturale (industrie NORM)?	12
1.9	Quali sono i materiali da costruzione che possono emettere radiazione gamma e rientrano nel campo della radioprotezione (titolo V del D.Lgs.101/20)?	15
1.10	Nel caso sia stato nominato, l'Esperto in Radioprotezione per le radiazioni ionizzanti, questi deve partecipare alla riunione annuale ex art.35 del D.Lgs. 81/08?	16
1.11	Cosa s'intende per "personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia"?	16
1.12	Cosa s'intende all'art. 181, comma 3, del D.Lgs. 81/08 per "giustificazione" nell'ambito della valutazione del rischio?	17
1.13	Alla luce del D.Lgs. 81/2008 come deve essere strutturato il documento di valutazione del rischio di un agente fisico e quali elementi deve contenere la relazione tecnica?	18

1.14	Qualora al termine dei quattro anni non si siano verificati mutamenti significativi nel processo lavorativo tali da rendere obsoleta la valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici, in quale modo la valutazione dei rischi deve essere aggiornata?	20
1.15	Cosa significa "disponibilità di misure" nell'ambito del periodo dell'art.182, comma 1 del D.Lgs. 81/08: "Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo."?	21
1.16	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione?	22
1.17	Quali sono gli obblighi e le indicazioni sulla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rischi da agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico?	23
1.18	Come si deve interpretare il termine "alterazione apprezzabile" riferito allo stato di salute di lavoratori esposti ad agenti fisici?	24
1.19	Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 lavoratori dal punto di vista del documento di valutazione del rischio?	24
1.20	L'armatore di una nave commerciale deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?	25
1.21	L'armatore di una nave da diporto deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?	25
1.22	Quali sono gli obblighi per i soggetti che rientrano nell'ambito di applicazione dell'art.21 del D.Lgs. 81/2008, ovvero i componenti delle imprese familiari ed i lavoratori autonomi?	25

1. 1 Quali sono gli agenti fisici che debbono essere considerati nell'ambito della valutazione dei rischi ex art. 28 e art. 181 del D.Lgs. 81/08 ?

La valutazione dei rischi da agenti fisici deve essere eseguita dal datore di lavoro (art. 17 comma a) secondo le modalità previste dagli articoli 28 e 29 del D.Lgs. 81/08 e deve riguardare **tutti** i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori. Lo stesso articolo 28, al comma 3, specifica che il contenuto del documento redatto al termine della valutazione dei rischi deve altresì rispettare le indicazioni specifiche contenute nei successivi titoli del decreto, che, nel caso degli agenti fisici, è il Titolo VIII. In ogni caso la finalità della valutazione del rischio deve essere sempre quella di identificare e adottare opportune misure di prevenzione e protezione, che vanno indicate all'interno del DVR.

Ciò premesso, a seconda dell'agente fisico in questione, si presentano diversi casi:

- **rumore, vibrazioni, campi elettromagnetici e radiazioni ottiche artificiali.** Sono gli agenti fisici che, elencati nel campo di applicazione del Titolo VIII, possiedono un Capo loro dedicato. In questo caso le esposizioni dei lavoratori dovranno essere valutate in conformità alle modalità e ai requisiti descritti nei rispettivi Capi;
 - **ultrasuoni, infrasuoni, microclima, atmosfere iperbariche.** Sono gli agenti fisici che, elencati nel campo di applicazione del Titolo VIII, NON possiedono un Capo specifico; per essi si applica quanto richiesto al Capo I, ossia, il datore di lavoro valuta i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione, con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi disponibili, elimina i rischi alla fonte o li riduce al minimo, pone attenzione ai lavoratori particolarmente sensibili, provvede agli obblighi di informazione e formazione, alla sorveglianza sanitaria e alla tenuta della cartella sanitaria di rischio (vedere anche FAQ 1.2).
- **radiazione solare** (radiazione ottica di origine naturale). La radiazione solare non rientra nell'ambito di applicazione del Titolo VIII, che tra le radiazioni ottiche tratta esclusivamente quelle di origine artificiale. Considerato che gli effetti sulla salute a breve e a lungo termine delle esposizioni a questo agente fisico sono scientificamente noti da tempo e, soprattutto, che la radiazione solare è inserita fin dal 1992 nel Gruppo 1 degli "agenti cancerogeni per gli esseri umani" della IARC (International Agency for Research on Cancer) la valutazione del rischio per questo agente è da considerarsi un obbligo per il datore di lavoro ai sensi del comma 1 dell'art. 28 del D.Lgs. 81/08 (vedere anche FAQ 1.3);
- **radiazioni ionizzanti.** Il recepimento della direttiva 59/2013/Euratom avvenuta con il Decreto Legislativo n.101 del 31/07/2020, ha modificato il

comma 3 dell'art. 180 del D.Lgs. 81/08 relativo alla protezione dei lavoratori dalle radiazioni ionizzanti, rimandando alle disposizioni contenute nella normativa specifica in materia, nel rispetto dei principi di cui al Titolo I del D.Lgs. 81/08 stesso. La valutazione dei rischi relativi alla esposizione a radiazioni ionizzanti, nonché la sorveglianza fisica e medica, devono essere dunque eseguite in conformità al Decreto Legislativo n. 101 del 31 luglio 2020. di recepimento della direttiva 59/2013/Euratom dal titolo " Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (20G00121)

Il Decreto introduce nel nostro Paese importanti novità in materia di prevenzione e protezione dalle radiazioni ionizzanti, adeguando la normativa vigente a quanto previsto in sede europea.

1. 2 Relativamente ai fattori di rischio ultrasuoni, infrasuoni, microclima e atmosfere iperbariche, che sono esplicitamente elencati nel campo di applicazione del Titolo VIII dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08, ma per i quali non esiste un Capo dedicato, secondo quali criteri specifici devono essere effettuate le valutazioni del rischio?

L'art. 181 comma 1 specifica che la valutazione del rischio di tutti gli agenti fisici deve essere svolta nell'ambito della valutazione dei rischi generale, di cui all'art. 28, e deve essere tale da "identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione" facendo "particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi".

Le presenti linee d'indirizzo illustrano gli specifici criteri per effettuare correttamente la valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici ultrasuoni, infrasuoni, microclima e atmosfere iperbariche, nell'ambito della propria specifica sezione.

Si suggerisce inoltre di consultare il Portale Agenti Fisici all'indirizzo in cui vengono periodicamente inseriti aggiornamenti normativi, metodologie e algoritmi di calcolo di ausilio alla valutazione del rischio, nonché possibili soluzioni per la riduzione della esposizione al rischio.

1. 3 Relativamente al fattore di rischio radiazione solare che non è esplicitamente incluso nel campo di applicazione del Titolo VIII dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08, secondo quali modalità deve essere effettuata la valutazione del rischio?

In riferimento alla valutazione del rischio di esposizione alla radiazione solare che interessa tutti i lavoratori che operano all'aperto, non si applicano le disposizioni del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 in quanto questo fattore di rischio non è incluso tra gli "agenti fisici" elencati nell'art. 180 del Titolo stesso.

La valutazione del rischio dovrà essere effettuata secondo i requisiti di cui agli articoli 28 e 29 del Titolo I ed essere eseguita secondo le norme tecniche, le linee guida e le buone prassi disponibili; al termine della valutazione il documento redatto dovrà contenere le opportune misure di prevenzione e protezione dai rischi.

I criteri specifici di valutazione e di prevenzione sono articolati nella specifica sezione di questo documento dedicata alla Radiazione Solare.

Si suggerisce inoltre di consultare il Portale Agenti Fisici all'indirizzo in cui vengono periodicamente inseriti aggiornamenti normativi, metodologie e algoritmi di calcolo di ausilio alla valutazione del rischio, nonché possibili soluzioni per la riduzione della esposizione al rischio.

1. 4 La valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori alle radiazioni ionizzanti, va integrata nell'ambito del documento di valutazione dei rischi? Con quali modalità?

Per la tutela dell'esposizione dei lavoratori alle radiazioni ionizzanti (artificiali e naturali), è in vigore il D.Lgs. 101/2020 che ha modificato l'art. 180 comma 3 del D.Lgs. 81/08 come segue: *"la protezione dei lavoratori dalle radiazioni ionizzanti è disciplinata, nel rispetto dei principi di cui al Titolo I, dalle disposizioni speciali in materia"*.

Il D.Lgs.101/20 specifica inoltre, all'art. 2 comma 4, che in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, per quanto non espressamente previsto in tema di radiazioni ionizzanti dal decreto stesso, si applica il Decreto Legislativo 81/08 .

In particolare l'art. 109 del D.Lgs. 101/20 (obblighi dei datori di lavoro, dirigenti e preposti) al comma 5 stabilisce che la relazione redatta dall'esperto di radioprotezione per la valutazione e la prevenzione dell'esposizione di lavoratori e popolazione a seguito della esecuzione della pratica radiologica, costituisce il documento di cui all'articolo 28, comma 2, lettera a), del decreto legislativo del 9 aprile 2008, n. 81, per gli aspetti relativi ai rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti ed è munita di data certa in qualsiasi

modo attestata, nel rispetto dell'articolo 28, comma 2, del decreto legislativo n. 81 del 2008.

1. 5 Il rischio relativo alle sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti deve essere considerato nel documento di valutazione dei rischi del D.Lgs. 81/2008 e smi?

Sì, come già specificato nella FAQ 1.4, la valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori alle radiazioni ionizzanti, anche di origine naturale, deve fare parte del DVR generale di cui agli articoli 17, 28 e 29 del D.Lgs. 81/08 e smi.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 101/20 sono state introdotte molte novità in tema di sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti ed affrontati vari aspetti radioprotezionistici.

Il D.Lgs. 101/20 al Titolo IV si occupa delle sorgenti di origine naturale, ed è suddiviso in:

- **Capo I:** esposizione al **radon** nei luoghi di lavoro (sezione II). Per quel che riguarda la protezione dall'esposizione **al radon negli ambienti di lavoro** sono contenute importanti **modifiche rispetto al quadro normativo precedente** (FAQ 1.6). La sezione III del capo I si occupa della protezione dell'esposizione al radon negli ambienti di vita, che rappresenta una importante novità, in quanto nel precedente decreto 230/95 era dichiarato fuori dal campo di applicazione.
- **Capo II:** pratiche che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi di origine naturale, riguarda la protezione dei lavoratori e degli individui della popolazione dall'esposizione ai radionuclidi naturali presenti nelle materie e nei residui di **"industrie NORM"** (acronimo di *Naturally Occurring Radioactive Material*: identifica quei materiali abitualmente non considerati radioattivi ma che possono contenere elevate concentrazioni di radionuclidi naturali per cui sono considerati di interesse dal punto di vista della protezione dei lavoratori e del pubblico).
- **Capo III:** attività lavorative che comportano esposizione a **radiazione cosmica**, riguarda in particolare modo la protezione del personale di navigazione.
- **Capo IV:** radiazioni gamma emesse da **materiale da costruzione**, regola gli obblighi per l'immissione sul mercato di materiali da costruzione che emettono radiazioni gamma e che devono essere considerati in termini di radioprotezione.

In accordo con quanto raccomandato dall'ICRP 103, per le situazioni di esposizione esistenti (come la protezione dal radon negli ambienti di vita e di lavoro e la protezione dell'esposizione gamma dovuta ai materiali da costruzione) lo strumento operativo per la radioprotezione è il **"livello di riferimento"** al posto del **"livello di azione"**. Il **"livello di riferimento"** è definito

come un valore di dose o di concentrazione di attività in aria (nel caso del radon) da intendere non come "soglia", ma come un valore al di sopra del quale non è opportuno che si verifichi l'esposizione (attenzione: non è un limite!), ed è necessario adottare interventi protettivi, tuttavia, in osservanza del principio di ottimizzazione, si richiede che tali interventi siano apportati **anche al di sotto di tale livello**

1. 6 Quando ed in quali situazioni deve essere effettuata la valutazione del rischio Radon? Come deve essere strutturato il documento di valutazione del rischio specifico?

La valutazione del rischio radon deve essere eseguita per tutte le attività che sono contemplate nel campo di applicazione della normativa di radioprotezione in vigore e finalizzata alla valutazione della possibile esposizione dei lavoratori e alla messa in atto delle misure di prevenzione e protezione

A differenza della normativa finora vigente (D.Lgs. 230/95 e smi), i livelli di riferimento della concentrazione media annua di attività del radon non sono riferiti esclusivamente ai luoghi di lavoro, ma anche alle abitazioni (vedi tabella 1).

Tabella1. Livelli di riferimento concentrazione media annua Radon

Tipologia locale	Concentrazione media annua (Bq m ⁻³)
Abitazioni esistenti	300
Abitazioni costruite dopo il 31/12/2024	200
Luoghi di lavoro	300

Le norme relative alla protezione dal radon nei luoghi di lavoro si applicano alle attività lavorative svolte in ambienti sotterranei, negli stabilimenti termali, nei luoghi di lavoro seminterrati e al piano terra se ubicati in aree prioritarie (opportunamente definite nell'art. 11), oppure se svolti in "specifici luoghi di lavoro" da individuare nell'ambito di quanto previsto dal Piano di Azionale Nazionale Radon.

Nei luoghi di lavoro sopra citati è richiesta la misurazione della concentrazione di radon in aria media annua.

E' da notare che anche il fattore convenzionale di conversione utile alla stima della dose efficace da radon è stato aggiornato, aumentandone il valore, alla luce della raccomandazione ICRP137.

E' demandata al Piano d'Azione Nazionale Radon la definizione di:

- specifiche attività lavorative per le quali il rischio di esposizione al lavoro deve essere oggetto di attenzione
- strumenti metodologici necessari all'assolvimento degli obblighi previsti dalla legge
- strumenti tecnici operativi (linee guida e procedure)
- strategie e criteri attraverso i quali le regioni potranno individuare le aree prioritarie: un primo criterio di identificazione è già presente nel decreto che individua come "aree prioritarie" quelle in cui in almeno il 15% degli edifici si supera il valore di riferimento opportunamente normalizzato
- misure per rendere le politiche sul radon compatibili e coerenti con quelle sul risparmio energetico o sulla *Indoor Air Quality* (IAQ) e con le politiche sul fumo di tabacco.

Il documento che viene redatto a seguito della valutazione è parte integrante del Documento di Valutazione del Rischio redatto ai sensi del D.Lgs. del 9 aprile 2008, n. 81 e smi.

Ai sensi del D.Lgs 101/2020 la relazione tecnica deve contenere le seguenti indicazioni:

- a) intestazione del servizio di dosimetria che rilascia la relazione;
- b) identificazione univoca del documento (numero o codice progressivo e data);
- c) dati anagrafici del committente (con codice fiscale o partita iva) e indirizzo;
- d) identificazione univoca del punto di misura, con l'indicazione del locale e del piano (interrato, seminterrato, piano terra, piano rialzato, ecc.);
- e) associazione univoca dei punti di misurazione con il dispositivo di misurazione;
- f) tecnica di misurazione utilizzata con eventuali riferimenti a norme nazionali o internazionali;
- g) indicazione delle date di inizio e fine campionamento di ogni dispositivo di misurazione;
- h) risultato in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per ogni punto di misurazione con l'incertezza associata;
- i) eventuali note relative ai risultati;
- j) firma del responsabile della misurazione e del responsabile del rilascio dei risultati.

La prima valutazione della concentrazione media annua di attività del Radon deve essere effettuata per i luoghi di lavoro che rientrano nell'ambito di applicazione della normativa (vedi FAQ 1.6 entro 24 mesi dall'inizio dell'attività

o dalla definizione delle aree a rischio o dalla identificazione delle specifiche tipologie nel Piano nazionale.

Cadenza delle misure:

- Ogni volta che vengono fatti degli interventi strutturali a livello di attacco a terra o di isolamento termico
- Ogni 8 anni, se il valore di concentrazione è inferiore a 300 Bq m^{-3}

Se viene superato il livello di riferimento di 300 Bq m^{-3} , entro due anni vengono adottate misure correttive per abbassare il livello sotto il valore di riferimento. L'efficacia delle misure viene valutata tramite una nuova valutazione della concentrazione. In particolare:

- A seguito di esito positivo (minore di 300 Bq m^{-3}) le misurazioni vengono ripetute ogni 4 anni.
- Se la concentrazione risultasse ancora superiore è necessario effettuare la valutazione delle dosi efficaci annue, tramite esperto di radioprotezione almeno di II grado iscritto nell'elenco del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, che rilascia apposita relazione con le modalità indicate nell'allegato II del D.Lgs. 101/20 (il livello di riferimento in questo caso è 6 mSv annui).

E' stata a tal fine istituita la figura dell' "esperto in interventi di risanamento radon", un professionista che abbia il titolo di ingegnere o architetto o geometra e formazione specifica sull'argomento attestata mediante la frequentazione di corsi di formazione o aggiornamento universitari dedicati, della durata di 60 ore, su progettazione, attuazione, gestione e controllo degli interventi correttivi per la riduzione della concentrazione del Radon negli ambienti.

1. 7 Chi può effettuare le misure delle concentrazioni di Radon?

Le misurazioni della concentrazione media annua di attività di radon in aria sono effettuate da servizi di dosimetria riconosciuti; i requisiti minimi dei servizi di dosimetria sono riportati al comma 5 dell'allegato II del D.Lgs. 101/20.

La determinazione della dose o dei ratei di dose, e delle altre grandezze tramite le quali possono essere valutati le dosi e i ratei di dose, nonché delle attività e concentrazioni di attività, volumetriche o superficiali, di radionuclidi deve essere effettuata con mezzi di misura, adeguati ai diversi tipi e qualità di radiazione, che siano muniti di certificati di taratura secondo la normativa vigente.

I soggetti che svolgono attività di servizio di dosimetria individuale e quelli di cui agli articoli 17, comma 6, 19, comma 4, e 22, comma 6, del D.Lgs. 101/20 devono essere riconosciuti idonei nell'ambito delle norme di buona tecnica da istituti previamente abilitati; nel procedimento di riconoscimento si tiene conto dei tipi di apparecchi di misura e delle metodiche impiegate. Con uno o più decreti del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con i Ministri dello sviluppo economico, dell'interno e della salute, sentiti l'ISIN, l'Istituto di metrologia primaria delle radiazioni ionizzanti e l'INAIL sono disciplinate le modalità per l'abilitazione dei predetti istituti, tenendo anche conto delle decisioni, delle raccomandazioni e degli orientamenti tecnici forniti dalla Commissione europea o da organismi internazionali. Sono considerati istituti abilitati l'ISIN e l'INAIL.

1. 8 Quando ed in quali luoghi di lavoro deve essere effettuata la valutazione del rischio per le sorgenti di radioattività naturale (industrie NORM)?

Il Capo II del Titolo IV del D.Lgs. 101/20 disciplina le "Pratiche che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi di origine naturale", le cosiddette "industrie NORM. **Nell'ambito del Titolo IV questa è forse tra le parti che hanno subito il cambiamento più importante rispetto alla normativa precedente.** Innanzitutto queste sono **già classificate come "pratiche"**, mentre prima erano "attività lavorative" che entravano nel sistema di radioprotezione solo se sussistevano determinate condizioni (superamento del livello di azione).

In altri termini le attività che ricadono nell'ambito di applicazione della norma hanno l'obbligo - entro dodici mesi dall'entrata in vigore del decreto (entro il 27 agosto 2021) o dall'inizio della pratica, di provvedere alle misurazioni delle concentrazioni di attività dei radionuclidi presenti nel ciclo produttivo e nei residui di lavorazione, avvalendosi di organismi riconosciuti. I requisiti minimi dei servizi di dosimetria sono riportati al comma 5 dell'allegato II del D.Lgs 101/20.

Nel caso in cui i risultati delle misurazioni siano superiori ai livelli di esenzione è necessaria la nomina di un Esperto di Radioprotezione almeno di II grado iscritto nell'elenco del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, che procederà all'attuazione degli adempimenti di radioprotezione prescritti per la tutela dei lavoratori.

L'articolo 22 del D.Lgs. 101/20 prevede esplicitamente che la relazione tecnica contenente gli esiti delle valutazioni effettuate dall'Esperto di Radioprotezione sia parte integrante della valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 81/08.

I settori industriali ai quali si applicano le nuove norme sono più numerosi rispetto al passato; ad esempio i cementifici, la geotermia, gli impianti per la

filtrazione delle acque di falda ecc. sono settori prima non coinvolti dalla normativa di radioprotezione. Nell'ambito dei settori industriali di cui all'allegato II (vedi Tabella II-1 del D.Lgs. 101/20), si considerano le attività che comportano:

- a) l'uso o lo stoccaggio di materiali che contengono radionuclidi di origine naturale;
- b) la produzione di residui o di effluenti che contengono radionuclidi di origine naturale.

Come sempre nel caso delle pratiche, gli strumenti di radioprotezione sono i livelli di esenzione, i livelli di allontanamento e il limite di dose. In questo caso i livelli di esenzione e di allontanamento hanno gli stessi valori: essi sono stati definiti per i lavoratori e per gli individui della popolazione sia in termini di concentrazione di attività, sia in termini di dose efficace, nell'allegato II.

Si prevede che l'esercente di tali pratiche provveda alla misurazione della concentrazione di attività sui materiali presenti nel ciclo produttivo, sui residui ed eventualmente effluenti, avvalendosi di organismi riconosciuti, i cui requisiti minimi sono riportati al comma 5 dell'allegato II del D.Lgs 101/20.

Nel caso in cui tali valori di concentrazione risultino inferiori ai livelli di esenzione in termini di concentrazione di attività, la pratica si può considerare "esente" dagli obblighi di notifica ed "uscire" dal sistema di radioprotezione, con la sola richiesta di ripetere tali misurazioni radiometriche con cadenza triennale.

Nel caso i suddetti valori siano superiori ai livelli di esenzione in termini di concentrazione di attività, è necessario valutare la dose efficace ai lavoratori e all'individuo rappresentativo: se dalle valutazioni risultano non superati i livelli di esenzione in termini di dose al lavoratore e all'individuo rappresentativo, la pratica ha una nuova opportunità per considerarsi "esente" dagli obblighi di notifica ed "uscire" dal sistema di radioprotezione, con la sola richiesta di ripetere tali valutazioni con cadenza triennale.

In caso di superamento dei livelli di esenzione in termini di dose al lavoratore e all'individuo rappresentativo si applica quanto previsto ai titoli XI e XII del D.Lgs. 101/20 inerenti rispettivamente la protezione dei lavoratori e la protezione della popolazione.

Tabella II-1 del D.lgvo 101/20 All. II- Settori industriali "NORM"

Settori industriali	Classi o tipi di pratiche
Centrali elettriche a carbone	manutenzione di caldaie
Estrazione di minerali diversi dal minerale di uranio	estrazione di granitoidi, quali graniti, sienite e ortogneiss, porfidi, tufo, pozzolana, lava, basalto
Industria dello zircone e dello zirconio	Lavorazione delle sabbie zirconifere produzione di refrattari, ceramiche, piastrelle produzione di ossido di zirconio e zirconio metallico
Lavorazione di minerali e produzione primaria di ferro	Estrazione di terre rare da monazite; estrazione di stagno; estrazione di piombo; estrazione di rame; estrazione di ferro- niobio da pirocloro; estrazione di alluminio da bauxite; lavorazione del minerale niobite-tantalite utilizzo del cloruro di potassio come additivo nella estrazione dei metalli tramite fusione
Lavorazioni di minerali fosfatici e potassici	produzione di fosforo con processo termico; produzione di acido fosforico; produzione e commercio all'ingrosso di fertilizzanti fosfatici e potassici produzione e commercio all'ingrosso di cloruro di potassio
Produzione del pigmento TiO ₂	gestione e manutenzione degli impianti di produzione del pigmento biossido di titanio
Produzione di cemento	manutenzione di forni per la produzione di clinker
Produzione di composti di torio e fabbricazione di prodotti contenenti torio	produzione di composti di torio e fabbricazione, gestione e conservazione di prodotti contenenti torio, con riferimento a elettrodi per saldatura con torio, componenti ottici contenenti torio, reticelle per lampade a gas
Produzione di energia geotermica	impianti di alta e media entalpia, con particolare riguardo alla manutenzione dell'impianto
Produzione di gas e petrolio	estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas, con particolare riguardo alla presenza e rimozione di fanghi e incrostazioni in tubazioni e contenitori
Impianti per la filtrazione delle acque di falda	gestione e manutenzione dell'impianto
Cartiere	manutenzione delle tubazioni
Lavorazioni di taglio e sabbiatura	impianti che utilizzano sabbie o minerali abrasivi

L'adozione di misure correttive e la ripetizione dello schema sopra descritto può determinare nuove condizioni. Un aspetto molto importante è l'allontanamento dei residui prodotti da industrie NORM, per i quali è stata introdotta una classificazione (altra novità molto importante) tra "esenti"

(qualora il contenuto radiologico risulti inferiore ai livelli generali di allontanamento, intesi quindi con livelli di non rilevanza radiologica) e non "esenti".

I residui "esenti" escono dal campo di applicazione del sistema di radioprotezione e necessitano di autorizzazione per essere gestiti, smaltiti nell'ambiente, riciclati o riutilizzati nel rispetto della disciplina generale delle emissioni in atmosfera o della gestione dei rifiuti di cui al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

I residui "non esenti" vanno smaltiti in discariche autorizzate, in possesso di requisiti descritte nella norma all'articolo 26 del D.Lgs. 101/20 e secondo le modalità di cui all'allegato VII del medesimo decreto.

1. 9 Quali sono i materiali da costruzione che possono emettere radiazione gamma e rientrano nel campo della radioprotezione (Titolo V del D.Lgs. 101/20)?

Questo aspetto è di nuova introduzione nel sistema regolatorio italiano.

Si riferisce ad alcune tipologie di materiali da costruzione presenti sul mercato che rientrano nel campo di applicazione della legge sulla radioprotezione poiché possono emettere radiazione gamma;

Questa normativa va ad integrare il Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione in relazione alla marcatura per la stesura della dichiarazione di prestazione. Sono adempimenti che coinvolgono il fabbricante, il mandatario, il distributore e l'importatore. Per tale situazione di esposizione esistente, il nuovo decreto fissa un livello di riferimento pari ad **1 mSv/anno**

I materiali sono elencati nell'allegato II al D.Lgs.101/20 e di seguito riportati:

1. Materiali naturali

- a. Alum-shale (cemento contenente scisti alluminosi)
- b. Materiali da costruzione o additivi di origine naturale ignea tra cui:
 - Granitoidi
 - Porfidi
 - Tufo
 - Pozzolana
 - Lava
 - Derivati dalle sabbie zirconifere

2. Materiali che incorporano residui delle industrie che lavorano materiali radioattivi naturali tra cui:

- Ceneri volanti
- Fosfogesso
- Scorie di fosforo, stagno, rame
- Fanghi rossi residui della produzione dell'alluminio
- Residui della produzione dell'acciaio

Per questi materiali che rientrano nell'elenco di cui all'allegato II del D.Lgs. 101/20, **è necessario effettuare una misura delle concentrazioni di attività di Ra-226, Th-232 e K-40**, avvalendosi di organismi riconosciuti, i cui requisiti minimi sono riportati al comma 5 dell'allegato II del D.Lgs. 101/20.

Tali valori di concentrazione di attività sono necessari alla stima dell' "Indice di concentrazione di attività – Indice I" (foglio di calcolo per Indice di concentrazione di attività – Indice I disponibile sul Portale Agenti Fisici - sezione Radiazioni Ionizzanti naturali - metodiche di valutazione del rischio).

Se il valore dell'indice di concentrazione di attività è pari o minore di 1, il materiale in esame può essere utilizzato come materiale strutturale (quindi in grandi quantità) senza che il livello di riferimento sia superato.

Se il valore dell'indice I risultasse superiore a 1, è necessaria una valutazione accurata del possibile contributo in termini di dose efficace, tenuto conto delle caratteristiche del materiale in termini di spessore e densità. Nei casi in cui il materiale è suscettibile di dare una dose superiore a 1 mSv/anno, tale materiale non può essere utilizzato per l'edilizia civile (materiale strutturale di abitazioni e di edifici a elevato fattore di occupazione) ma per scopi diversi, che vanno previsti nei codici e nei regolamenti edilizi.

La norma di radioprotezione è molto complessa e articolata, (anche ricca di molte eccezioni). In questa nota di sintesi è impossibile riportare tutti i dettagli, per cui si rimanda ad un'attenta lettura del Capo IV del D.Lgs. 101/20.

Ulteriori dettagli in merito agli organismi di misura, alle autorità a cui la documentazione va trasmessa/notificata, alle procedure autorizzative e ulteriori approfondimenti saranno disponibili sul Portale Agenti Fisici

1. 10 Nel caso sia stato nominato l'Esperto di Radioprotezione per le radiazioni ionizzanti, questi deve partecipare alla riunione annuale ex art.35 del D.Lgs. 81/08?

Sì, l'Esperto di Radioprotezione (Esperto Qualificato ai sensi della precedente normativa) deve partecipare alla riunione periodica annuale di cui all'art. 35 del D.Lgs. 81/08, e relaziona in tale occasione in merito ai risultati della sorveglianza fisica relativi all'anno precedente, come stabilito dall'art. 130 comma 10 del D.Lgs. 101/2020.

1. 11 Cosa s'intende per "personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia"?

Per la valutazione dei rischi da agenti fisici il datore di lavoro, i sensi dell'art. 181 comma 2 del D.Lgs. 81/08, deve avvalersi di "*personale qualificato*

nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia".

Il "personale qualificato" risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio da agenti fisici richiesta per la specifica attività lavorativa e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva, secondo i requisiti richiesti negli specifici Capi del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 per gli agenti fisici rumore, vibrazioni, ROA, CEM, ovvero secondo i requisiti indicati nelle specifiche sezioni delle presenti linee guida per gli altri agenti fisici (a cui si rimanda).

La dicitura "personale qualificato" definisce correntemente un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione sulla valutazione richiesta per lo specifico agente di rischio conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento. Inoltre, nei casi in cui ai fini della valutazione del rischio siano richieste competenze di misura e/o di calcolo degli agenti fisici, i datori di lavoro devono accertarsi che i fornitori di servizi dispongano delle competenze specialistiche, dell'esperienza e degli strumenti adeguati per effettuare la valutazione in maniera corretta.

In assenza di qualsiasi riferimento su durata e contenuti del corso e sui soggetti autorizzati alla valutazione e all'espressione della certificazione finale, si suggerisce di giudicare il "personale qualificato" essenzialmente sulla base:

- del curriculum: è opportuno a tal fine richiedere di documentare un curriculum specifico nel settore, comprovante la partecipazione ad almeno un corso teorico-pratico sulla valutazione richiesta per lo specifico agente di rischio, ovvero l'aver effettuato valutazioni dello specifico agente di rischio per conto di aziende/enti o istituti nel rispetto delle norme di buona tecnica e di buona prassi;
- del rispetto delle norme di buona prassi applicabili al settore specifico: apparecchiature adeguate, modalità tecniche appropriate e conformi alla buona prassi metrologica ;
- del prodotto finale: Relazione Tecnica e/o Documento di valutazione dei rischi.

Si fa presente che una generica formazione in igiene industriale non garantisce a priori le competenze necessarie per l'effettuazione delle valutazioni dei rischi di natura fisica e che per alcuni agenti di rischio fisico sono disponibili certificazioni specifiche. Maggiori dettagli sono inseriti nelle indicazioni relative ai Capi dedicati ai differenti agenti di rischio.

1. 12 Cosa s'intende all'art. 181, comma 3, del D.Lgs. 81/08 per "giustificazione" nell'ambito della valutazione del rischio?

Si definisce situazione "giustificabile" (art.181 comma 3 D.Lgs. 81/08) la condizione prevista dalla normativa generale sugli agenti fisici secondo cui il datore di lavoro può concludere il processo di valutazione del rischio anche in

una fase preliminare qualora si riscontri l'assenza di rischio, o una sua palese trascurabilità, in relazione sia agli effetti diretti che agli effetti indiretti, considerando anche i soggetti particolarmente sensibili al rischio.

Per poter definire un'esposizione lavorativa *giustificabile* questa, oltre a risultare innocua per tutte le categorie di soggetti potenzialmente esposti, inclusi i soggetti particolarmente sensibili, dovrebbe essere tale da non dare luogo nel tempo ad alcuna situazione potenzialmente pericolosa, sia in termini di effetti diretti che di effetti indiretti. Pertanto una condizione giustificabile non necessita dell'attuazione di specifiche misure di controllo e gestione del rischio. (es. procedure di manutenzione, acquisto/sostituzione attrezzature, tutela soggetti sensibili etc.)

Si fa presente che la condizione di esposizione al di sotto di un valore di riferimento normativo (come meglio specificato nelle FAQ dedicate ad ogni specifico agente di rischio) non è in genere condizione sufficiente per terminare la valutazione del rischio senza ulteriori approfondimenti.

All'interno delle specifiche sezioni del presente documento potranno essere meglio dettagliate le situazioni di giustificabilità.

1. 13 Alla luce del D.Lgs. 81/2008 come deve essere strutturato il documento di valutazione del rischio di un agente fisico e quali elementi deve contenere la relazione tecnica?

Il documento di valutazione dei rischi da agenti fisici costituisce una sezione del Documento di Valutazione di tutti i Rischi per la salute e sicurezza presenti nell'ambiente di lavoro (DVR).

La valutazione del rischio è supportata dalla Relazione Tecnica redatta dal personale qualificato (vedi FAQ 1.11, da allegare al Documento di Valutazione dei Rischi. La valutazione del rischio dovuto all'esposizione a un agente fisico deve tener conto delle sorgenti, della loro ubicazione, delle loro caratteristiche di emissione, delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro, delle condizioni di esposizione e deve riportare le mansioni o i gruppi omogenei cui il rischio è associato, nonché identificare i lavoratori esposti. Il Documento deve riportare le misure di prevenzione e protezione già in essere e indicare il programma delle misure atte a garantire nel tempo il mantenimento e miglioramento dei livelli di salute e sicurezza con le relative procedure aziendali e i ruoli dell'organizzazione che vi debbono provvedere, cui devono essere assegnati soggetti in possesso di adeguate competenze, formazione e poteri.

La valutazione del rischio va effettuata e riprogrammata almeno ogni quattro anni e ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero quando i risultati della sorveglianza sanitaria o la revisione della normativa rendano necessaria la sua revisione (Vedi FAQ 1.14)

Nel documento di valutazione del rischio di ogni agente fisico vanno indicati quanto meno i seguenti elementi:

1. data/e certa/e di effettuazione della valutazione, con o senza misurazioni, dell'agente fisico;
2. dati identificativi del personale qualificato che ha provveduto alla valutazione;
3. dati identificativi del medico competente (se ed in quanto previsto ai sensi degli artt. 41 e 185 del D.Lgs. 81/08) e del RSPP che hanno partecipato alla valutazione del rischio;
4. dati identificativi del/i RLS, o, in sua/loro assenza, dei lavoratori, consultati ai sensi dell'art. 50 comma 1, modalità della loro consultazione e informazione;
5. elenco delle mansioni e di eventuali gruppi omogenei di rischio, i lavoratori esposti.
6. i criteri utilizzati per la valutazione del rischio;
7. la Relazione Tecnica, che dovrà contenere almeno:
 - a. elenco delle sorgenti e loro principali caratteristiche correlate al rischio in esame;
 - b. planimetria con indicazione delle sorgenti e delle postazioni di lavoro;
 - c. quadro di sintesi dei lavoratori esposti all'agente fisico articolato per fasce di rischio;
 - d. individuazione e rappresentazione in planimetria delle aree aziendali a rischio;
 - e. valutazione della presenza di co-fattori di rischio potenzianti (es.: come ad esempio, nel caso di esposizione al rumore, di sostanze ototossiche, condizioni di lavoro estreme (es: ambienti severi, presenza di materiali esplosivi e/o infiammabili, condizioni di lavoro disergonomiche ...));
 - f. valutazione specifica per ogni agente di rischio, effettuata con misurazioni, calcoli, utilizzo dei dati dei fabbricanti delle attrezzature, utilizzo di database, come meglio specificato nelle sezioni dedicate;
 - g. valutazione degli effetti indiretti
 - h. valutazione dell'efficienza e dell'efficacia dei dispositivi di protezione collettivi e individuali;
 - i. delimitazione segregazione delle aree, zonizzazione, se pertinente;
 - j. valutazione dei rischi legati alla presenza di lavoratori particolarmente sensibili, alla differenza di genere, all'età, alla provenienza da altri paesi ed alla tipologia contrattuale;
 - k. identificazione delle soluzioni preventive e protettive adottabili nelle diverse situazioni di rischio presenti nei luoghi di lavoro;
8. programma delle misure organizzative, tecniche e procedurali al fine di eliminare o ridurre il rischio da esposizione all'agente fisico, con l'indicazione

della tempistica, delle modalità e delle figure aziendali preposte alla loro attuazione.

Poiché le eventuali carenze e le misure di prevenzione evidenziate nella Relazione Tecnica dal personale qualificato andranno tenute in considerazione nel Documento di valutazione del rischio, si raccomanda ai Datori di lavoro (in quanto responsabili del processo di valutazione) di esplicitare con chiarezza il mandato al personale qualificato (particolarmente se esterno) e di verificare i contenuti della prestazione.

Maggiori dettagli sono riportati nelle sezioni D delle FAQ relative agli specifici agenti di rischio.

1. 14 Qualora al termine dei quattro anni non si siano verificati mutamenti significativi nel processo lavorativo tali da rendere obsoleta la valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici, in quale modo la valutazione dei rischi deve essere aggiornata?

Secondo quanto previsto dall'art. 29 comma 2 del D.Lgs. 81/08 la valutazione dei rischi deve essere immediatamente rielaborata in occasione di modifiche del processo produttivo o dell'organizzazione del lavoro significativi ai fini della salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione al grado di evoluzione della tecnica e della disponibilità delle misure di prevenzione o protezione o a seguito di infortuni significativi o quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne evidenzino la necessità. A seguito di tale rielaborazione, le misure di prevenzione debbono essere aggiornate.

Lo stesso articolo 29 precisa anche che il documento di valutazione del rischio deve essere aggiornato entro 30 giorni dall'evento che ha generato la necessità di aggiornamento.

Per mutamenti significativi che fanno sì che il Documento di Valutazione dei Rischi debba essere aggiornato anche prima dei quattro anni si intendono, ad esempio:

- inserimento/sostituzione di macchine ed attrezzature di lavoro;
- modifiche intercorse al processo produttivo, alle modalità di lavoro o alle condizioni di funzionamento dell'attrezzatura/macchina, alle caratteristiche dei materiali in lavorazione...;
- modifica della condizione espositiva dei lavoratori;
- modifica dell'assetto del posto di lavoro;
- degrado dell'efficienza dell'attrezzatura di lavoro/macchina che possa comportare un aumento dell'esposizione al rischio;

- perdita di efficacia del dispositivo di protezione collettiva;
- risultati della sorveglianza sanitaria che rivelino una alterazione apprezzabile dello stato di salute del lavoratore correlata ai rischi lavorativi;
- revisione o modifica della normativa vigente.

Tali mutamenti dovranno essere opportunamente considerati nell'ambito della riunione periodica ex art. 35 D.Lgs. 81/08.

L'aggiornamento della valutazione del rischio **almeno ogni quattro anni** prevista dall'art. 181 comma 2 per tutti gli agenti fisici elencati al titolo VIII, anche nel caso in cui non si rilevino mutamenti significativi, ha l'obiettivo di verificare comunque e periodicamente se la valutazione del rischio e le misure preventive messe in atto siano ancora attuali; se durante i quattro anni trascorsi le misure di tutela previste siano state correttamente messe in atto, mantenute e siano state efficaci, nonché verificare se sia possibile ridurre ulteriormente il rischio espositivo mediante nuove misure tecniche /organizzative o procedurali. Ai fini della valutazione dell'efficacia del sistema di prevenzione messo in atto sarà importante analizzare gli esiti dei controlli sanitari in relazione al rischio specifico, forniti dal medico competente in forma collettiva ed anonima, eventuali incidenti o potenziali infortuni verificatisi in relazione al rischio specifico, le modalità di impiego dei DPI e dei sistemi di protezione messi in atto da parte dei lavoratori, le procedure di acquisto, manutenzione e gestione dei macchinari attuate.

Il documento di valutazione dei rischi aggiornato almeno ogni quattro anni diventa lo strumento operativo di verifica e pianificazione aziendale degli strumenti di prevenzione.

1. 15 Cosa significa “disponibilità di misure” nell’ambito dell’art.182, comma 1 del D.Lgs. 81/08: “Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.”?

Il datore di lavoro deve adottare tutte le misure idonee a prevenire sia i rischi insiti all'ambiente di lavoro, sia quelli derivanti da fattori esterni e inerenti al luogo in cui tale ambiente si trova, atteso che la sicurezza e la salute del lavoratore sono un bene di rilevanza costituzionale che impone al datore di anteporre al proprio profitto la sicurezza e la salute di chi esegue la prestazione.

La disponibilità delle misure consiste nell'effettiva disponibilità tecnica e commerciale delle misure di prevenzione e protezione presenti sul mercato e normalmente utilizzate dalle aziende dello stesso comparto per controllare il rischio alla fonte.

I capi del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 relativi ai rischi rumore, vibrazioni, campi elettromagnetici e radiazioni ottiche artificiali riportano misure e disposizioni specifiche per il rischio fisico considerato.

Per gli altri agenti di rischio fisico non dettagliati in un capo del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08, alcune tipiche misure di riduzione e controllo del rischio sono riportate nelle Linee di Indirizzo (FAQ) dedicate, nel rispetto delle misure generali di tutela previste dall'art. 15 del D.Lgs. 81/08.

Informazioni al riguardo sono inoltre reperibili sul Portale Agenti Fisici all'indirizzo <https://www.portaleagentifisici.it/> e alla Banca delle soluzioni della Regione Emilia Romagna all'indirizzo

1. 16 In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione?

In base agli artt. 36 e 37 del D.Lgs. 81/08, ai relativi Accordi Stato Regione sulla formazione, tutti i lavoratori devono essere formati in merito ai rischi della propria professione con un corso della durata di 4, 8, 12 ore a seconda della fascia di rischio cui appartiene l'azienda, in relazione al codice Ateco .

L'obbligo di informazione e formazione per gli agenti fisici viene regolamentato con articoli dedicati nel caso di:

- **rischio rumore**, limitatamente agli effetti sull'apparato uditivo, per il quale l'obbligo della informazione/formazione dei lavoratori si attiva al raggiungimento o al superamento dei valori inferiori di azione (art. 195 del D.Lgs. 81/08);
- **rischio CEM**, per il quale l'obbligo della informazione e formazione dei lavoratori si attiva al raggiungimento o al superamento dei livelli di esposizione ammessi per la popolazione e, in ogni caso, indipendentemente dal carattere professionale o meno dell'esposizione, in relazione all'utilizzo di attrezzature potenzialmente in grado di produrre effetti su lavoratori particolarmente sensibili (ad es. dotati di dispositivi medici impiantati - art. 210-bis del D.Lgs. 81/08);
- **rischio vibrazioni**, per il quale l'informazione e la formazione sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro e dei DPI, sono obbligatorie al superamento del valore di azione (art. 203 comma 1 lettera f del D.Lgs. 81/08).
- **utilizzo di dispositivi individuali di protezione (DPI)**: il datore di lavoro qualora il rischio da agente fisico non possa essere evitato, o sufficientemente ridotto, oltre a fornire ai lavoratori idonei dispositivi di protezione individuale, ha l'obbligo di informare e formare il lavoratore in merito alla loro funzione ed al loro corretto utilizzo, e, se necessario, a seconda della categoria cui appartiene il DPI stesso, assicurare anche

l'addestramento all'uso (art. 77 commi 4 e 5 del D.Lgs. 81/08).

In tutti gli altri casi, per gli altri agenti fisici, l'obbligo di informazione e formazione del personale non è subordinato al superamento di predeterminati livelli di rischio o all'impiego di DPI, quanto invece alla presenza del rischio (art. 184 del D.Lgs. 81/08) e all'impossibilità di poter "giustificare" un mancato approfondimento della valutazione dei rischi; in altre parole, l'obbligo d'informazione/ formazione del personale è subordinato alla presenza di un rischio che deve essere dimensionato per decidere se debbano adottarsi particolari misure di prevenzione e protezione, anche in relazione alla tutela dei soggetti particolarmente sensibili. Qualsiasi lavoratore che rientri in uno dei gruppi «a rischio» riconosciuti sarà così consapevole della necessità di comunicarlo ai dirigenti, per attivare, se necessario, un processo di valutazione "specifico" del rischio e di sorveglianza sanitaria.

Tale informazione è indispensabile anche per rendere consapevoli tutti i lavoratori che, qualora nel corso degli anni intervenga un possibile cambiamento nella situazione individuale che li faccia rientrare nella categoria di "*soggetto particolarmente sensibile*" per un determinato rischio, devono darne tempestiva comunicazione al datore di lavoro che provvederà all'effettuazione di una valutazione specifica di concerto con il Medico Competente.

1. 17 Quali sono gli obblighi e le indicazioni sulla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rischi da agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico?

Allo stato attuale l'obbligo di attivare la sorveglianza sanitaria nei confronti dei lavoratori esposti agli agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico all'interno del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008, scaturisce dai risultati della valutazione del rischio-specifico.

Il Medico Competente, che partecipa attivamente alla valutazione del rischio, ed è a conoscenza dei rischi presenti in azienda, dovrà tenere conto nell'effettuazione dell'attività di sorveglianza sanitaria, della presenza del rischio derivante da uno specifico agente fisico, soprattutto per quei lavoratori che, a seguito di alcune patologie preesistenti o condizioni individuali, possano risultare particolarmente sensibili allo specifico fattore di rischio, come ad esempio nel caso dell'esposizione a radiazione solare, condizioni microclimatiche critiche etc.

Con riferimento all'art. 41 del D.Lgs. 81/2008 è in ogni caso prevista la possibilità di attivare la sorveglianza sanitaria qualora il lavoratore ne faccia richiesta al Medico Competente (ove già presente in azienda), nel momento in cui il Medico Competente la ritenga correlata ai rischi lavorativi o alle condizioni di salute del lavoratore suscettibili di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta. Ciò presuppone che sia stata impartita un'efficace

informazione/formazione aziendale sugli effetti dell'esposizione allo specifico agente di rischio che ha reso consapevole il lavoratore delle condizioni di rischio residuo e di suscettibilità individuale.

Indicazioni specifiche sono contenute nelle relative sezioni dedicate.

1. 18 Come si deve interpretare il termine "alterazione apprezzabile" riferito allo stato di salute di lavoratori esposti ad agenti fisici?

Come previsto dall'articolo 185, comma 2, del D.Lgs. 81/2008, nel caso in cui la sorveglianza sanitaria mostri in un lavoratore una "alterazione apprezzabile" cioè una variazione in senso negativo dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi, il Medico Competente deve informare il lavoratore e, nel rispetto del segreto professionale (ma comunque sollecitamente), il datore di lavoro, il quale, a sua volta, deve procedere a revisionare la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione collettiva e individuale adottate tenendo conto del parere espresso dal Medico Competente.

Il legislatore richiede che si proceda ad un riesame completo del processo di valutazione in quei casi in cui il Medico Competente abbia constatato nel lavoratore alterazioni anche precoci della salute correlabili all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro.

1. 19 Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 lavoratori dal punto di vista del documento di valutazione del rischio?

La valutazione dei rischi e la conseguente elaborazione del Documento di Valutazione dei rischi costituisce un obbligo non delegabile del datore di lavoro.

Fino al 31 maggio 2013 le aziende che occupavano sino a 10 lavoratori (salvo quelle a rischio rilevante) potevano dimostrare l'avvenuta valutazione dei rischi attraverso la cosiddetta "autocertificazione".

Dal 1° giugno 2013 l'autocertificazione non è più accettata ed anche le piccole aziende dovranno possedere un DVR che analizzi tutti i rischi presenti, che indichi requisiti di sicurezza adottati e che definisca il programma degli interventi necessari a mantenere o migliorare i livelli di prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali.

Il Decreto Interministeriale del 30 novembre 2012 (G.U. n. 285 del 6/12/2012) ha però introdotto la possibilità, per le aziende che occupano fino a 50 lavoratori, di effettuare la valutazione del rischio secondo procedure standardizzate, escludendo le aziende ad alto rischio, nonché quelle in cui si svolgono attività che espongono i lavoratori a rischi chimici, biologici, da atmosfere esplosive, cancerogeni-mutageni, o connessi all'esposizione ad amianto.

Le procedure standardizzate sono presenti in allegato al Decreto cui sopra e costituiscono il modello di riferimento.

1. 20 L'armatore di una nave commerciale deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?

Sì. Con riferimento alle navi italiane civili che sono considerate dalla legislazione alla stregua di "aziende" e quindi soggette agli stessi obblighi di sicurezza, il comandante o l'armatore designato (Codice della Navigazione art. 321) in base all'art. 6, comma 1, del D.Lgs. 271/1999 e in relazione alle caratteristiche tecnico-operative dell'unità, deve valutare tutti i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori marittimi, compresi quindi i rischi derivanti dagli agenti fisici. Tale documento deve essere parte integrante della relazione tecnica dei rischi (elemento del Piano di Sicurezza) prevista dall'art. 6, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 271/99. Per le navi straniere vigono regole internazionali.

1. 21 L'armatore di una nave da diporto deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?

La risposta è Sì, se vi è a bordo equipaggio imbarcato (lavoratori subordinati)

Ai fini della normativa di riferimento va differenziato l'uso della nave da diporto.

Si individuano le seguenti casistiche:

- a) se la nave viene utilizzata per uso ricreativo e vi è a bordo un equipaggio si applica il D.Lgs. 81/08,
- b) se l'imbarcazione da diporto viene utilizzata a fini commerciali (definiti dall'art. 2 del D.Lgs. 171/05) ma tra l'equipaggio non vi è personale appartenente alla categoria dei lavoratori marittimi si applica il D.Lgs. 81/08,
- c) se l'imbarcazione da diporto viene utilizzata a fini commerciali (definiti dall'art. 2 del D.Lgs. 171/05) e tra l'equipaggio vi è personale appartenente alla categoria dei lavoratori marittimi si applica il D.Lgs. 271/99.

1. 22 Quali sono gli obblighi per i soggetti che rientrano nell'ambito di applicazione dell'art. 21 del DLgs.81/2008, ovvero i componenti delle imprese familiari ed i lavoratori autonomi?

I soggetti che rientrano nel campo di applicazione dell'art. 21 del D.Lgs. 81/08 devono:

- a) utilizzare attrezzature di lavoro in conformità alle disposizioni di cui al Titolo III;
- b) munirsi di dispositivi di protezione individuale ed utilizzarli conformemente alle disposizioni di cui al Titolo III;

c) munirsi di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le proprie generalità, qualora effettuino la loro prestazione in un luogo di lavoro nel quale si svolgano attività in regime di appalto o subappalto;

inoltre, relativamente ai rischi propri delle attività svolte e con oneri a proprio carico hanno facoltà di:

- beneficiare della sorveglianza sanitaria secondo le previsioni di cui all'articolo 41, fermi restando gli obblighi previsti da norme speciali;
- partecipare a corsi di formazione specifici in materia di salute e sicurezza sul lavoro, incentrati sui rischi propri delle attività svolte, secondo le previsioni di cui all'articolo 37, fermi restando gli obblighi previsti da norme speciali.

Si ricorda che l'art. 21 si applica ai componenti dell'impresa familiare esclusivamente esplicitati all'articolo 230-bis del Codice Civile, i lavoratori autonomi che compiono opere o servizi ai sensi dell'articolo 2222 del Codice Civile, i coltivatori diretti del fondo, i soci delle società semplici operanti nel settore agricolo, gli artigiani e i piccoli commercianti.

Le imprese e i soggetti indicati in tale articolo non sono quindi tenuti ad effettuare la valutazione dei rischi né ad effettuare la sorveglianza sanitaria, la formazione e l'informazione, misure queste che potranno invece essere richieste sulla base di accordi privati (anche se promossi da obblighi legislativi), ad es. dai committenti.

Nel caso in cui il lavoratore autonomo operi in contesti di appalto o subappalto sarà comunque soggetto agli obblighi previsti dall'art. 26 comma 3 di collaborazione nella riduzione al minimo dei rischi da interferenza; dovrà pertanto risultare condiviso dal lavoratore autonomo il documento elaborato dal datore di lavoro committente, DUVRI, o il POS /PSC nel caso di lavorazioni presso cantieri edili.

CREDITS

***Il testo è stato redatto dal Gruppo Tematico Agenti Fisici del
Coordinamento Tecnico Interregionale - INAIL - ISS***

Gruppo di lavoro Titolo VIII Capo I composto da:

Iole Pinto (Azienda USL Toscana Sud Est) con il ruolo di Coordinatrice del Gruppo Tematico Agenti Fisici

Referenti del gruppo di lavoro Titolo VIII CAPO I

Sandra Bernardelli (Azienda USL Bologna); Silvia Goldoni (Azienda USL Modena)

Lucia Bramanti (Azienda USL Toscana Nord Ovest)

Martina Grisorio (Azienda USL Torino 5)

Nicola Marisi (ASL - Regione Abruzzo);

Giovanni De Vito (Azienda Socio Sanitaria Territoriale di Lecco);

Rosaria Falsaperla (INAIL)

Laura Filosa (INAIL)

Alessandro Giomarelli (Azienda USL Toscana Sud Est)

Alessandro Polichetti (ISS)

Roberta Pozzi (ISS)

Sara Quirini (Provincia Autonoma Bolzano)

Rosabianca Trevisi (INAIL)

Si ringraziano gli esperti che hanno fattivamente contribuito alla stesura ed alla revisione del documento:

Luisa Biazzì (Università Pavia)

Riccardo Di Liberto (IRCCS Policlinico S. Matteo PV)

Referenti Regione Toscana: Giovanna Bianco, Elisabetta De Melis, Trofimen Galibardi;
Vincenzo Di Benedetto



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome
Gruppo Tematico Agenti Fisici

Decreto Legislativo 81/2008

Protezione dei lavoratori dai rischi da esposizione a RADIAZIONE SOLARE

Indicazioni operative

in collaborazione con:



**INAIL – Istituto Nazionale
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro**



Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi
di Lavoro il 21/07/2021*

INDICE

SEZIONE A <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.1	Quali sono gli effetti avversi dell'esposizione alla radiazione solare?	7
A.2	Quali sono le condizioni di maggiore suscettibilità alla radiazione solare?	13
A.3	Quale ruolo della sorveglianza sanitaria nel caso dei lavoratori esposti a radiazione solare?	15
A.4	Quali sono i criteri da seguire per l'attività di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazione solare?	16
SEZIONE B <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA</i>		
B.1	Come si effettua la valutazione dell'esposizione a Radiazione UV solare?	19
SEZIONE C VALUTAZIONE DEL RISCHIO		
C.1	Quali sono le attività lavorative per le quali il rischio da esposizione a radiazione solare deve essere valutato?	23
C.2	Quali fonti è possibile utilizzare per la valutazione della esposizione a radiazione UV solare?	24
C.3	Quali sono i criteri da seguire nel dettaglio per la valutazione del rischio da radiazione solare?	25
C.4	Quali fattori concorrono ad incrementare il rischio espositivo?	31
SEZIONE D <i>GESTIONE DEL RISCHIO</i>		
D.1	Quali misure tecniche e organizzative adottare all'esito della valutazione del rischio da radiazione solare?	37
D.2	Quali misure di protezione individuale si devono adottare all'esito della valutazione del rischio da radiazione solare?	38
D.2.1	Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio da Radiazione UV solare?	38
D.3	Quali sono le indicazioni per gli indumenti protettivi e il copricapo?	39

D.4	È necessario fornire ai lavoratori DPI per proteggere gli occhi dall'esposizione a radiazione solare? Quali i criteri di scelta?	41
D.5	Qual è il ruolo delle creme solari per la protezione della cute foto-esposta nei lavoratori?	44
D.6	I prodotti per la disinfezione delle mani raccomandati durante la Pandemia Covid-19, possono essere utilizzati anche dai lavoratori che svolgono mansioni all'aperto?	46
D.7	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione?	47
D.8	Quali sono i contenuti della informazione/formazione?	47
D.9	L'autoesame della cute è parte integrante della prevenzione secondaria delle neoplasie a questo livello: come effettuarlo correttamente?	49
D.10	Quali indicazioni per soggetti particolarmente sensibili alla radiazione solare o che abbiano contratto patologie cutanee o oculari in quanto lavoratori outdoor?	50
SEZIONE E <i>VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI</i>		
E.1	Quali sono gli adempimenti nel caso di lavorazioni che esponano a radiazione solare, che non è esplicitamente inclusa nel campo di applicazione dell'art. 180 del D.lgs. 81/2008?	53
E.2	Gli effetti avversi sulla salute dovuti a radiazione solare sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	54
E.3	Quali sono gli adempimenti medico legali necessari in ordine all'evento malattia professionale?	59
Bibliografia		67

SEZIONE A

EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA

A.1 Quali sono gli effetti avversi dell'esposizione alla radiazione solare?

Nei luoghi di lavoro che prevedono mansioni svolte all'aperto l'esposizione a Radiazione Solare (RS) costituisce un fattore di rischio per i lavoratori. Le componenti della RS che giungono sulla superficie terrestre e che hanno degli effetti per la salute dei lavoratori esposti si collocano nell'intervallo di spettro elettromagnetico della radiazione ottica che comprende le tre bande spettrali: ultravioletta (UV), visibile ed infrarossa (IR). (Figura A.1)

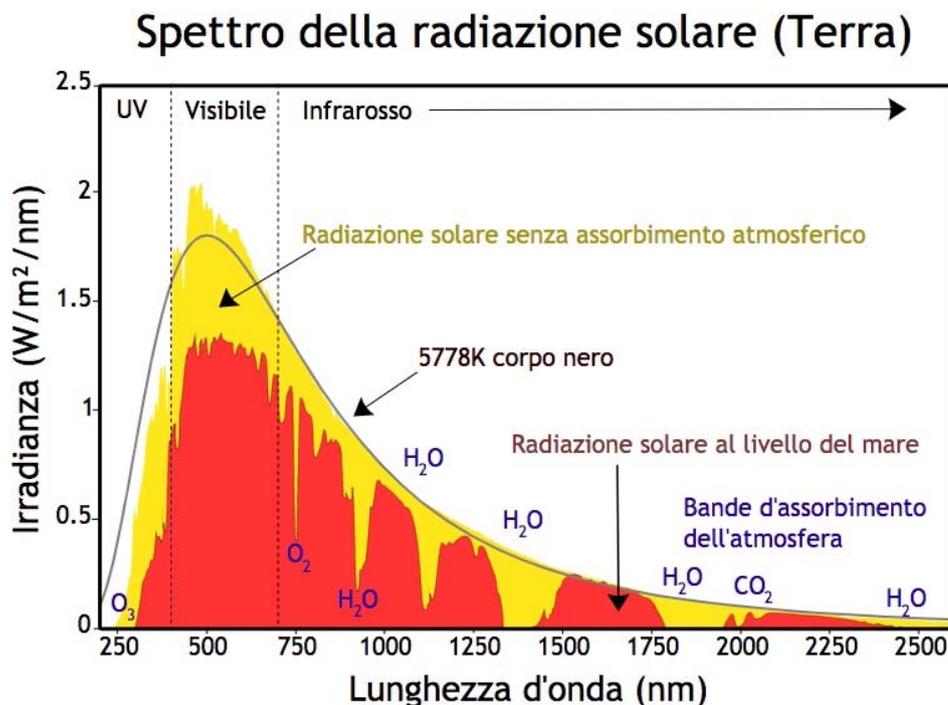


Figura A.1

La figura A.1 mostra il tipico spettro della radiazione solare per illuminazione diretta sia all'esterno dell'atmosfera terrestre che al livello del mare. Il sole produce una radiazione elettromagnetica con una distribuzione spettrale simile a quella emessa da un corpo nero a 5778 °K (5505 °C) che è approssimativamente la temperatura superficiale del sole. Nell'attraversare l'atmosfera, parte della radiazione è assorbita dai gas in specifiche bande di assorbimento. Le curve sono basate sugli spettri di riferimento dell'American Society for Testing and Materials (ASTM). Sono indicate le regioni per l'ultravioletto, il visibile e l'infrarosso.

Di tutto lo spettro solare che raggiunge la superficie terrestre, solo la porzione con lunghezza d'onda compresa tra i 380 e i 780 nanometri è in grado di produrre stimolazione retinica, e pertanto appartiene alla banda del visibile. Le

lunghezze d'onda inferiori ai 400 nm fanno parte della regione dell'ultravioletto mentre la banda dell'infrarosso parte da lunghezze d'onda superiori ai 700 nanometri. Si noti che negli intervalli 380-400 nm e 700-780 nm la banda del visibile si sovrappone, rispettivamente, con quella degli UV e con quella degli IR.

La componente ultravioletta (UV) della RS è quella che pone i maggiori rischi per la salute umana.

La radiazione UVC (100-280 nm) viene completamente assorbita nell'alta atmosfera dall'ozono e dall'ossigeno; la quasi totalità della radiazione UVB (280-315 nm), viene assorbita dall'ozono presente in stratosfera (circa l'80-90%) mentre la maggior parte della radiazione UVA (315-400 nm) riesce a passare indenne attraverso l'atmosfera. La radiazione ultravioletta che raggiunge la superficie terrestre è costituita pertanto in larga percentuale da UVA e in piccola parte da UVB.

Per quanto concerne la componente solare della radiazione infrarossa (IR), va detto che questa non è in genere di entità tale da produrre danni a carico di occhi e cute per i lavoratori outdoor, e gli effetti di natura termica dovuti alla radiazione IR sono trattati nel documento Linee di Indirizzo Coordinamento Interregionale Microclima.

Esistono inoltre altre sorgenti di radiazione ottica di origine naturale differenti dalla radiazione solare. Tra queste le uniche che possono causare esposizioni rilevanti ad IR e luce visibile per lavoratori outdoor possono essere ricondotte a sorgenti quali le colate di lava incandescente sulle pendici dei vulcani in attività eruttiva, per i lavoratori che operano nel settore delle emergenze, delle infrastrutture e della ricerca.

Gli effetti sanitari avversi riconosciuti sono prevalentemente a carico della cute e degli occhi e possono essere con insorgenza sia a breve termine (effetti acuti) che a lungo termine (effetti cronici): questi ultimi sono dovuti a esposizioni protratte anche per anni, non infrequenti nei lavoratori con mansioni all'aperto. Tra gli effetti a lungo termine va sottolineato che la radiazione solare è stata classificata già dal 1992 nel Gruppo 1¹ degli agenti cancerogeni per gli esseri umani dall'International Agency of Research on Cancer (IARC), agenzia dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) deputata alla valutazione di cancerogenicità di sostanze, agenti e circostanze di esposizione. Tale valutazione è stata riconfermata nel 2012.

Un quadro riassuntivo degli effetti della radiazione solare è il seguente.

Effetti di tipo acuto a livello della cute

- **Eritema solare**, indotto essenzialmente dalla componente UVB. Nelle forme gravi (ustioni solari) un eritema marcato può accompagnarsi a edema e flittene (ustioni gravi) nelle zone foto-esposte.
- **Induzione o esacerbazione di quadri clinici nei soggetti affetti da fotosensibilità (fotodermatosi)** con reazioni in genere eritematose o maculo-papulari. Sono coinvolte le bande UVB e UVA, ma per alcune rare forme di fotodermatosi (ad esempio nell'orticaria solare) anche la radiazione visibile.
- **Fotodermatiti da agenti fototossici.** Sono determinate dalla azione combinata della radiazione solare e di molecole con particolari caratteristiche chimiche (agenti fototossici). Affinché la reazione avvenga è necessario che l'esposizione ai due fattori sia contemporanea, che la radiazione posseda la lunghezza d'onda idonea ad attivare la sostanza e che la quantità di energia elettromagnetica (cioè la dose della radiazione) sia sufficiente. **Gli agenti fototossici** possono raggiungere la cute (ma potenzialmente anche l'occhio) per contatto (come avviene ad esempio per gli psoraleni, presenti in numerosi vegetali, per i derivati del catrame e per alcuni farmaci topici come prometazina e clorpromazina) o per via sistemica entero-parenterale, ossia dopo l'ingestione o l'entrata in circolo: è il caso della maggior parte dei farmaci *attivi per assorbimento* (come sulfamidici e tetracicline). Le molecole dotate di fototossicità sono in grado di assorbire la radiazione luminosa secondo uno spettro loro proprio e gli effetti biologici a livello cellulare si traducono in danni nucleari, di membrana, degli organuli citoplasmatici ed in alterazione della sintesi di macromolecole. La banda spettrale più efficace nell'indurre reazioni di fototossicità è data dalla componente UVA, seguita dall'UVB. Tuttavia, per alcune sostanze fototossiche (ad esempio le porfirine) è sufficiente l'esposizione della cute alla radiazione visibile. La comparsa delle lesioni nelle fotodermatiti da fototossici raramente è immediata, più frequentemente compare a distanza di 12-48 ore dall'esposizione solare. Le lesioni cutanee sostanzialmente rappresentate da chiazze eritematose, eritemato-orticarioidi, papulose interessano diffusamente le aree fotoesposte del volto e del collo con caratteristico risparmio della regione sottomentoniera, retroauricolare e palpebrale superiore, ma possono interessare anche le aree fotoesposte del torace, degli avambracci e delle gambe con limiti netti rispetto alle parti coperte, nonché il dorso delle mani.
- **Dermatiti foto allergiche da contatto.** L'eczema o dermatite fotoallergica da contatto è determinato dall'azione combinata dell'esposizione a sostanze chimiche ("**fotoapteni**") e alla radiazione solare, ma talora anche artificiale. Il meccanismo patogenetico che ne è alla base è rappresentato da una reazione allergica di tipo ritardato o cellulo-mediato (Ipersensibilità di Tipo

IV secondo Gell e Coombs), del tutto analoga a quella operante nell'eczema allergico da contatto non fotomediato, ma è necessario uno stimolo luminoso che attivi il "fotoaptene". Il fotoaptene è un proaptene o aptene primario che la fotostimolazione trasforma in un metabolita stabile (aptene secondario) in grado di legarsi ad una proteina, dando vita all'antigene completo capace di stimolare la reazione cellulo-mediata. Anche in tal caso la banda spettrale implicata è soprattutto l'UVA. Sono numerose le sostanze che possono causare eczema fotoallergico da contatto, tra questi i farmaci antiflogistici non steroidei per uso topico (in particolare il ketoprofene), i derivati dell'acido para-aminobenzoico, i cinnamati, i profumi (la maggior parte delle segnalazioni riguardano il muschio ambretta ed altri muschi sintetici, il balsamo del Perù e l'olio di bergamotto). Le lesioni cutanee sono classicamente di tipo eczematoso ed interessano le aree foto esposte in particolare, volto, collo, regione nucale, dorso delle mani, superficie estensoria degli arti. Costantemente risparmiate la regione sottomentoniera, palpebrale superiore e retroauricolare, le pieghe del gomito ed i cavi poplitei. Caratteristico dell'eczema fotoallergico è tuttavia l'estendersi delle lesioni anche da aree non direttamente foto esposte (importante criterio di differenziazione rispetto alle dermatiti da agenti fototossici). La diagnostica di queste forma si avvale fondamentalmente del fotopatch test.

Gli agenti fototossici ed i fotoapteni sono molto numerosi (si veda al riguardo la FAQ C.4), ma quelli più frequentemente coinvolti sono alcune categorie di farmaci e alcuni tipi di piante. Alcuni agenti hanno potenziale solo fototossico, altri solo fotoallergico, altri ancora sia fototossico che foto allergico (es. derivati fenotiazinici quali prometazina e clorpromazina).

- **Immunosoppressione.** L'esposizione alla componente UVB e, in minor misura, UVA della RS può tradursi nella soppressione a livello locale dell'immunità acquisita. L'effetto immunosoppressivo UV-indotto può riattivare infezioni virali latenti, ad esempio *herpes simplex*.

Effetti a lungo termine a livello della cute

- **Cancerogenicità.** La RS è un cancerogeno certo per l'uomo (gruppo 1 IARC). Può infatti causare sia carcinomi (ovvero epitelomi) baso-cellulari (BCC) e squamo-cellulari (SCC) sia il melanoma maligno (MM). La componente spettrale più attiva è l'UVB, ma anche alla componente UVA è riconosciuta azione cancerogena: la IARC classifica infatti come cancerogeni per l'uomo non solo la radiazione solare nel suo insieme, ma anche l'intero spettro della radiazione ultravioletta, che include le bande spettrali UVC, UVB

e UVA. La RS può inoltre causare lesioni preneoplastiche quali le cheratosi attiniche, una parte delle quali può evolvere in carcinomi squamocellulari.

- **Fotoinvecchiamento.** È legato soprattutto all'esposizione cumulativa alla radiazione UVA solare, con un ruolo importante anche per l'UVB. Si sovrappone al normale invecchiamento fisiologico della cute, interessa non solo l'epidermide ma soprattutto il derma e può dare origine a quadri differenti e con diversa gradazione (valutabili mediante l'indice di Glogau, una classificazione sistematica tra le più utilizzate dei tipi di pazienti con fotoinvecchiamento della cute che prevede 4 classi in base al grado di rugosità e di altre modificazioni presenti nella cute).

Effetti di tipo acuto a livello dell'occhio

Le lesioni si possono determinare o per osservazione diretta della luce solare o per esposizione a superfici fortemente riflettenti come distese di neve, di ghiaccio, di acqua, di sabbia chiara, ampie superfici marmoree o metalliche o altri materiali da costruzione. A carico della **superficie oculare** possono manifestarsi **fotocongiuntivite**, per interessamento della membrana congiuntivale esposta, o **fotocheratite** per il coinvolgimento della cornea; più frequentemente risultano colpite entrambe le strutture (**fotocheratocongiuntivite**) in grado variabile a seconda dell'intensità della radiazione incidente e della durata dell'esposizione alla stessa. I sintomi di tali eventi acuti sono rappresentati da irritazione, lacrimazione, sensazione di corpo estraneo, dolore; il trattamento farmacologico locale consente la regressione del quadro clinico in 3-7 giorni in assenza di esiti anatomo-funzionali permanenti. Tuttavia la reiterazione di tali eventi può favorire lesioni croniche cherato-congiuntivali successivamente illustrate. A livello retinico il quadro clinico acuto è quello della **maculopatia fototossica** (interessa la macula, area centrale della retina deputata alla visione distinta) correlata perlopiù ad **osservazione diretta della luce solare** (es.: eclissi solare). È attribuita alla componente più energetica dello spettro visibile (luce blu-violetta) e può causare danni funzionali transitori ma anche permanenti ed inemendabili (riduzione dell'acutezza visiva, alterazione della percezione cromatica).

Le attività lavorative outdoor nelle quali più frequentemente si possono verificare questi quadri clinici sono quelle espletate in alta montagna, sulla neve o sui ghiacciai (*oftalmia nivalis*), come pure quelle della navigazione e della pesca, nelle cave di marmo e nell'edilizia.

Effetti di tipo cronico a livello dell'occhio

- **Pinguecola.** Si tratta di una formazione degenerativa di natura non tumorale che si forma a livello della congiuntiva e che appare come una piccola escrescenza generalmente di colore giallastro leggermente rialzata. Di solito interessa la sclera ed è localizzata nelle porzioni nasali e temporali della periferia corneale. Di rado richiede un trattamento, a meno che la lesione non si infiammi e causi gonfiore, dolore o secchezza, nel qual caso è previsto l'utilizzo di farmaci antiinfiammatori e/o di lacrime artificiali.
- **Pterigio.** Alterazione degenerativa del margine corneo sclerale più spesso localizzata al lato nasale; ha forma triangolare a base esterna ed apice che progressivamente si estende sulla cornea opacizzandola e deformandone la curvatura (astigmatismo). Può essere monolaterale o bilaterale, ma solitamente con esordio asincrono; più raramente può interessare sia il lato nasale che quello temporale. Il trattamento è chirurgico e non infrequenti sono le recidive.
- **Cataratta.** L'esposizione cronica (anni) alla RS può associarsi all'insorgenza di cataratta, di tipo soprattutto corticale, e, meno frequentemente, nucleare. In questo caso il ruolo eziologico si ritiene svolto in particolare dalla radiazione UVA e in parte dai raggi UVB. Questi meccanismi sono comuni anche alla cataratta senile tuttavia nel caso di esposizione professionale i fisiologici fenomeni degenerativi che determinano lo sviluppo della cataratta senile vengono accelerati comportando l'insorgenza dell'opacità del cristallino nelle fasce di età più giovani (cataratta presenile).
- **Tumori oculari.** Comprendono i rarissimi carcinomi squamo-cellulari della cornea e della congiuntiva (equivalenti a livello delle cellule epiteliali della superficie oculare del carcinoma squamocellulare della cute), per i quali l'associazione con l'esposizione cronica ad UV solari è dimostrata, ed il melanoma oculare. È importante distinguere il melanoma della congiuntiva dal melanoma della coroide (o uveale); il primo ha origine dalle cellule melanocitarie della congiuntiva (derivazione ectodermica come la cute), è estremamente raro (0,1 casi/anno/milione di abitanti) ed è dimostrata una correlazione con l'esposizione a RS (UVA) analogamente al melanoma cutaneo. Il secondo origina da cellule pigmentate della coroide (derivazione mesodermica) ha incidenza pari a 5-10 casi/anno/milione di ab e per esso NON è chiaramente dimostrata la correlazione con esposizione a RS.

La IARC nella monografia specifica sulle Radiazioni 100D del 2012 sulla base delle evidenze disponibili conclude che c'è limitata evidenza di cancerogenicità per melanoma oculare ed esposizione a radiazione solare².

Si ritiene opportuno specificare che tale evidenza scientifica sia da riferirsi al melanoma della coroide e a tutti i melanomi interessanti il bulbo oculare.

- **Degenerazione maculare legata all'età.** Il dato epidemiologico suggerisce un'associazione tra esposizione cronica (anni) alla RS e lesioni a livello della retina, soprattutto per quanto riguarda la macula, che vengono attribuite alla componente più energetica dello spettro visibile (luce blu-violetta) e/o alla residua componente UVA (meno dell'1% in età adulta) che raggiunge la retina, ma anche in questo caso non è stata ancora dimostrata una forte relazione causale.

Effetti di tipo indiretto

L'esposizione alla RS può inoltre avere **effetti indiretti**. Il principale è rappresentato dall'**abbagliamento** dovuto alla componente visibile. Quest'ultimo, che deriva essenzialmente dalla riflessione della luce solare da parte di superfici lisce e altamente riflettenti (quali molte superfici metalliche), può essere semplicemente fastidioso (abbagliamento fastidioso) o inibire temporaneamente la funzione visiva (abbagliamento inabilitante) che può condurre, in alcune condizioni, ad un-aumento del rischio di infortuni.

Anche le **reazioni di fotosensibilizzazione** possono essere incluse tra gli effetti indiretti essendo dovute non all'azione diretta della radiazione sul tessuto, ma alla presenza di una sostanza che viene foto-attivata (Vedi FAQ C4).

A.2 Quali sono le condizioni di maggiore suscettibilità alla radiazione solare?

Un importante fattore di rischio per i tumori della cute è quello strettamente correlato alla sensibilità individuale alla radiazione UV. Il fototipo di ogni individuo riassume in sé alcune caratteristiche individuali che possono determinare un rischio minore o maggiore.

Diverse sono le sfumature di colore della cute, da cui dipende il grado di protezione naturale dai raggi del sole cui si associa inoltre la capacità o meno di abbronzarsi o di scottarsi: questi sono gli elementi costitutivi alla base della classificazione schematica (inizialmente proposta da Fitzpatrick) abitualmente utilizzata in ambito clinico (ma considerata anche in quello epidemiologico) che ha identificato sei diversi fototipi, basati sulla pigmentazione della cute, sulla capacità di abbronzatura e sulla rapidità con cui si manifesta una scottatura solare. I fototipi 1 e 2, rappresentativi di una cute molto chiara, sono i più sensibili ai danni UV sia per gli effetti acuti che a lungo termine, ma

il rischio derivante da esposizione a UV è comunque da considerarsi per tutti i fototipi.

Il tipo di cute è spesso associato al colore degli occhi e dei capelli indicando in linea di massima un corrispondente fototipo nella classificazione, ma questi due elementi non sempre concordano perché molti individui, pur avendo occhi e capelli scuri, hanno una cute molto chiara e sensibile; viceversa altri sono biondi naturali, ma con una cute capace di abbronzarsi anche intensamente. In questi ultimi casi il riferimento è alle caratteristiche della cute.

In figura A.2.1 viene presentato lo schema dei diversi fototipi così come sono stati definiti dallo schema di Fitzpatrick riadattato dal SunSmart Victoria. Bisogna comunque tenere presente che tutti i tipi di cute possono essere danneggiati, ma che i soggetti con cute più chiara sono a maggior rischio.

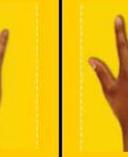
Colore della cute	Molto chiara, lattea spesso con lentiggini	Cute chiara/ rosata	Abbastanza chiara	Moderatamente Scura/olivastra	Scura	Cute molto pigmentata molto scura
						
Sensibilità e tendenza a bruciarsi	Altamente sensibile Si scotta sempre Non si abbronzano mai	Molto sensibile Si scotta facilmente. Si abbronzano poco	Sensibile. Si scotta con moderazione. Usualmente si abbronzano	Poco sensibile. Si scotta raramente Si abbronzano	Minimamente sensibile Raramente si scotta	Minimamente Sensibile Raramente si scotta
Rischio di tumore della pelle	Rischio di tumore della pelle molto elevato	Alto rischio di tumore della pelle	Alto rischio di tumore della pelle	A rischio di tumore della pelle	I tumori della pelle sono relativamente rari, ma quelli che si presentano sono spesso diagnosticati in ritardo ad uno stadio avanzato	I tumori della pelle sono relativamente rari, ma quelli che si presentano sono spesso diagnosticati in ritardo ad uno stadio avanzato

Figura A.2.1

Schema di Fototipo modificata ed adattata da SunSmart Victoria (2011) usando la classificazione proposta da Fitzpatrick (1975) (<https://www.sunsmart.com.au/skin-cancer/risk-factors#skin-types>).

Ulteriori approfondimenti sulle condizioni di suscettibilità alla RS sono riportati alla FAQ C.4

A.3 Quale ruolo della sorveglianza sanitaria nel caso dei lavoratori esposti a radiazione solare?

Per sorveglianza sanitaria (SS) si intende l'insieme degli atti medici di prevenzione atti a verificare la compatibilità tra la salute dei lavoratori e la esposizione ad un agente di rischio e la conseguente idoneità alla mansione specifica, la permanenza nel tempo delle condizioni di salute del lavoratore, la valutazione dell'efficacia delle misure di prevenzione messe in atto, il rafforzamento della *compliance* su misure e comportamenti corretti. La sorveglianza sanitaria permette anche di monitorare i lavoratori al fine di evidenziare eventuali disturbi/danni alla salute dovuti all'attività lavorativa in modo da intervenire precocemente. Ciò assume particolare rilevanza ai fini della possibilità di diagnosi precoce di tumori a carico di cute ed occhi, che generalmente non è possibile nel caso dei cancerogeni che hanno come bersaglio gli organi interni.

La SS consente inoltre di valutare l'opportunità di sottoporsi ad esami periodici anche successivamente alla cessazione delle attività lavorative.

Nel caso della Radiazione Solare, quando il processo di valutazione del rischio evidenzia una esposizione abituale o prevedibile del lavoratore nell'ambito delle mansioni espletate, deve essere predisposta la sorveglianza sanitaria con visita medica preventiva, per verificare al momento dell'ingresso al lavoro la presenza di fattori di rischio (vedi FAQ C.3), costituzionali o acquisiti, e successivamente periodica, con cadenza biennale o più frequente a seconda della valutazione del rischio individuale che lo stesso medico competente stabilirà nel proprio protocollo sanitario.

La sorveglianza sanitaria deve essere mirata agli organi bersaglio della Radiazione UV, quindi cute ed apparato oculare (FAQ A.1). Tra gli obiettivi prioritari, trattandosi di un cancerogeno certo, vi è quello di evidenziare eventuali lesioni precancerose e/o cancerose *nella fase il più iniziale possibile* in modo da intervenire precocemente con *con gli atti medici dovuti*), inclusi gli adempimenti medico legali del caso.

Si ricorda infatti che il sistema sociale assicurativo sul lavoro italiano (INAIL) dal 2008 considera malattie professionali per i lavoratori dell'industria e dell'agricoltura i danni per la cute, neoplastici e non, da radiazione solare con la formula della presunzione di origine cioè senza necessità di dimostrazione dell'evento lesivo da parte del lavoratore (FAQ E.2).

A.4 Quali sono i criteri da seguire per l'attività di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazione solare?

Il medico competente aziendale (MC) in sede di prima visita farà un'anamnesi specifica particolarmente dettagliata per quanto attiene a eventuali patologie oculari del lavoratore o familiari e a fattori di rischio per le neoplasie cutanee (fototipo, fenotipo, familiarità, pregressi tumori della cute, numero e tipo di nevi) e al rilievo di altre condizioni di particolare suscettibilità per gli organi bersaglio.

L'esame obiettivo completo della cute è necessario per valutare la presenza di alcuni fattori di rischio individuali ed eventuali lesioni precancerose o francamente maligne. L'esame della cute sarà mirato infatti alla valutazione dei nevi, degli elementi di foto-invecchiamento precoce o di lesioni sospette, con particolare attenzione alle sedi fotoesposte.

Tale valutazione sarà riportata nella cartella sanitaria e di rischio, e rivalutata nel corso delle visite mediche periodiche dal medico competente che ne effettuerà il monitoraggio e/o vi annoterà la comparsa di eventuali modifiche dalla situazione iniziale. **In caso di lesione sospetta o di nuova comparsa rispetto al progresso**, il MC si avvarrà della consulenza degli specialisti di riferimento.

Nell'ambito della visita è importante fare educazione sanitaria fornendo tutte le informazioni necessarie su comportamenti a rischio sia sul lavoro che fuori dell'ambito lavorativo e sulla pratica dell'auto-esame della cute.

Nel caso di fattori di rischio oculari in relazioni a patologie note o familiari, il MC dovrà poter acquisire un parere specialistico sia per obiettivare la situazione clinica al tempo zero, soprattutto per una ottimale pianificazione del follow-up come pure per valutare eventuali evolutività.

SEZIONE B

METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA

B.1 Come si effettua la valutazione dell'esposizione a Radiazione UV solare?

Ai fini protezionistici per quantificare il rischio di insorgenza di danno per patologie foto-indotte della pelle, viene utilizzata l'Esposizione Radiante Efficace o Dose efficace, H_{eff} , ottenuta dall'integrale nel tempo dell'irradianza efficace ottenuta a sua volta ponderando l'irradianza spettrale con uno spettro d'azione relativo al rischio di induzione dell'eritema.

Lo spettro di azione per induzione di eritema è stato standardizzato dalla CIE (Commission International d'Eclairage).

La dose minima per induzione di eritema dipende dal fototipo del soggetto esposto. Per soggetti caucasici debolmente pigmentati (fototipo 2) tale dose è nell'intervallo 60 - 300 J_{eff}/m^2 .

È comunque sempre da tenere in considerazione che detti valori sono del tutto orientativi, e possono variare per la cute di uno stesso soggetto, in relazione ad esempio a lesioni, cicatrici, pregresse scottature che ne alterano localmente la fotosensibilità.

Non è abitualmente necessario ai fini della valutazione del rischio UV, e della attuazione delle appropriate misure di prevenzione e protezione, ricorrere all'effettuazione di misurazioni dell'irradianza efficace della radiazione UV solare. Come riportato alla sezione C la valutazione dell'esposizione alla radiazione ultravioletta solare può infatti essere effettuata in maniera semplice a partire dall'**UV index** (indice UV). (Vedi FAQ C.2).

Sono disponibili in commercio rilevatori portatili dotati di sensore (tipicamente fotodiode) in grado di misurare l'irradianza efficace della radiazione ultravioletta (UVA e UVB). Sono in genere denominati "dosimetri" in quanto sulla base di valori di irradianza misurati e registrati forniscono il valore di esposizione radiante (irradianza efficace integrata nel tempo – detta dose UV). È da specificare in merito che non esistono al momento criteri e standard metrologici di riferimento per i dosimetri UV, e il controllo della correttezza della risposta è a carico del misuratore.

La curva di sensibilità del sensore può cambiare nel tempo e portare ad errori di misura molto elevati, se il sistema non è controllato e tarato rigorosamente. La misurazione delle radiazioni UV sul posto di lavoro è in genere costosa, complessa e richiede personale altamente specializzato. Il costo della misura è solo in minima parte imputabile al costo intrinseco dello strumento di misura, ma è dovuto soprattutto alla complessità del controllo della correttezza dei dati acquisiti e della corretta calibrazione, acquisizione ed elaborazione delle misure. Qualora ciò non sia realizzato le misure possono essere affette da incertezze elevate e non quantificabili, e pertanto non affidabili ai fini della valutazione del rischio e della tutela dei lavoratori.

SEZIONE C

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

C.1 Quali sono le attività lavorative per le quali il rischio da esposizione a radiazione solare deve essere valutato?

La valutazione del rischio nel caso di esposizione a radiazione solare deve essere effettuata per tutte le attività lavorative che richiedono che il lavoratore trascorra una parte significativa del turno o della giornata lavorativa all'aperto.

Si riporta nel seguito un prospetto, non esaustivo, delle tipologie/categorie di lavoratori/attività che comportano l'esposizione non occasionale alla radiazione solare, distinte in base alla graduazione del rischio (Tabelle C.1 A e C.1 B).

Tabella C.1 A) Attività che possono comportare ELEVATO rischio di esposizione a radiazione solare

Lavorazioni agricolo/forestali	Floricultura - Giardinaggio	Addetti alla balneazione e ad Altre attività su spiaggia o a bordo piscina
Edilizia e Cantieristica Stradale/ferroviaria/navale	Lavorazioni in cave e miniere a cielo aperto	Pesca e lavori a bordo di imbarcazioni, ormeggiatori, attività portuali
Addetti di piazzale movimentazione merci in varie tipologie lavorative (compresi addetti di scalo aeroportuali)	Addetti alle attività di ricerca e stoccaggio idrocarburi liquidi e gassosi nel territorio, nel mare e nelle piattaforme continentali	Maestri di sci o addetti impianti di risalita Altri istruttori di sport all'aperto

Tabella C.1 B) Attività che possono comportare rischio di esposizione a radiazione solare

Parcheggiatori	Operatori ecologici/netturbini	Addetti agli automezzi per la movimentazione di terra
Rifornimento carburante: stradale/aero-portuale	Portalettere/recapito spedizioni Conducente di taxi, autobus, autocarri etc.	Polizia municipale/Forze ordine/Militari con mansioni all'aperto
Addetti alla ristorazione all'aperto, venditori ambulanti	Operatori di eventi all'aperto Manutenzioni piscine	Manutenzione linee elettriche ed idrauliche esterne

Possono essere identificate inoltre alcune categorie di lavoratori, quali conducenti di veicoli, piloti e lavoratori che, pur operando in condizioni assimilabili ad un ambiente al chiuso possono comunque risultare esposti alla radiazione solare attraverso barriere quali vetri o polimeri trasparenti. Questi ultimi filtrano in modo efficace la componente UVB dello spettro solare, ma

lasciano passare una quota abbastanza rilevante di UVA, oltre naturalmente alla radiazione visibile e infrarossa vicina.

C.2 Quali fonti è possibile utilizzare per la valutazione della esposizione a radiazione UV solare?

La valutazione dell'esposizione alla radiazione ultravioletta solare può essere effettuata in maniera semplice a partire dall'**UV index** (indice UV). Si tratta di una grandezza scalare utilizzata come unità di misura dell'intensità della radiazione solare UV che giunge al suolo. La sua definizione è stata standardizzata e pubblicata dalla *Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)*, dal *World Meteorological Organization (WMO)*, dallo *United Nations Environment Programme (UNEP)* e dalla *International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*.

Rappresenta il valore numerico del prodotto dell'irradianza efficace, valutata sul piano orizzontale, espressa in (W/m²), moltiplicata per 40.

Ad esempio, un'irradianza efficace di 0.1 W/m² corrisponde ad un *UV index* pari a 4. Un'unità di *UV index* è di conseguenza pari a 0,025 W/m² di irradianza efficace, che per esposizioni pari a 1 ora (3.600 s) si traduce in un'esposizione radiante di 90 J_{eff}/m².

La scala dell'indice UV viene espressa, per convenzione, da un minimo di 1 ad un massimo di 11+: più è alto il valore di *UV index* maggiore è l'intensità degli UV. Si fa presente che la notazione UV index "11+" si riferisce, ai fini della comunicazione del rischio, a tutti i valori UV index uguali o maggiori di 11. Data la sua immediatezza, l'*UV index* è raccomandato come mezzo per trasmettere rapidamente al pubblico la presenza di rischi per la salute derivanti dalla esposizione alla radiazione UV e per informare la popolazione sulle misure di protezione da adottare. In tabella C.2 si riportano i pittogrammi adottati dall'OMS per valori crescenti dell'*UV index*, correlati a livelli di rischio crescente.

Tabella C.2. Classificazione dell'UV index massimo giornaliero in funzione del livello di rischio

1-2 Basso	3-5 Moderato	6-7 Alto	8-10 Molto Alto	11 + Estremo
				

L'*UV index* massimo giornaliero è facilmente ottenibile in rete, essendo molto spesso fornito in associazione con i dati meteo. L'impiego dell'*UV index* ai fini della valutazione dell'esposizione occupazionale a UV solare richiede però che i valori siano corretti per fattori moltiplicativi che tengano conto delle caratteristiche di riflessione (albedo) dell'ambiente immediatamente circostante il lavoratore.

Sul Portale Agenti Fisici (PAF) di Regione Toscana – INAIL sotto la voce "Radiazioni ottiche naturali", è disponibile al link: http://portaleagentifisici.it/fo_ro_naturali_calcolo_esposizione.php?lg=IT una procedura guidata che consente di applicare i criteri valutativi ICNIRP 14/2007 sopra richiamati per la prevenzione del rischio da esposizione a radiazione UV solare per occhi e cute tenendo conto anche del contesto lavorativo. (Vedi FAQ C.3)

È presente inoltre l'applicazione "Sole sicuro"

(https://www.portaleagentifisici.it/fo_ro_naturali_app_sole_sicuro.php?lg=IT), scaricabile su smartphone, in grado di fornire a lavoratori e Sistema di Prevenzione Aziendale (ma anche in relazione alle attività sportive o svolte nel tempo libero), in funzione del macrosettore di attività, della località geografica, e del tipo di suolo/superficie del luogo di lavoro, la previsione dell'*UV index* massimo giornaliero in condizioni di cielo sereno (sulla base dei dati di *UV index* ricavabili da *Open Weather* - <https://openweathermap.org>), indicando le misure di protezione da adottare per lo specifico settore di attività e scenario espositivo.

La condizione di cielo sereno è stata posta per ridurre il rischio di sottostima dell'esposizione, in quanto la copertura nuvolosa, a seconda delle sue caratteristiche, può influenzare in modo rapido e variabile l'UV al suolo. (Vedi anche approfondimento alla FAQ C.3)

C.3 QUALI sono i criteri da seguire nel dettaglio per la valutazione del rischio da radiazione solare?

In ambito internazionale, ai fini della valutazione e della prevenzione del rischio lavorativo da esposizione a RS nelle lavorazioni all'aperto è possibile far riferimento al documento ILO/ICNIRP/WHO 14/2007 "*Protecting Workers from Ultraviolet Radiation*", e al documento ICNIRP più recente: "*ICNIRP statement on protection of workers against ultraviolet radiation*" del 2010. Il primo documento contiene criteri per la valutazione del rischio da UV solare ai fini della prevenzione, in relazione alle condizioni ambientali in cui avviene il lavoro ed alle modalità organizzative adottate e da adottare, indipendentemente dal fototipo della pelle e dalle caratteristiche individuali dei soggetti esposti.

Il metodo ICNIRP, utilizzabile on line sul PAF alla sezione UV solare - Calcolatore vuole essere uno strumento semplice per mettere in atto le misure organizzative (aree ombreggiate, orari di lavoro etc.) e procedurali (vestiario, indumenti, fotoprotezione) da attuarsi per tutti i lavoratori outdoor nel periodo primavera-estate (a cominciare da marzo).

L'assunto di base di tale criterio semplificato è che alle latitudini dell'Italia - (37°N – 48°N) l'UV index medio (ovvero l'irradianza efficace UV al suolo) nel periodo marzo-settembre sia pari a 7 in condizioni di cielo sereno nelle ore di massima esposizione (ore 10-17 ora legale). In realtà l'UV index nell'arco dei mesi primaverili ed estivi può variare da 5 a 11^{+} , ma ai fini protettivi è considerato ragionevole assumere un valore medio pari a 7.

Tale assunto si basa sulle seguenti considerazioni.

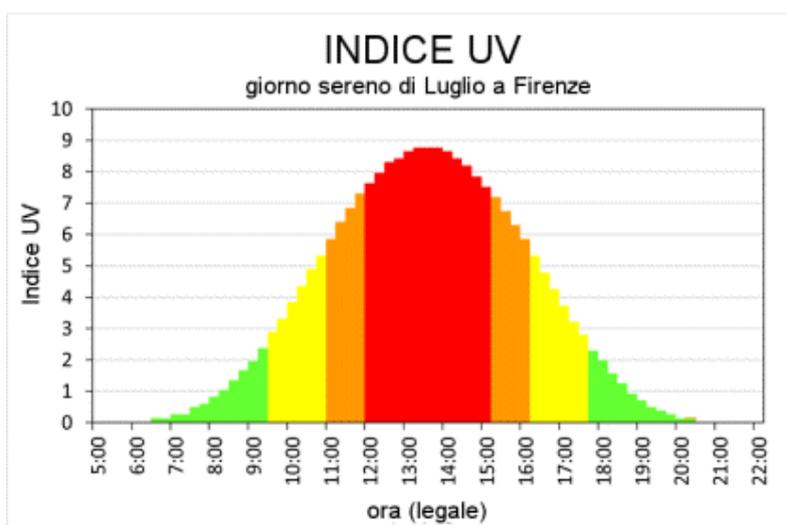


Figura C.3.1- Esempio di andamento giornaliero indice UV mesi estivi con cielo sereno rilevato a Firenze (CNR Lamma- <http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/prodotti-da-modelli/radiazione-uv>)

In figura C.3.1 si riporta - a titolo di esempio - l'andamento giornaliero dell'Indice UV rilevato a Firenze in luglio. Il grafico esprime i valori di indice UV mediati su quindici minuti. Dal grafico si evince che il quarto d'ora con il massimo livello di UV rilevabile a Firenze nel periodo estivo è quello tra le 12:15 e le 12:30. Ciò in quanto il "mezzogiorno solare" a Firenze in luglio si raggiunge alle 12:20 circa, pertanto il grafico riportato (che è espresso in ora legale) vede i massimi intorno alle 13:30, ovvero le 12:30 solari. Dal grafico di figura C.3.1 è possibile notare come nel mese di luglio tra le 11 e le 16 (ora legale) siano presenti a Firenze valori di Indice UV tra "Alto" e Molto Alto".

Tali andamenti, per cielo sereno, si possono ritenere simili anche per altre aree pianeggianti e collinari del territorio italiano (a parte zone particolari con

superfici del suolo molto riflettenti); l'unica differenza è che il valore di picco sarà centrato in corrispondenza del mezzogiorno solare che si riscontra alla longitudine locale.

È da considerarsi al riguardo che il *mezzogiorno solare* è il momento (l'ora del giorno) nel quale il sole raggiunge la massima elevazione e anche il massimo livello di radiazione. La differenza tra *mezzogiorno solare* e *mezzogiorno* del fuso orario nel quale ci troviamo dipende dalla longitudine della località: per convenzione la superficie terrestre è stata suddivisa in fasce (fusi) all'interno delle quali l'ora è la stessa, tuttavia all'interno dei fusi è vero che l'ora è la stessa, ma la massima elevazione solare si raggiunge in momenti diversi a seconda della longitudine e del giorno dell'anno. Ad esempio se a Brindisi (rappresentativa dell'Est di Italia) a luglio il "mezzogiorno" solare cade circa alle 11.50 (solari), a Firenze (rappresentativa del Centro) come si evince dal grafico di figura C.3.1 è alle 12.20 circa, e ad Oristano (rappresentativa dell'Ovest d'Italia) il "mezzogiorno" solare è alle 12.30.

Da tali considerazioni è possibile assumere - ai fini della pianificazione della protezione - che in generale Italia nei mesi di maggio, giugno, luglio e agosto il rischio da esposizione alla radiazione UV solare possa considerarsi "basso" solo prima delle 10 e dopo le 17 (ora legale). Solo nei mesi di novembre, dicembre e gennaio i valori di Indice UV possono considerarsi bassi anche nelle ore centrali del giorno con l'eccezione di aree con superfici altamente riflettenti (neve, etc.). È da tenere presente al riguardo che studi recenti hanno evidenziato come anche un Indice UV inferiore a 2 possa produrre qualche danno in pelli sensibili

Nello schema in figura C.3.2 si riportano, indicativamente, i probabili valori massimi giornalieri di Indice UV con cielo sereno nei diversi mesi dell'Anno sul territorio nazionale. Particolari livelli di ozono stratosferico e altre condizioni locali (alta riflettività del suolo) possono modificare tali valori.

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	2-3	3-4	6-7	7	8	8-9	7	5	3	1-2	1

Figura C.3.2 - Valori massimi giornalieri di Indice UV con cielo sereno riscontrabili nei diversi mesi dell'Anno sul territorio nazionale

Sulla base di tali considerazioni ai fini del calcolo del "Fattore di Rischio UV cutaneo" il valore di UV index -che nel documento ICNIRP e nel Portale è indicato con il termine f_1 viene corretto per gli ulteriori fattori moltiplicativi, di seguito indicati, per calcolare il *Fattore di rischio UV cutaneo*.

FATTORI MOLTIPLICATIVI INDICE UV - f_1 - UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE del *Fattore di rischio UV cutaneo*.

- f_2 **Copertura Nuvolosa**: Valori nell'intervallo 0,2-1 (porre sempre a 1 in caso di nuvolosità variabile)
- f_3 : **Periodo del giorno nel quale si lavora all'aperto**: l'esposizione massima si ha sul territorio nazionale nelle ore centrali, indicativamente tra le 10:00 e le 17:00 ora legale
 - 1: tutto il giorno
 - 0,5: lavoro una o due ore tra le 10:00 e le 17:00 ora legale
 - 0,2: lavoro mattina prima delle 10 e pomeriggio dopo le 17 ora legale
- f_4 **Potere riflettente (albedo) delle superfici del luogo di lavoro** (per neve/ghiaccio, sabbia, superfici chiare, superfici metalliche e superfici d'acqua):
 - 1,8: marmo bianco, ghiaccio, sale
 - 1,5: superfici metalliche; piastrelle bianche; vernice bianca
 - 1,2: sabbia chiara e asciutta; piscina; mare
 - 1: tutte le altre superfici
- f_5 **Vestiario**
 - 1: Tronco, braccia e spalle nude
 - 0,3: Tronco protetto, ma esposte braccia e gambe
- f_6 **Presenza di zone d'ombra**:
 - 1: Assenza ombra
 - 0,3: Parziale ombreggiatura (teli, ombrelloni, alberi, tettoie etc.)

Il *Fattore di rischio UV cutaneo* ricalcola il valore dell'UV index, tenendo conto di tali fattori, mediante il prodotto:

$$\text{Fattore di rischio UV cutaneo} = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6$$

Tale parametro è assunto quale indicatore di rischio ai fini della attuazione delle misure di protezione.

Lo stesso algoritmo consente di rivalutare l'UV index a seguito delle misure di protezione messe in atto o da mettere in atto (orari, ombra, vestiario etc.) e verificare il grado di riduzione dell'esposizione raggiunto, facendo riferimento a quanto riportato in tabella C.3.1.

In particolare da tale tabella si evince che l'adozione di misure organizzative tali da riportate il valore del *Fattore di rischio UV cutaneo* a un valore minore di 2 è considerata idonea per prevenire il rischio per tutti i soggetti esposti che non siano particolarmente sensibili al rischio.

Come avviene anche per altri rischi fisici, anche nel caso della radiazione UV esistono soggetti particolarmente sensibili al rischio, che richiedono una valutazione ad hoc, da effettuarsi caso per caso, sulla base delle caratteristiche individuali e della tipologia di controindicazione all'esposizione.

Una di tali condizioni (il fototipo) è illustrata nella FAQ A.2, mentre altre condizioni, unitamente alla co-esposizione a eventuali ulteriori fattori di rischio in grado di modulare l'entità del rischio da esposizione a UV (ad esempio a sostanze fototossiche o fotoallergizzanti) sono indicate nella FAQ C.4.

Pertanto, il criterio adottato da ICNIRP⁶ e riportato alla tabella C 3.1 (*UV index* minore di 2= rischio basso) è utile per attuare misure di tutela valide in generale, ma non tiene conto di condizioni di particolare sensibilità al rischio e di eventuali co-esposizioni di interesse, che devono quindi essere considerate e valutate.

Tabella C.3.1 Misure di tutela sulla base dell'UV index massimo giornaliero.

1-2 Basso	3-5 Moderato	6-7 Alto	8-10 Molto Alto	11 + Estremo
				
Non è in genere necessario attivare un sistema di protezione	È richiesto di attivare un sistema di protezione	È necessario attivare un sistema di protezione	È indispensabile mettere in atto un sistema di protezione	
Eventuali misure di protezione per soggetti particolarmente sensibili	Utilizzare indumenti da lavoro appropriati: cappello, maglietta. Utilizzare DPI: occhiali da sole. Particolari tutele per i soggetti sensibili	Predisporre zone d'ombra nelle lavorazioni condotte nelle ore centrali della giornata con particolare attenzione all'intervallo 12.00-15.00 ora legale); Utilizzare occhiali da sole, cappello a falda o con visiera e falda protettiva nuca, maglietta; Creme solari ad alta protezione solo sotto supervisione del medico competente/curante per possibili effetti Vedi FAQ D5. Particolari tutele per i soggetti sensibili	Se possibile, evitare le lavorazioni con esposizione solare nelle ore centrali del giorno (con particolare attenzione all'intervallo 12.00-15.00 ora legale) . Predisporre zone d'ombra nelle lavorazioni condotte nelle ore centrali della giornata. È d'obbligo utilizzare occhiali da sole, cappello a falda o con visiera e falda protettiva sulla nuca, maglietta; Creme solari ad alta protezione solo sotto supervisione del medico competente/curante (vedi FAQ D.5). Particolari tutele per i soggetti sensibili	

La valutazione del rischio si effettua di norma ogni quattro anni, pertanto è fondamentale che i lavoratori siano consapevoli di essere esposti ad un rischio che potrebbe richiedere maggiori misure di tutela per i soggetti sensibili ed essere in grado di capire se e in che misura essi si trovino in una condizione di suscettibilità individuale.

È da tener presente che in taluni casi la presenza di sostanze fotosensibilizzanti sulla pelle, presenti nell'ambiente o applicate intenzionalmente, o anche ingerite (per es. alcuni farmaci) può dare luogo a vere e proprie scottature anche in presenza di UV index "basso".

È pertanto necessario che la valutazione prenda in esame:

- Le misure di tutela standard da attuarsi per tutti i lavoratori dell'azienda che operino outdoor.
- Il censimento delle sostanze fototossiche e fotoallergizzanti utilizzate nelle attività lavorative outdoor o con cui può comunque entrare in contatto il

lavoratore. Il censimento può essere effettuato utilizzando la tabella sulle sostanze fototossiche e fotoallergizzanti nel PAF (FAQ C4). A seguito della ricognizione delle sostanze dovranno essere individuate le appropriate procedure di lavoro per prevenire effetti fototossici o fotoallergici. Dato che la tabella disponibile sul PAF non sarà esaustiva anche se verrà costantemente aggiornata, si consiglia inoltre per quanto riguarda i farmaci anche la verifica da parte del Medico Competente o del MMG sulle indicazioni specifiche accluse al farmaco (vedi anche FAQ C.4).

- c) La valutazione del rischio per i soggetti sensibili va fatta caso per caso, di concerto con il Medico Competente, individuando per ciascuno di essi quali siano le eventuali misure aggiuntive di tutela da mettere in atto, anche qualora l'esito della valutazione del rischio sia nella fascia "a basso rischio".

C.4 Quali fattori concorrono ad incrementare il rischio espositivo?

I fattori che possono aumentare i rischi espositivi sono, in aggiunta alla sensibilità individuale della cute alla radiazione UV (fototipi più chiari), la presenza di fotodanneggiamento, di cheratosi attiniche, di esiti cicatriziali estesi, di esiti di ustioni estese in zone fotoesposte, di numerosi nevi, di nevi atipici, di una storia personale di pregressi tumori della cute e di una storia familiare di tumori della cute, nonché di fattori di rischio immunologici (immunosoppressione) e farmacologici (vedi anche FAQ A.1). Oltre a numerose sostanze, vedi tabella PAF, anche numerosi farmaci di uso comune potrebbero dare fotosensibilizzazione, anche come recentemente messo in evidenza da nuovi studi o meta analisi ³⁻⁵. Chi pratica un lavoro all'aperto quindi dovrebbe prestare particolare attenzione o meglio, dove possibile, cambiare tipologia di farmaco.

Per quanto riguarda l'occhio sono più suscettibili i soggetti affetti da patologie oculari quali le midriasi post-traumatiche o post-uveiti o di natura neurologica, condizioni di monocularità dovute a varie cause (dall'ambliopia su base refrattiva, all'esito di traumi o interventi chirurgici), maculopatie, melanosi congiuntivale, familiarità per degenerazione maculare senile, ecc.

La sensibilità della cute o degli occhi alla radiazione UV solare può essere inoltre aumentata in modo anomalo anche da condizioni mediche preesistenti o dalla ingestione, inalazione o dal contatto della cute con sostanze che hanno proprietà fotosensibilizzanti.

La fotosensibilità può causare il danneggiamento della cute più facilmente, aumentando così il rischio di insorgenza di tumore della cute.

Tra le sostanze che causano fotosensibilità sono annoverabili prodotti chimici di uso industriale, farmaci, piante e alcuni olii essenziali e fragranze. Ribadendo

ed ampliando quanto affermato in precedenza (FAQ C.3), è fondamentale che la valutazione del rischio UV solare includa l'identificazione della presenza di eventuali sostanze fotosensibilizzanti che possono essere utilizzate o prodotte durante le attività lavorative. Quelle eventualmente utilizzate possono essere censite avvalendosi della scheda di sicurezza, mentre quelle eventualmente prodotte in una o più fasi del ciclo lavorativo possono essere identificate (ed eventualmente quantificate) attraverso l'analisi del processo lavorativo.

Per quanto riguarda l'assunzione di farmaci o sostanze fotosensibilizzanti si deve sottolineare che questa può avvenire in qualsiasi momento della storia personale del lavoratore, a fronte di una valutazione del rischio effettuata di norma ogni quattro anni. Allo scopo di risolvere tale discrepanza nell'ambito della valutazione del rischio dovrebbe essere adottato un protocollo che preveda che prima dell'assunzione ed in caso di nuovi trattamenti con farmaci con possibili effetti fototossici e/o fotoallergici il lavoratore ne dia immediata comunicazione al medico competente, che valuterà l'opportunità di mettere in atto specifiche misure di tutela. L'attuazione di tale protocollo presuppone che, a seguito dell'attività di informazione/formazione connessa al rischio UV solare, tutti i lavoratori siano consapevoli che l'assunzione di taluni farmaci potrebbe comportare effetti di tipo fotosensibilizzante e siano a conoscenza delle tipologie di farmaci che possono comportare tali effetti. Ciò a prescindere dal fatto che farmaci fotosensibilizzanti siano o meno effettivamente assunti dal lavoratore al momento della valutazione del rischio UV (Vedi anche FAQ D.7). L'assunzione di farmaci fotosensibilizzanti (tipologia di farmaco, dosaggi, durata del trattamento) deve essere verificata puntualmente dal MC in fase anamnestica nell'ambito della visita medica preventiva e delle visite periodiche, nonché in occasione della visita eventualmente richiesta dal lavoratore. In questi casi sarebbe utile una collaborazione del medico competente con i MMG, dermatologi e/o farmacisti per indicare al lavoratore l'uso alternativo di farmaci non fotosensibilizzanti. Nella tabella C.4.1 viene riportato l'elenco delle sostanze /farmaci fotosensibilizzanti presente sul PAF, che verrà costantemente aggiornato.

(https://www.portaleagentifisici.it/fo_ro_naturali_prevenzione_e_protezione.php?lg=1)

Tabella C.4 Agenti fotosensibilizzanti (basato su ICNIRP 2007 ⁶)

AGENTI	INCIDENZA	TIPO DI REAZIONE	INTERVALLO DELLE LUNGHEZZE D'ONDA EFFICACI
AGENTI FOTOSENSIBILIZZANTI DOPO SOMMINISTRAZIONE/CONTATTO LOCALE			
<i>Solfonammidi e prodotti chimici associati (schermi solari, sbiancanti ottici)</i>	<i>n.d. * Non Disponibile</i>	<i>Fototossica e Fotoallergica</i>	<i>290 – 320 nm</i>
<i>Disinfettanti (composti di salicilanilide in saponi e deodoranti)</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica e Fotoallergica</i>	<i>290 – 400 nm</i>
<i>Fenotiazide (creme, coloranti e insetticidi)</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica e Fotoallergica</i>	<i>320 nm e visibile</i>
<i>Coloranti</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica Iperpigmentazione</i>	<i>Visibile</i>
<i>Catrame di carbone e derivati (composti fenolici)</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica</i>	<i>340 – 430 nm</i>
<i>Oli essenziali (profumi e acque di colonia)</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica Iperpigmentazione</i>	<i>290 – 380 nm</i>
<i>Composti furocumarinici (Psoraleni)</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica Iperpigmentazione</i>	<i>290 – 400 nm</i>
<i>Solfuro di cadmio (tatuaggi)</i>	<i>n.d.</i>	<i>Fototossica</i>	<i>380 – 445 nm</i>
AGENTI FOTOSENSIBILIZZANTI DOPO SOMMINISTRAZIONE ORALE O PARENTALE			
<i>Amiodarone</i>	<i>Alta</i>	<i>Fototossica</i>	<i>300 – 400 nm</i>
<i>Diuretici a base di Tiazide</i>	<i>Media</i>	<i>Fotoallergica</i>	<i>300 – 400 nm</i>
<i>Clorpromazina e Fenotiazine associate</i>	<i>Media</i>	<i>Fototossica e Fotoallergica</i>	<i>320 – 400 nm</i>
<i>Acido nalidixico</i>	<i>Alta</i>	<i>Fototossica</i>	<i>320 – 360 nm</i>
<i>Farmaci antinfiammatori non steroidei</i>	<i>Bassa</i>	<i>Fototossica e Fotoallergica</i>	<i>310 – 340 nm</i>
<i>Propriprtilina</i>	<i>Alta</i>	<i>Fototossica</i>	<i>290 – 320 nm</i>
<i>Psoraleni</i>	<i>Alta</i>	<i>Fototossica</i>	<i>320 – 380 nm</i>
<i>Sulfamidici (batteriostatici ed antidiabetici)</i>	<i>Bassa</i>	<i>Fotoallergica</i>	<i>315 – 400 nm</i>
<i>Tetracicline (antibiotici)</i>	<i>Media</i>	<i>Fototossica</i>	<i>350 – 420 nm</i>

Per quanto riguarda le piante che possono essere presenti negli ambienti naturali (prati, boschi), in aree verdi (parchi e giardini) o coltivate a scopo ornamentale o alimentare, possono contenere in singole parti del corpo vegetale (fusto, foglie, fiore o frutto), o nell'intero corpo ma a concentrazione differente a seconda della sede, sostanze ad attività fototossica, in particolare appartenenti alla classe delle furocumarine, e/o fotoallergica ("fotoapteni")^{7,8}. Lavoratori agricoli ma anche del settore forestale, addetti alla manutenzione delle aree verdi o impiegati nella floricoltura o nelle filiere di stoccaggio/trasformazione dei vegetali destinati all'uso alimentare possono venir a contatto attraverso le aree scoperte della cute (usualmente mani, ma

anche avambracci e gambe e, in caso di contatto accidentale o per "aerotrasmisione", volto) prive di copertura degli indumenti o di adeguati DPI (guanti e/o occhiali da lavoro) con parti diverse del corpo vegetale. Il rischio di reazioni fototossiche o fotoallergiche non si concretizza solo se le sostanze fotosensibilizzanti sono presenti o sono secrete sulla superficie di fusto, foglie, fiori o frutti, ma anche se si trovano all'interno del vegetale. Infatti, le attività di taglio, potatura, rimozione di specie infestanti e preparazione di parti edibili o di matrici edibili comportano tutte forme di dissezione/trasformazione del corpo vegetale, o determinano nel migliore dei casi lesioni allo stesso, che possono portare a contatto del lavoratore matrici o sostanze normalmente non accessibili a pianta integra. Questo aspetto costituisce una motivazione aggiuntiva per l'utilizzo scrupoloso degli indumenti da lavoro e dei DPI a protezione di mani e occhi così come il ricorso al Medico competente a cui porre quesiti sulla possibile pericolosità delle piante su cui si sta lavorando o il ricorso al dermatologo allergologo.

Sostanze con potenziale fotosensibilizzante possono essere contenute anche in prodotti per l'igiene e la cura della persona (detergenti, creme, dopobarba, gel disinfettanti, etc). Se le aree cutanee sede di applicazione sono fotoesposte potrebbero comparire reazioni infiammatorie con varia presentazione clinica a seconda del tipo di sostanza e della modalità di utilizzo. Questi aspetti devono essere considerati in fase di valutazione del rischio e di modulazione delle misure di tutela del lavoratore (con particolare riferimento alla protezione individuale).

SEZIONE D

GESTIONE DEL RISCHIO

D.1 Quali misure tecniche e organizzative adottare all'esito della valutazione del rischio da radiazione solare?

Per i lavoratori esposti a radiazione solare alle latitudini del nostro Paese le misure di prevenzione e protezione devono essere messe in atto in tutte le stagioni dell'anno, soprattutto se il valore dell'*UV index* è superiore a 2. L'utilizzo dell'App "Sole Sicuro" (vedi FAQ C.2) può essere un utile strumento per i datori di lavoro e i lavoratori, concorrendo a supportare la graduazione delle misure in funzione dei livelli espositivi. In termini generali, dal punto di vista tecnico-organizzativo e procedurale si può prevedere quanto segue:

- Le mansioni che espongono il lavoratore alla radiazione solare dovrebbero prevedere, ove possibile, la limitazione dello svolgimento delle attività all'aperto nelle stagioni primavera-estate, nelle ore centrali della giornata, con particolare attenzione all'intervallo dalle 12.00 alle 15.00 ora legale, riservando - ove possibile- i compiti all'esterno nelle prime ore del mattino (prima delle 10.00 ora legale) e nel secondo pomeriggio (dopo le 17.00 ora legale).
- Se non possono essere evitate le ore centrali -con particolare attenzione all'intervallo dalle 12.00 alle 15.00 ora legale - devono essere previste pause nella giornata lavorativa (inclusa la pausa pranzo) da trascorrere in zone ombreggiate. Anche la rotazione dei lavoratori nell'ambito delle mansioni, in modo tale che il singolo lavoratore alterni periodi di attività al sole e periodi all'ombra (o al chiuso), è consigliabile, compatibilmente con il comparto produttivo, con il numero di lavoratori coinvolti ed altri aspetti dell'organizzazione del lavoro.
- La creazione di zone d'ombra, ad esempio attraverso l'installazione di barriere di plastica/tessuto, coperture tipo teli/ombrelloni scuri, gazebo etc. è raccomandata ogni volta che risulti fattibile. La schermatura diretta del sole, che comporta generalmente l'abbattimento completo dell'UVB e una consistente riduzione dell'UVA, è tanto più efficace quanto minore è l'albedo delle superfici circostanti e, per quanto sempre raccomandabile, risulta di ridotta utilità nel caso di ambienti con estese superfici costituite da materiali quali sabbia, roccia chiara (ad esempio travertino) oppure acqua e deve in ogni caso essere integrata da misure di protezione individuale.

Le misure indicate, inoltre, hanno anche valenza in termini di benessere termico, in quanto contribuiscono a ridurre l'esposizione al calore radiante del Sole, aspetto particolarmente importante in ambienti con elevati picchi termici (quali i contesti all'aperto nelle stagioni primaverile ed estiva, che operativamente appartengono all'ambito degli ambienti termici severi caldi).

D.2 Quali misure di protezione individuale si devono adottare all'esito della valutazione del rischio da radiazione solare?

La protezione individuale dalla radiazione solare si articola su più livelli:

- utilizzazione di indumenti il più possibili coprenti, (D.3)
- utilizzazione di copricapo/casco adeguati, (D.3)
- protezione per gli occhi (occhiali da sole),
- eventuale utilizzo di protezioni per la cute quali creme solari (Vedi FAQ D.5).

D.2.1 Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio da Radiazione UV solare?

Il Documento redatto sotto la responsabilità del Datore di lavoro a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato con data certa o attestata e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 del D.Lgs.81/2008; in particolare identificare le opportune misure di prevenzione e protezione da adottare con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi nonché il piano temporale delle azioni per la minimizzazione e i soggetti responsabili ai fini dell'attuazione e sorveglianza. Si fornisce di seguito uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica.

Contenuti generali della Relazione Tecnica

- obiettivo della valutazione
- luogo e data della valutazione / professionisti responsabili della valutazione;
- luogo / reparto di lavoro oggetto di valutazione
- individuazione delle attività outdoor ove si riscontra esposizione a radiazione UV solare
- caratterizzazione delle attività / fasi di lavoro, durate di esposizione etc., che comportano esposizione a radiazione UV solare (UV index > 2);
- elenco delle mansioni dei lavoratori esposti per ragioni professionali o di gruppi omogenei
- presenza di fattori di incremento del rischio UV solare (vedi FAQ C.4) e modalità di controllo /gestione degli stessi
- indicazioni inerenti le misure di tutela da mettere in atto (vedi FAQ D.1)
- misure di tutela in ambienti/condizioni particolari (superfici riflettenti, assenza zone ombra etc.).

Conclusioni con indicazione delle misure di prevenzione e protezione proposte

Vanno almeno riportati:

- Le attività/mansioni che espongono a rischio UV solare,
- gli interventi messi in atto dall'azienda e le procedure di lavoro da adottarsi in presenza di rischio UV solare (FAQ D.1),
- le caratteristiche dei DPC, DPI, indumenti da lavoro da adottarsi nelle differenti condizioni espositive e le procedure di impiego degli stessi,

La protezione individuale dalla radiazione solare si articola su più livelli:

- utilizzazione di indumenti il più possibili coprenti compatibilmente con le attività svolte (vedi FAQ D.3)
- utilizzazione di copricapo/casco adeguati (D.3)
- protezione per gli occhi (occhiali da sole) (D.4)
- eventuale utilizzo di protezioni per la cute quali creme solari (Vedi FAQ D.5)

Il piano proposto per il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza raggiunti.

D.3 Quali sono le indicazioni per gli indumenti protettivi e il copricapo?

Indicazioni specifiche per la protezione del tronco e degli arti

La barriera più efficace tra cute e sole è l'abbigliamento. La protezione globale fornita dagli indumenti e il grado di protezione dipendono dalla composizione del tessuto (fibre naturali, artificiali o sintetiche), dalle caratteristiche del tessuto (porosità, peso e spessore) e dalla tintura (coloranti naturali o sintetici, concentrazione della tintura, assorbimento UV proprietà, ecc.).

I normali indumenti da lavoro conferiscono quindi un grado variabile di protezione dalla radiazione UV solare. Da queste considerazioni deriva l'indicazione di indossare indumenti che coprano anche braccia e gambe.

In ogni caso si deve sempre **evitare**:

- Che i **lavoratori lavorino a torso nudo**, anche se fa caldo;
- **L'uso delle canottiere**, che non sono idonee alla protezione delle spalle e della zona superiore della schiena, aree particolarmente esposte all'irraggiamento solare.

Quando si scelgono indumenti protettivi per il sole per i lavoratori all'aperto, bisogna quindi tenere presente quanto segue:

- Diversi tipi di tessuto offrono una protezione diversa. La trama, il colore e le condizioni possono influire sulla capacità del materiale di assorbire le radiazioni UV.
- L'abbigliamento dovrebbe coprire quanta più cute possibile. Pantaloni lunghi e camicie con collo e maniche lunghe offrono la migliore copertura.
- Sono ora disponibili indumenti da lavoro appositamente progettati che sono leggeri e freschi e riducono al minimo lo stress da calore, garantendo comunque la massima protezione solare. Con il caldo, è importante che gli indumenti tengano lontano il sudore dal corpo per aiutare il corpo a rimanere fresco.

Quando si scelgono indumenti protettivi solari perché si lavora in condizioni calde, è necessario:

- Scegliere tessuti con colori scuri poiché assorbono più radiazioni UV rispetto ai colori chiari.
- Scegliere le maniche lunghe e i pantaloni lunghi, in quanto offrono la migliore protezione. Non sono raccomandate maniche corte o pantaloncini.
- Scegliere inoltre abbigliamento (es. la camicia) realizzata con un'alta percentuale di fibra naturale (ad es. Cotone, lana etc.) e che abbia trama fitta in modo che le radiazioni UV non possano penetrare nella cute sottostante.
- Sostituire i capi di abbigliamento lisi, poiché il tessuto usurato potrebbe far penetrare una maggiore quantità di raggi UV.
- I tessuti possono presentare una targhetta con un parametro definito UPF (*Ultraviolet Protective Factor* - fattore di protezione dai raggi ultravioletti) il cui livello indica il rapporto tra la radiazione incidente sul tessuto (100%) e la quota che riesce ad attraversarlo. Questi tessuti sono stati testati per determinare l'efficacia con cui bloccano le radiazioni UV. Più alto è il valore di UPF, da un range minimo di 15 a 50+, maggiore è la protezione fornita, un UPF tra 40 e 50 garantisce buona protezione e comunque dovrebbe sempre essere maggiore di 15 che è la protezione minima. Un UPF alto garantirà la protezione, indipendentemente dal colore. I tessuti che non hanno un UPF non è detto che offrano meno protezione, potrebbero semplicemente non essere stati testati per questo specifico parametro.

La principale problematica della protezione dall'UV solare mediante gli indumenti è legata al fatto che nella stagione calda (dove la protezione deve essere maggiore) è necessario assicurare contemporaneamente il benessere termico del lavoratore, che all'aperto si trova spesso a svolgere la propria attività in un ambiente con elevate escursioni termiche, sovente in presenza di elevati livelli di umidità. Ancor più importante è la prevenzione in queste circostanze di eventi indesiderati e potenzialmente molto pericolosi, quali il colpo di calore.

Alla luce delle precedenti considerazioni è pertanto indispensabile istituire nelle aziende una procedura operativa che specifichi gli indumenti da lavoro da utilizzare e le modalità di sostituzione quando questi non siano più integri.

Indicazioni specifiche per la protezione del capo

Per quanto riguarda il copricapo, le indicazioni sono per l'utilizzo o di un cappello a tesa larga e circolare di almeno 8 cm, che protegge anche orecchie, naso, parte inferiore del volto, parte del collo, oppure di un copricapo tipo "cappello del legionario" da preferire (Figura D.3). Sono invece da **escludere i berretti da baseball con visiera**, largamente usati nelle lavorazioni outdoor, che non forniscono adeguata protezione a orecchie e collo. Per le lavorazioni per le quali è previsto l'uso di casco (edilizia, estrattivo ecc.), adottare quello con falda protettiva sulla nuca

Cappello a falda per protezione UV del volto e del collo	Cappello "da legionario" con visiera e falda protettiva per il collo	Casco con falda protettiva anti UV per il collo
		

Figura D.3 Esempi di copricapo adatti alla protezione da radiazione UV solare.

Esistono anche alcuni tipi di cappelli con riportato l'indice UPF.

D.4 È necessario fornire ai lavoratori DPI per proteggere gli occhi dall'esposizione a radiazione solare? Quali i criteri di scelta?

I lavoratori che svolgono attività all'aperto devono proteggere gli occhi nei confronti della radiazione solare per mezzo di occhiali da sole, che rappresentano DPI oculari (Figura D.4) che devono essere forniti dal Datore di Lavoro ai lavoratori esposti, come prescritto dal D.lgs. 81/08 Capo II art. 77. I DPI oculari costituiscono un presidio fondamentale per la protezione dell'occhio non solo dalla radiazione UV, ma anche dalla parte più energetica dello spettro visibile (luce blu).

L'occhiale deve rispondere anzitutto ai requisiti generali previsti dal regolamento 2016/425, tra i quali quello (specificato al punto 3.9.1 dell'allegato II – Requisiti essenziali di salute e sicurezza – del Regolamento

2016/425) che prevede che: *“I DPI destinati a prevenire gli effetti acuti o cronici delle sorgenti di radiazioni non ionizzanti sull'occhio devono poter assorbire o riflettere la maggior parte dell'energia irradiata alle lunghezze d'onda nocive, senza alterare in modo eccessivo la trasmissione della parte non nociva dello spettro visibile, la percezione dei contrasti e la distinzione dei colori qualora le condizioni prevedibili di impiego lo richiedano”*. Ai sensi dello stesso Regolamento gli occhiali da sole appartengono alla categoria di rischio I dei DPI, che include al punto d): *“lesioni oculari dovute all'esposizione alla luce del sole (diverse dalle lesioni dovute all'osservazione del sole)”*.

I requisiti specifici degli occhiali da sole, stabiliti in precedenza dalla norma armonizzata UNI EN 1836:2008, sono ora riportati nella UNI EN ISO 12312-1:2015 (“Protezione degli occhi e del viso - Occhiali da sole e dispositivi simili - Parte 1: Occhiali da sole per uso generale”). Parallelamente possono essere richiamate anche le norme UNI EN ISO 10685-2:2016 (“Ottica oftalmica - Catalogo elettronico delle montature per occhiali e delle montature per occhiali da sole e identificazione - Parte 2: Informazioni commerciali”), UNI EN ISO 10685-3:2013 (“Ottica oftalmica - Catalogo elettronico delle montature per occhiali e delle montature per occhiali da sole e identificazione - Parte 3: Informazioni tecniche”) e UNI EN ISO 10685-1:2012 (“Ottica oftalmica - Catalogo elettronico delle montature per occhiali e delle montature per occhiali da sole e identificazione - Parte 1: Identificazione del prodotto e gerarchia del catalogo elettronico dei prodotti”).

Il rivenditore ha l'obbligo di mettere in commercio solo occhiali che siano provvisti di marcatura CE e della nota informativa fornita dal fabbricante, a corredo del prodotto, redatta in modo preciso, comprensibile e almeno nella lingua ufficiale dello Stato dove il prodotto viene distribuito. La marcatura CE deve essere apposta in modo visibile, leggibile, indelebile ed inconfondibile. Per quanto riguarda le caratteristiche dell'occhiale, questi devono essere avvolgenti per impedire il passaggio della radiazione da sopra o di lato alle lenti. Altre peculiarità dell'occhiale dipendenti dai contesti lavorativi saranno oggetto di valutazione da parte dello staff di prevenzione aziendale con particolare riferimento al medico competente.

Per quanto riguarda le lenti è possibile affermare che quelle degli occhiali in commercio assicurano un blocco quasi totale (99% e oltre) della radiazione UV-B e UV-A, mentre il filtraggio nel visibile dipende dalla categoria di filtro ottico della lente e da altre caratteristiche. I filtri ottici per lenti montabili su occhiali da sole sono classificati in 5 categorie, in funzione della percentuale di trasmissione della luce visibile.

- Categoria 0. Percentuale di trasmissione: 80 - 100 %. La lente è chiara o leggermente colorata. Hanno valenza estetica e possono essere utilizzati in ambienti confinati. Non sono adatti per ambienti esterni.

- Categoria 1. Percentuale di trasmissione: 43 - 80 %. La lente è leggermente colorata. Il tipico utilizzo è per ambienti esterni in condizioni di bassa luminosità, ad esempio in caso di maltempo.
- Categoria 2. Percentuale di trasmissione: 18 - 43 %. La lente risulta mediamente colorata. Questi filtri sono adatti all'aperto in condizione di soleggiamento medio.
- Categoria 3. Percentuale di trasmissione: 8 - 18 %. La lente è scura ed è idonea in caso di elevata luminosità ambientale, tipicamente in condizioni di soleggiamento molto forte.
- Categoria 4. Percentuale di trasmissione: 3 - 8 %. La lente è molto scura ed è idonea unicamente per ambienti esterni caratterizzati da una luminosità estremamente elevata, quali quelli ricoperti di neve e ghiaccio in condizioni di cielo sereno. Lenti con filtraggio di categoria 4 non sono adatte alla guida di veicoli e non sono utilizzabili nella maggior parte dei contesti lavorativi *outdoor*, a causa della forte riduzione di visibilità dei dettagli e dell'alterazione della visione dei colori che comporta.



Figura D.4 Esempi di occhiale da sole idonei per la protezione dalla radiazione solare durante lo svolgimento di attività lavorative all'aperto

Il costo o la qualità dell'occhiale da sole non sono correlati all'efficacia del filtraggio della radiazione UV o della radiazione visibile. Pertanto, anche un occhiale di bassa qualità può garantire una protezione efficace. Tuttavia, una ridotta qualità del prodotto può riflettersi in una minor durata o nella scarsa rispondenza ai requisiti ergonomici. Di conseguenza, in relazione ad un uso dell'occhiale continuativo durante i turni di lavoro e per periodi prolungati è consigliabile la scelta di modelli di buona qualità.

Il disegno dell'occhiale e la montatura devono essere adatti alle necessità del lavoratore e compatibili con le condizioni esistenti sul luogo di lavoro. La montatura deve inoltre essere fabbricata con materiali ipoallergenici, rispondere a requisiti ergonomici ed essere opaca alla radiazione solare. Gli occhiali da sole non sono concepiti per la protezione nei confronti di altri rischi, ad esempio non sono resistenti agli urti e alle abrasioni, e possono al più contribuire ad ostacolare la penetrazione accidentale di piccoli corpi estranei nell'occhio. Di conseguenza, la più importante criticità per quanto riguarda questi dispositivi è data dai casi nei quali vi è la necessità dell'utilizzo

contemporaneo di altri DPI per la testa o il volto, quando questi ultimi siano richiesti per proteggere il lavoratore da polveri, schegge, o rischi di altra natura, che potrebbe comportare incompatibilità di utilizzo simultaneo. Se questi DPI specifici dovessero conferire anche la protezione dell'occhio dall'UV e un adeguato filtraggio della radiazione visibile (aspetto che può essere evinto dall'etichetta e/o dal manuale informativo) non vi è esigenza di occhiale da sole, altrimenti è necessario considerare la gamma di modelli a disposizione di occhiale e di DPI specifico richiesto per appurare se ne esistono di compatibili.

Un'osservazione aggiuntiva riguarda i lavoratori con difetti refrattivi che necessitano correzione ottica a permanenza; detta correzione può essere integrata nella maggior parte dei filtri, tuttavia non tutte le correzioni sono compatibili con difetti refrattivi elevati o con difetti astigmatici; in questi casi la montatura non potrà essere avvolgente, ma dovrà essere dotata o di astine alte o di coperture laterali solitamente fissate alle astine.

D.5 Qual è il ruolo delle creme solari per la protezione della cute fotoesposta nei lavoratori?

Premesso che le creme solari dovrebbero costituire l'ultima linea di difesa contro la radiazione solare da adottare solo dopo aver messo in atto tutte le altre misure in precedenza descritte, o in combinazione con esse, i formulati per la protezione del sole dovrebbero essere individuati solo dopo una attenta valutazione dei rischi e seguendo procedure ben definite a cura del RSPP/medico competente, anche per evitare possibili effetti avversi dati dal contesto lavorativo. Infatti ci potrebbero essere fenomeni di maggiore assorbimento cutaneo di sostanze di uso lavorativo per effetto di alcuni ingredienti che potrebbero comportare una maggiore esposizione, ad esempio per alcune sostanze usate in agricoltura come per il 2,4-D^{9,10}.

L'impiego di creme o altre formulazioni (come lozioni, latte o gel) per la protezione della cute dalla radiazione UV solare è raccomandato per i lavoratori all'aperto, allo scopo di proteggere le aree fotoesposte (in modo diretto o riflesso) nel caso di impossibilità di utilizzo di indumenti completamente coprenti, in particolare le zone del volto e del collo che, anche con l'uso di un copricapo adeguato a proteggere dalla radiazione diretta, potrebbero non essere sufficientemente protette dalla radiazione riflessa dalle superfici presenti nell'ambiente.

È importante ricordare che nessun tipo di prodotto solare può offrire il 100% di protezione dalla RS, dato che anche solo la modalità di applicazione (quantità e frequenza) può giocare un ruolo significativo nella sua efficacia.

Quando si ricorre ad un prodotto per la protezione solare, come ulteriore difesa dalla RS, bisogna tenere presente quanto segue.

- La protezione solare deve essere applicata sulla cute pulita e asciutta. Dovranno essere individuate specifiche modalità di applicazione ed aree di lavoro attrezzate ai fini dell'applicazione della crema. Su dette procedure il lavoratore dovrà essere formato.
- Tutta la protezione solare deve contenere un fattore di protezione solare (*Sun Protection Factor* o SPF) alto o molto alto (uguale o superiore a 30) e deve essere ad ampio spettro (presenza di filtri sia dell'UVB che dell'UVA), nonché resistente all'acqua.
- Deve essere accompagnato da una formazione specifica da parte del medico competente sul modo corretto di applicare ed utilizzare il prodotto.
- La protezione solare deve essere applicata su tutta la cute esposta 20 minuti prima di uscire all'aperto, in modo che possa essere assorbita correttamente nella cute, e dovrebbe essere applicata ogni due ore o più spesso in quantità adeguata. In caso di sudorazione o cute bagnata l'applicazione dovrebbe essere più frequente.
- La protezione solare può essere acquistata come crema, lozione, latte o gel e stick. La scelta della crema solare (o le altre formulazioni), dovrebbe rispondere alle diverse esigenze dei lavoratori (tipologia di lavoro e mansione, fototipo, danni solari già presenti, pregressi tumori cutanei). Per zone poco estese come il volto ed il collo e il dorso delle mani sono da preferire le creme ed i gel. I filtri solari nebulizzati non sono raccomandati perché è difficile garantire che una protezione solare adeguata sia applicata uniformemente sulla cute e soprattutto perché non si possono utilizzare per il volto. Tutti i filtri solari etichettati SPF30 (o superiori) ad ampio spettro funzionano comunque altrettanto bene, purché siano applicati correttamente.
- Gli *stick* protettivi per labbra SPF 30, 50 o 50+ (fattore di protezione alto e molto alto) sono importanti perché la cute delle labbra è molto sottile e a rischio di danni solari rilevanti, come cheilite attinica e carcinomi squamocellulari.
- La varietà di prodotti è molto ampia, ed oggi sono in commercio ottime formulazioni più sofisticate indicate per la cute della testa/collo e dorso mani particolarmente a rischio o già con marcato fotoinvecchiamento e/o presenza di lesioni precancerose, in grado di attenuare e in parte riparare il danno provocato dai raggi UV.

È fondamentale quindi che la scelta della protezione solare e la gestione della sua applicazione sia effettuata con il coinvolgimento del Medico Competente, opportunamente formato, o del Medico Specialista/curante.

D.6 I prodotti per la disinfezione delle mani raccomandati durante la Pandemia Covid-19, possono essere utilizzati anche dai lavoratori che svolgono mansioni all'aperto?

L'utilizzazione dei prodotti per la disinfezione delle mani è consigliata nei casi in cui non sia possibile effettuare il lavaggio accurato con acqua e sapone, che è una delle raccomandazioni principali per il contenimento della diffusione del contagio da virus SARS-CoV-2, causa del COVID-19.

Nell'Allegato 9 "Linee Guida per la ripresa delle attività economiche e produttive della Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome dell'11 giugno 2020" parte integrante del DPCM 11/06/2020 pubblicato in G.U. n.147 dell'11/06/2020 viene raccomandato di mettere a disposizione presso le aziende e le attività lavorative dispenser con soluzioni idroalcoliche (al 70-75% di etanolo) per la disinfezione delle mani.

Inoltre, nella scheda MANUTENZIONE DEL VERDE presente sempre nell'Allegato 9, anche per i lavoratori all'aperto è prevista l'utilizzazione di prodotti per la disinfezione delle mani.

I gel disinfettanti idroalcolici sono composti da alcol etilico, acqua e glicerina che ne rappresentano i costituenti di base. A questi possono essere eventualmente aggiunte, per migliorarne le proprietà e le caratteristiche "organolettiche", altre sostanze quali: agenti addensanti e viscosizzanti (in genere polimeri sintetici dell'acido acrilico come "Carbomer" o "Acrylates/C10-30-alchilalchilato crosspolimero), conservanti (metilisotiazolinone, fenossietanolo, imidazolidinilurea, etc), tensioattivi ed emulsificanti (trietanolamina), agenti veicolanti (glicole propilenico), alcol isopropilico, profumi (geraniolo, idrossicitronellale, composti cinnamici), oli essenziali (limonene, citrale) ed estratti vegetali (di arancia amara, bergamotto, pompelmo, calendula, etc).

A parte le ben note proprietà sensibilizzanti dei conservanti e dei profumi è importante sottolineare che alcuni estratti vegetali in particolare di bergamotto (*Citrus bergamia*) e di limone (*Citrus limon*) contengono psoralenici che possono provocare fenomeni di fototossicità cutanea dopo esposizione ad UV con comparsa di eritema seguito da iperpigmentazione ritardata che può persistere per mesi. Un quadro caratteristico dovuto alla presenza di olio di bergamotto (5-metossipsoralene) in alcuni profumi è la cosiddetta "BeRloque dermatitis": nella sede cutanea di applicazione del profumo, successivamente esposta al sole, compaiono una o più chiazze eritematose ed iperpigmentate a forma di goccia ("drop-like shape patches"). Oli essenziali, muschi e composti cinnamici presenti nei profumi possono anche comportarsi come "fotosensibilizzanti/fotoapteni" ed indurre reazioni cutanee allergiche (Dermatite fotoallergica da contatto).

Attualmente in commercio si trova un'ampia gamma di gel idroalcolici con le formulazioni più varie. Considerato l'utilizzo assiduo imposto dalle norme di prevenzione sono da preferirsi i gel idroalcolici con il più basso numero di ingredienti, privi di profumi, conservanti, coloranti ed estratti vegetali al fine di prevenire eventuali reazioni cutanee allergiche e/o fenomeni di fototossicità e di fotoallergia. I componenti ("ingredients") del gel idroalcolico sono solitamente riportati in etichetta e la ditta produttrice oltre a fornire la scheda tecnica dettagliata dei prodotti e i riferimenti alle relative schede di sicurezza può essere contattata per eventuali informazioni aggiuntive se ritenute necessarie.

Raccomandazioni Importanti:

- attenersi scrupolosamente alle indicazioni riportate nelle schede di sicurezza dei prodotti (Utilizzare su cute integra, non fumare se sono contenute sostanze infiammabili, presenza di sostanze irritanti per la cute e per gli occhi etc.);
- avvalersi della consulenza del Medico Competente e del medico specialista dermatologo per la scelta dei prodotti da utilizzare. Questo, affinché venga effettuata una accurata valutazione anche della possibile presenza di sostanze foto sensibilizzanti/fototossiche che nelle attività lavorative svolte all'aperto possono dare luogo a gravi effetti avversi sulla cute.

D.7 In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione?

Informazione e Formazione sono previste dal D.lgs. 81/2008 per rendere edotti i lavoratori riguardo i rischi specifici cui sono esposti durante lo svolgimento dell'attività lavorativa e delle misure di prevenzione e protezione applicabili. Devono essere effettuate all'assunzione del lavoratore e prevedono aggiornamenti periodici, in ogni caso in occasione del cambio di mansione o nel caso di variazioni del ciclo lavorativo che comportino l'introduzione di nuovi rischi per la salute, ad esempio l'utilizzazione di nuove sostanze o nuove attrezzature. Per il fattore di rischio radiazione solare gli obblighi di informazione/formazione devono essere assolti nei confronti dei lavoratori valutati esposti, aspetto in relazione al quale si rimanda alle considerazioni svolte nella FAQ E.1.

D.8 Quali sono i contenuti della informazione/formazione?

Premesso che i contenuti della formazione specifica e le informazioni da fornire ai lavoratori (artt. 36 e 37 del D.lgs. 81/2008) devono essere graduati in

funzione del livello di esposizione/rischio, si riportano nel seguito le indicazioni di contenuto valevoli per la generalità degli esposti alla radiazione solare. Come si evince dalla loro rapida disamina, l'informazione/formazione in merito a una parte significativa di questi contenuti ricade nell'ambito delle attività del Medico Competente (art. 25 del D.lgs. 81/2008).

Informazione

- Radiazione UV solare: fattori che influenzano l'esposizione (tempo trascorso all'aperto, ora del giorno, stagione, condizioni del cielo, superfici dell'ambiente di lavoro, zone d'ombra, protezione individuale);
- Effetti dell'esposizione a radiazione UV a breve e a lungo termine, in particolare per la cute e l'occhio.
- Fattori che possono configurare condizioni di particolare sensibilità individuale al rischio (fototipo, presenza di fotodermatosi, di fotodanneggiamento già in atto, di pregressi tumori cutanei, di familiarità per tumori cutanei, di esiti cicatriziali estesi o esiti di ustioni estese, di comorbilità come diabete, iperlipemia che possono contribuire alla cataratta, familiarità per degenerazione maculare senile, assunzione di farmaci fotosensibilizzanti o esposizione a sostanze fotosensibilizzanti);
- Misure di prevenzione e protezione (collettive e individuali) disponibili in azienda;
- Eventuale presenza di co-esposizioni ad altri cancerogeni per la cute.
- Eventuale presenza di co-esposizione ad agenti irritanti, sensibilizzanti o alteranti la funzione barriera della cute (ad esempio detergenti).
- Esposizioni alla radiazione solare di tipo extralavorativo (uso di lampade o lettini solari, esposizione ricreativa – vacanza e/o sport all'aperto), che possono cumularsi con quelle lavorative e comportare un aumentato rischio di effetti a lungo termine
- Esistenza di strumenti multimediali dedicati e affidabili, quale la App "Sole sicuro" (vedi FAQ C.2).

Formazione specifica su:

- Comportamenti da adottare in relazione all'esposizione al sole, in ambito sia lavorativo sia extralavorativo.
- Corretto utilizzo di misure di protezione collettiva, quali tendoni oscuranti, ombrelloni, gazebo.
- Corretto utilizzo di vestiario e DPI.
- Le sostanze foto-sensibilizzanti presenti sul luogo di lavoro e le procedure da adottare per prevenire effetti fototossici e fotoallergizzanti.
- Come comportarsi in caso di condizioni di particolare sensibilità al rischio dovute all'uso di farmaci foto-sensibilizzanti.

- Importanza e significato degli accertamenti di sorveglianza sanitaria nonché della sorveglianza sulla cute e sull'occhio anche dopo la cessazione dell'attività lavorativa.
- Autoesame periodico della cute. Si veda la FAQ D.9 o si consulti il PAF al *link* https://www.portaleagentifisici.it/fo_ro_naturali_prevenzione_e_protezione.php?lg=IT.

Il preposto ed il dirigente dovranno essere formati al controllo del rispetto da parte dei lavoratori delle misure di prevenzione e protezione attuate e sulle eventuali procedure da mettere in campo in caso di inosservanza o di necessità.

D.9 L'autoesame della cute è parte integrante della prevenzione secondaria delle neoplasie a questo livello: come effettuarlo correttamente?

L'autoesame della cute, eseguito regolarmente, può permettere di scoprire i tumori in fase precoce *o la comparsa di lesioni preneoplastiche come le cheratosi attiniche*. Più è tempestiva l'individuazione, più agevole è la cura e maggiori sono le probabilità di interventi risolutivi .

Il momento migliore per fare l'autoesame della cute è dopo il bagno o la doccia. Per una migliore ispezione è bene porsi completamente nudi, in un ambiente ben illuminato, davanti ad un grande specchio, che permette di esaminare la superficie anteriore del corpo. Con un piccolo specchio in mano si volgono le spalle allo specchio grande, in modo da vedere le zone meno accessibili (dorso, collo, orecchie, ecc.): per queste aree è utile farsi aiutare da un familiare.

Vanno controllate tutte le zone del corpo, compreso il cuoio capelluto (per far questo ci si può aiutare con un phon o con un pettine per spostare i capelli ed è comunque più agevole a capelli bagnati).

I tumori della cute di tipo non melanoma (carcinomi, sia squamocellulari che basocellulari) compaiono di solito nelle zone esposte al sole in maniera cronica o intermittente. Il lavoratore dovrà essere formato a controllare e prestare attenzione alla presenza di lesioni arrossate e squamose o a piccole ferite che non guariscono su volto, testa, orecchie, collo, braccia e mani. Particolare attenzione deve essere riservata a crosticine, apparentemente banali, che una volta tolte tendono a riformarsi continuamente senza guarire. Non trascurare comunque le altre zone corporee, soprattutto per i carcinomi basocellulari.

È importante controllare sempre i propri nei, prestando attenzione ad eventuali cambiamenti in quelli già presenti o all'insorgenza di nuovi nei. Il melanoma può insorgere su un neo presente da tempo o su un'area di cute senza nei.

Se si notano in un neo i seguenti caratteri è bene rivolgersi subito al dermatologo:

- Forma irregolare, con una metà della lesione di grandezza diversa dall'altra;
- Bordi irregolari, smerlati, con aspetto a carta geografica;
- Colore non uniforme, presenza di più colori (nero, bruno, rosso, rosa), variazioni nel colore;
- Diametro superiore a 6 millimetri o aumento delle dimensioni negli ultimi mesi;
- Modifiche del suo aspetto o delle dimensioni (ingrandimento), insorgenza di prurito o di dolore o presenza di sanguinamento spontaneo.
- **In caso di cambiamenti di un neo, insorgenza di un nuovo neo, presenza di lesioni che non guariscono o di ogni altra variazione sospetta**, il lavoratore dovrà rivolgersi in prima battuta al medico curante (MMG) ed informare contestualmente il medico competente (MC), comunicando i risultati dell'autoesame. Il MC o il MMG a sua volta può procedere, integrando la visita con un accertamento specialistico dermatologico.

D.10 Quali indicazioni per soggetti particolarmente sensibili alla radiazione solare o che abbiano contratto patologie cutanee o oculari in quanto lavoratori outdoor?

Premesso che tali condizioni di suscettibilità individuale non rappresentano in genere condizioni di inidoneità al lavoro, per tali lavoratori andranno attuate le misure di prevenzione e protezione da prevedere in azienda, come descritto alle FAQ D.3-D.4. Inoltre andranno valutate, caso per caso, misure specifiche di prevenzione e protezione in relazione alla specifica patologia o fotosensibilità, individuando per questi soggetti specifici protocolli di sorveglianza sanitaria a cura del medico competente, di concerto con il medico curante/specialista.

In alcune circostanze, nel caso di soggetti particolarmente sensibili alle radiazioni solari o che abbiano già avuto neoplasie cutanee riconducibili alla esposizione a radiazioni UV solare, la fotoprotezione topica potrebbe essere integrata con quella sistemica, da valutarsi caso per caso a cura del medico competente/curante.

SEZIONE E

VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI

E.1 Quali sono gli adempimenti nel caso di lavorazioni che esponano a radiazione solare, che non è esplicitamente inclusa nel campo di applicazione dell'art. 180 del D.lgs. 81/2008?

L'art. 28 del D.lgs. 81/2008 prevede la valutazione di *"...tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori..."*. Di conseguenza, in tutti i casi nei quali il processo lavorativo o la mansione comportino una significativa esposizione del lavoratore alla radiazione solare, il datore di lavoro dovrà effettuare una valutazione dei rischi specifica e procedere alla messa in atto di adeguate misure di prevenzione e protezione.

La valutazione del rischio dovrà essere effettuata secondo i requisiti di cui agli articoli 28 e 29 del Titolo I del D.lgs. 81/2008 ed essere eseguita secondo le norme tecniche, le linee guida e le buone prassi disponibili, come illustrato alle sezioni C e D; al termine della valutazione il documento redatto dovrà contenere le opportune misure di prevenzione e protezione dai rischi (sezione D).

Si dovrà altresì adempiere agli obblighi previsti dagli art. 36 (*Informazione ai lavoratori*), 37 (*Formazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti*) e 41 (sorveglianza sanitaria) del D.lgs. 81/2008, come illustrato nelle FAQ D.7 E D.8.

E.2 Gli effetti avversi sulla salute dovuti a radiazione solare sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?

NOZIONE ASSICURATIVA DI MALATTIA PROFESSIONALE: malattia causata dal lavoro o ad esso correlata che si differenzia dall'Infortunio sul Lavoro in quanto la *causa lesiva* agisce con modalità diluita nel tempo e non cronologicamente concentrata. Riguardo al rapporto causale (alla luce delle considerazioni della Corte Costituzionale e della Corte di Cassazione¹¹), è *stato ribadito che tale rapporto deve essere diretto ed efficiente, fatta salva, comunque, la possibilità del concorso di fattori causali extralavorativi, concorso che può rappresentare, in determinate condizioni, un fattore di potenziamento del rischio lavorativo aumentandone l'efficacia lesiva*¹². Ovviamente il concetto di rischio lavorativo è da intendere non solo come "nocività delle lavorazioni in cui si sviluppa il ciclo produttivo aziendale" ma anche come quello più ampio riconducibile a tutte le condizioni in cui è prestata l'attività, in altri termini "all'organizzazione del lavoro"¹¹.

In ambito di tutela assicurativa INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) dal 2008, anno di entrata in vigore delle Nuove Tabelle delle Malattie Professionali nell'Industria e nell'Agricoltura, emanate con il DM 9 aprile 2008¹³, i tumori cutanei non melanocitici, ossia gli epitelomi (ovvero carcinomi) delle sedi fotoesposte e le cheratosi attiniche, sono stati inseriti nelle Tabelle delle malattie professionali (si vedano le Tabelle E2.1 e E2.2).

Le Tabelle delle malattie professionali sono tabelle di legge con finalità assicurativa, che includono liste di malattie per le quali vige la presunzione legale dell'origine lavorativa, ossia la presunzione del nesso di causalità tra la malattia e la lavorazione svolta. Rappresentano uno strumento giuridico elaborato e periodicamente aggiornato sulla base di evidenze scientifiche e dati epidemiologici.

L'inserimento delle neoplasie cutanee fotoindotte nelle nuove Tabelle delle malattie professionali ha rappresentato un enorme passo in avanti per la loro tutela assicurativa^{14,15}.

Le Nuove Tabelle delle malattie professionali, una per l'Industria e una per l'Agricoltura (DM 9 aprile 2008), sono strutturate in 3 colonne: nella prima colonna sono elencate le malattie raggruppate per agente causale (agenti fisici, agenti chimici, etc), nosologicamente definite ed identificate secondo la codifica internazionale delle malattie alla decima revisione (ICD-10), nella seconda colonna, per ciascuna malattia, sono indicate le lavorazioni che espongono all'agente causale, nella terza colonna è precisato il periodo massimo di indennizzabilità dall' eventuale abbandono della lavorazione a rischio. Affinché operi la presunzione legale di origine della patologia denunciata sono dunque

necessari tre requisiti: 1) che la malattia presentata dal lavoratore sia tra quelle indicate nella prima colonna; 2) che vi sia stata adibizione sistematica ed abituale ad una delle lavorazioni elencate nella seconda colonna; 3) che non sia stato superato il periodo massimo di indennizzabilità. La presunzione del nesso di causalità è secondo *le regole iuris* una presunzione "relativa", ossia che ammette la prova contraria da parte dell'Istituto assicuratore, che potrà concretizzarsi in diverse circostanze: dimostrando che il lavoratore era stato addetto in maniera sporadica o occasionale alla mansione o alla lavorazione tabellata, che il lavoratore sia stato esposto all'agente patogeno connesso alla lavorazione tabellata in misura non sufficiente a causare la patologia, che la malattia sia riconducibile ad altra causa di origine extra-lavorativa.

Nell'ottica di non limitare la tutela assicurativa esclusivamente alle malattie professionali elencate nelle apposite Tabelle, la Corte Costituzionale con la sentenza n. 179 del 18 febbraio 1988, ha introdotto nell'ordinamento italiano il cosiddetto **sistema misto**, che fa salve le Tabelle con le loro peculiarità, ma nello stesso tempo estende la tutela a tutte le malattie delle quali il lavoratore sia in grado di provare l'origine professionale. Pertanto anche malattie non elencate nelle Tabelle o contratte nell'esercizio o a causa di lavorazioni diverse da quelle ivi previste o manifestatesi dopo il periodo massimo di indennizzabilità, possono essere tutelate dall' INAIL, purché se ne dimostri l'origine professionale: in tal caso l'onere della prova spetta al lavoratore che, oltre a dimostrare di avere la malattia e di essere stato esposto al rischio, deve provare l'esistenza del nesso di causa. Di fatto l'Istituto assicuratore assume un ruolo attivo nella ricostruzione degli elementi probatori del nesso eziologico sia sul versante del rischio che medico legale, nel caso delle malattie non tabellate¹⁶. Le Nuove Tabelle delle malattie professionali nell'Industria e nell'Agricoltura, approvate con DM 9 aprile 2008 e che hanno sostituito quelle del 1994 (DPR 336/94), sono state elaborate a conclusione dei lavori di aggiornamento delle tabelle precedenti, svolti da parte della Commissione scientifica, così come espressamente stabilito dall'art. 10 del D.lgs. 38/2000¹⁷. Sono state individuate 85 voci per l'Industria e 24 per l'Agricoltura rispetto alle 58 e 27 in precedenza identificate. L'ampliamento delle voci inserite nella tabella dell'Industria è da ricondurre alla definizione più puntuale degli agenti chimici, delle malattie dell'apparato respiratorio e all'individuazione di nuovi fattori di rischio. La contrazione delle voci presenti nella tabella dell'Agricoltura ha risentito, invece, dell'eliminazione di alcuni agenti chimici non più in uso e di una nuova modalità di raggruppamento delle malattie e dei fattori di rischio ad esse riferiti.

Ciò premesso analizziamo le voci tabellari di interesse specifico per le malattie professionali da esposizione alle radiazioni solari. **Alla voce 84 della Tabella per l'Industria** (Tabella E.2.1) nella prima colonna sono state inserite le

“**Malattie causate dalle radiazioni UV comprese le radiazioni solari**” e, tra queste, sono elencate alla sottovoce a) le **cheratosi attiniche (L57.0)**; alla sottovoce b) **gli epiteliomi cutanei delle sedi fotoesposte (C44)** e alla sottovoce c) **Altre malattie** causate dalla esposizione alle radiazioni UV comprese le radiazioni solari (ICD-10 da specificare).

Tabella E.2.1. Estratto della Tabella delle malattie professionali nell’ Industria allegata al Decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale del 9 aprile 2008 (G.U. n. 169 del 21 luglio 2008).

NUOVA TABELLA DELLE MALATTIE PROFESSIONALI NELL'INDUSTRIA DI CUI ALL'ART.3 DEL D.P.R. 1124/1965 E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI ED INTEGRAZIONI (ALL.N.4 al D.P.R. 1124/1965)		
MALATTIE (ICD-10)	LAVORAZIONI	Periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione della lavorazione
84) MALATTIE CAUSATE DALLE RADIAZIONI U.V. COMPRESE LE RADIAZIONI SOLARI		
a) CHERATOSI ATTINICHE (L57.0)		2 anni
b) EPITELIOMI CUTANEI DELLE SEDI FOTOESPOSTE (C44)	Lavorazioni che espongono alle radiazioni UV. Lavorazioni che espongono alle radiazioni solari presso stabilimenti balneari, a bordo di navi, in cantieri di edilizia stradale, in cave e miniere a cielo aperto.	Illimitato
c) ALTRE MALATTIE CAUSATE DALLA ESPOSIZIONE PROFESSIONALE ALLE RADIAZIONI U.V. COMPRESE LE RADIAZIONI SOLARI (ICD-10 DA SPECIFICARE)		2 anni Illimitato in caso di malattie neoplastiche

La sottovoce c) “altre malattie” è stata inserita nelle Nuove Tabelle delle malattie professionali per la maggior parte degli agenti causali, al fine di non produrre un arretramento di tutela del lavoratore¹⁸ In essa è possibile infatti ricomprendere altre patologie, nel caso specifico della cute o dell’apparato oculare, aggiuntive rispetto a quelle nosologicamente definite nelle sottovoci precedenti, patologie che la letteratura scientifica dovesse ritenere riconducibili allo stesso agente causale con un elevato grado di probabilità, desumibile da dati scientifici ed epidemiologici, nelle more dell’aggiornamento periodico delle tabelle stesse. Come specificato nella circolare Inail n.47 del 24 luglio 2008. “*In concreto nella valutazione di queste patologie spetta alla scienza medica definire, in base ai criteri da essa ritenuti affidabili (primi tra tutti i dati epidemiologici) i nessi eziologici, rilevanti anche sul piano giuridico, tra gli agenti causali e le diverse malattie che potenzialmente ne derivano (cfr. Corte di Cassazione, sentenza n. 8310/91)*”. In questa sottovoce potranno pertanto essere ricomprese patologie quali esempio la fotodermatite da contatto fotoallergica o fototossica (L56) o la cataratta da radiazioni UV (H26.9).

Nella seconda colonna sono elencate le lavorazioni da considerarsi tabellate, distinte in:

1) **Lavorazioni che espongono alle radiazioni UV**, sottintendendo da fonti artificiali (es. saldatura ad arco, foto-polimerizzazione, sterilizzazione con UV,

etc.). Il legislatore non indica specifiche attività lavorative per l'UV artificiale: per tali lavorazioni il riferimento è il documento ICNIRP del 2007⁶ adottato nelle linee guida ISPESL 2009¹⁹. Gli aspetti assicurativi relativi alle malattie professionali da esposizione a sorgenti UV artificiali sono affrontati nella sezione ROA;

2) **Lavorazioni che espongono alle radiazioni solari** in questo caso invece viene fatto riferimento a 4 situazioni lavorative che sono *"lavori in stabilimenti balneari, a bordo di navi, in cantieri di edilizia stradale, in cave e miniere a cielo aperto"*.

È noto che le attività lavorative svolte *"outdoor"* che espongono a radiazioni solari sono molte altre (si veda la FAQ C.1). Per le malattie contratte in lavorazioni non comprese in tabella non opera la presunzione *ope legis* del nesso causale, ma per alcune attività che possono comportare un elevato rischio di esposizione a radiazioni solari quali muratore, carpentiere, operai portuali, etc. se è dimostrato che la lavorazione è stata svolta in modo non occasionale (dunque una idonea e prolungata esposizione al rischio) il riconoscimento non si potrà negare in base ai principi giurisprudenziali elaborati per le malattie non tabellate.

Riguardo al periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione dell'attività lavorativa, per le cheratosi attiniche è stato fissato a 2 anni, pertanto se la malattia viene denunciata oltre 2 anni dall'abbandono della lavorazione a rischio, il lavoratore dovrà esibire documentazione sanitaria che attesti che la manifestazione della malattia è avvenuta entro il termine previsto. Se la malattia si è effettivamente manifestata oltre i termini tabellari sarà trattata come non tabellata.

Per gli epitelomi cutanei delle sedi fotoesposte il periodo massimo di indennizzabilità è invece illimitato. Per tutte le patologie neoplastiche professionali elencate nelle Nuove Tabelle delle malattie professionali il periodo massimo di indennizzabilità è stato abolito. Non esiste pertanto un limite di tempo per la denuncia di un epitelioma cutaneo delle sedi fotoesposte, dopo l'avvenuta cessazione dell'attività lavorativa, per poterlo considerare tabellato e dunque fruire della presunzione legale di origine.

Le stesse patologie sono state inserite nella **Tabella dell'Agricoltura alla voce 19**, ovviamente solo come **Malattie causate da radiazioni solari**, con le stesse sottovoci: a) **cheratosi attiniche (L57.0)**; b) **epitelomi cutanei delle sedi fotoesposte (C44)**; c) **Altre malattie** causate dalla esposizione alle radiazioni solari (ICD-10 da specificare) (Tabella E2.2). A differenza dell'Industria, nella seconda colonna non sono elencate lavorazioni specifiche ma *"lavorazioni svolte prevalentemente all'aperto"*. Con l'avverbio *"prevalentemente"* il legislatore, nell'ottica di non restringere la tutela

assicurativa a specifiche mansioni, vuole indicare che l'attività lavorativa all'aperto deve essere svolta con modalità sistematica ed abituale, prolungata nel tempo, quindi non sporadica né occasionale. I periodi massimi di indennizzabilità sono gli stessi indicati nella Tabella per l'Industria.

L'inclusione nelle Tabelle delle malattie professionali delle malattie causate da radiazioni solari ed in particolare dei tumori cutanei non melanocitici è stata coerente con acquisizioni scientifiche consolidate e recentemente confermate²⁰⁻²⁶.

Tabella E.2.2. Estratto della tabella delle malattie professionali nell'Agricoltura allegata al Decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale del 9 aprile 2008 (G.U. n. 169 del 21 luglio 2008).

NUOVA TABELLA DELLE MALATTIE PROFESSIONALI NELL'AGRICOLTURA DI CUI ALL'ART.211 DEL D.P.R. 1124/1965 E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI ED INTEGRAZIONI (ALL.N.5 al D.P.R. 1124/1965)		
MALATTIE (ICD-10)	LAVORAZIONI	Periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione della lavorazione
19) MALATTIE CAUSATE DALLE RADIAZIONI SOLARI:		
a) CHERATOSI ATTINICHE (L57.0)	Lavorazioni svolte prevalentemente all'aperto	2 anni
b) EPITELIOMI CUTANEI DELLE SEDI FOTOESPOSTE (C44)		Illimitato
d) ALTRE MALATTIE CAUSATE DALLA ESPOSIZIONE PROFESSIONALE ALLE RADIAZIONI U.V. COMPRESSE LE RADIAZIONI SOLARI (ICD-10 DA SPECIFICARE)		2 anni Illimitato in caso di malattie neoplastiche

Il melanoma cutaneo da esposizione lavorativa a radiazioni UV, incluse le solari, non risulta incluso nelle Tabelle delle malattie professionali né per l'Industria né per l'Agricoltura, tuttavia in virtù del citato sistema misto, tale neoplasia potrà essere denunciata all'INAIL ed eventualmente, qualora ne sia provata l'origine lavorativa, tutelata dall'Istituto assicuratore come malattia professionale non tabellata, con onere della prova a carico del lavoratore.

La tutela assicurativa INAIL nei confronti dei lavoratori affetti da malattia professionale, avviene attraverso l'erogazione di prestazioni sanitarie ed economiche. Al riconoscimento della malattia professionale segue infatti l'accertamento dei postumi e la valutazione del danno biologico²⁹, effettuata sulla base delle tabelle delle menomazioni. L'indennizzo in capitale è previsto per le menomazioni valutate tra il 6% e il 15%, quello in rendita per le menomazioni superiori al 15%. L'indennizzo viene determinato, dopo l'applicazione della tabella delle menomazioni, attraverso la tabella di indennizzo del danno biologico. L'indennizzo in capitale è indipendente dal reddito, varia in relazione all'età dell'assicurato, cresce con l'aumentare del grado della menomazione ed è uguale per i due generi, secondo il recente adeguamento

avvenuto con Determina del Presidente n.2 del 9 gennaio 2019. I nuovi importi riportati nella tabella dell'indennizzo in capitale, espressi in euro, derivano dalla ponderazione delle tabelle precedenti, che erano distinte per genere e prevedevano importi maggiori per le femmine rispetto ai maschi. L'indennizzo in rendita è costituito da una quota calcolata secondo i criteri dell'indennizzo del danno biologico, maggiorata di una quota ulteriore calcolata proporzionalmente al reddito dell'assicurato^{28,29}.

E.3 Quali sono gli adempimenti medico legali necessari in ordine all'evento malattia professionale?

Il **tema degli adempimenti medico-legali** necessari in ordine all'evento malattia professionale è argomento di estrema rilevanza non solo per motivi giuridici sanzionatori, ma anche per motivi etici, deontologici e sociali di tutela adeguata del lavoratore.

Gli obblighi legislativi nel momento in cui si pone diagnosi di malattia la cui eziologia potrebbe essere professionale o lavoro correlata sono:

- Referto (art.365 CP e 334 CCP)
- Denuncia/segnalazione ai sensi dell'art.139 del DPR 1124/1965 e s.m.i. (Testo Unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali)³⁰
- Certificazione di Malattia professionale ai sensi dell'art.53 del DPR 1124/1965 e s.m.i. (Primo certificato medico di Malattia Professionale)

Il fatto di chiamare questi tre atti genericamente *denunce*, pensando ad atti di informativa sostanzialmente analoghi ed equiparabili, produce confusione, anche in alcuni addetti ai lavori. In realtà sono obblighi distinti per contenuto (oggetto), destinatari e finalità.

1) Referto (art. 365 CP e 334 CCP)

Il referto è la notizia di reato ("*notizia criminis*") avente come destinatario l'Autorità Giudiziaria. L'omissione di referto è considerato un delitto contro l'amministrazione della giustizia di cui tratta l'articolo 365 del Codice Penale: "*Chiunque, avendo nell'esercizio di una professione sanitaria prestato la propria assistenza od opera in casi che possono presentare i caratteri di un delitto perseguibile d'ufficio, omette o ritarda di riferirne all'Autorità indicata ..., è punito con la multa fino a Euro 516....*". Il referto è la segnalazione indirizzata all'Autorità Giudiziaria o altra autorità. "*cui ha l'obbligo di riferire*" (Ufficiale di Polizia Giudiziaria, UPG anche dei Servizi di Prevenzione nei luoghi di lavoro dei dipartimenti di prevenzione delle aziende USL) di un delitto perseguibile d'ufficio in cui un esercente la professione sanitaria si sia imbattuto nel prestare la propria assistenza o opera e da cui parte l'azione del giudice per indagare su eventuali responsabilità. I delitti perseguibili d'ufficio sono, per quanto ci riguarda, quelli di lesione personale colposa grave e gravissima avvenuti per

omissione delle norme di prevenzione per gli infortuni sul lavoro o che abbiano determinato una malattia professionale che, in quanto malattia, rientra nella perseguibilità perché contiene quasi sempre i requisiti biologici che rendono grave o gravissima la lesione (prognosi superiore a 40 giorni, indebolimento permanente di un senso o di un organo, malattia certamente o probabilmente insanabile). L'art 365 del Codice Penale precisa che *"Questa disposizione non si applica quando il referto esporrebbe la persona assistita a procedimento penale"*, ad esempio perché artigiano in proprio o coltivatore diretto. L'articolo 365 del Codice Penale parla dunque del contenuto, dei destinatari e dell'esimente del referto. Riguardo al termine "possibilità" usato nell'articolo, la cassazione ha ribadito che la possibilità riguarda la possibile condotta colposa omissiva del datore di lavoro e non la possibilità che la malattia sia professionale (cfr. Corte di Cassazione, sentenza n. 4456/97). Ciò vuol dire che l'oggetto della denuncia è il sospetto reato, non una sospetta malattia professionale. Quindi l'esercente la professione sanitaria redige il referto quando ha la ragionevole certezza, tenuto conto dello stato attuale delle conoscenze scientifiche, dell'origine lavorativa della malattia, anche se non sa se c'è stata o meno una condotta colposa omissiva da parte del datore di lavoro. L'art.334 del Codice di procedura penale detta i tempi e le modalità per redigere il referto e le notizie che esso deve contenere. *"Chi ha l'obbligo del referto ... deve farlo pervenire entro quarantotto ore o, se vi è pericolo nel ritardo, immediatamente, al Pubblico ministero o a qualsiasi Ufficiale di Polizia Giudiziaria ..."* indicando *"...la persona alla quale è stata prestata assistenzale sue generalità, il luogo dove si trova attualmente e quanto altro valga a identificarla nonché il luogo, il tempo e le altre circostanze dell'intervento; dà inoltre le notizie che servono a stabilire le circostanze del fatto, i mezzi con i quali è stato commesso e gli effetti che ha causato o può causare.."* Se più persone hanno prestato assistenza tutte sono obbligate al referto *"tranne la possibilità di sottoscrivere un atto in comune"*

2) Denuncia/segnalazione ai sensi dell'art.139 del DPR 1124/1965

L' articolo 139 del Testo Unico (T.U.) approvato con DPR 1124/1965 recita: *"È obbligatoria per ogni medico, che ne riconosca l'esistenza, la denuncia delle malattie professionali, che saranno indicate in un Elenco da approvarsi con decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza sociale. La denuncia va fatta all'Ispettorato del Lavoro ... il quale ne trasmette copia all'ufficio del medico provinciale ..."*

L'articolo indica dunque il contenuto della Denuncia/segnalazione ossia le malattie dell'Elenco e il destinatario (un tempo l'Ispettorato del lavoro).

L'articolo 10 del D.lgs. 38/2000 (Disposizioni in materia di assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali, a norma dell'articolo 55, comma 1, della legge 17 maggio 1999, n. 144)³¹ ha rinnovato questo obbligo per il medico, preannunciando un nuovo Elenco e specificando nuovi destinatari, che assumono le funzioni svolte dai destinatari precedenti: *" Con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale ... è costituita una Commissione*

scientifica per l'elaborazione e la revisione periodica dell' Elenco delle malattie di cui all' art 139 e delle Tabelle di cui agli art. 3 e 211 del T.U. DPR 1124/65 e s.m.i. " La **Commissione scientifica**, costituita da componenti in rappresentanza di varie istituzioni tra le quali Ministero della Salute, INAIL, ISS, CNR, INPS, rappresentanti delle Aziende USL, ha pertanto il compito di revisionare sia l'Elenco delle malattie da denunciare/segnalare sia le Tabelle delle malattie professionali. Si comprende che i due elenchi, che spesso vengono confusi, non sono gli stessi, perché l'elenco ex art. 139 del T.U. DPR 1124/1965 riguarda malattie da segnalare con finalità epidemiologico/preventiva, mentre le Tabelle delle malattie professionali sono liste di malattie per le quali vige la presunzione legale dell'origine lavorativa (si veda FAQ 2) ed hanno finalità assicurativa.

Dal vetusto elenco del Decreto Ministeriale (DM) 18 aprile 1973, un nuovo elenco delle malattie da denunciare, ai sensi dell'art 139 del T.U. DPR 1124/196, ha visto la luce con il DM 27 aprile 2004, che è stato successivamente aggiornato per 3 volte: DM 14 gennaio 2008, DM 11 dicembre 2009 e DM 10 giugno 2014.

Il **DM 10 giugno 2014** del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, costituisce dunque l'ultimo aggiornamento dell'Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la Denuncia/segnalazione ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del T.U. (DPR 1124/1965 e s.m.i.). L'Elenco include malattie di probabile e possibile origine lavorativa da tenere sotto osservazione ai fini della periodica revisione delle Tabelle delle malattie professionali ed è strutturato in 3 liste.

- **Lista I.** Malattie la cui origine lavorativa è di **elevata probabilità**. Esse costituiscono la base per la revisione ed aggiornamento delle Tabelle delle malattie professionali ex artt. 3 e 211 del *Testo Unico (DPR 30 giugno 1965, n.1124 e s.m.i.)*
- **Lista II.** Malattie la cui origine lavorativa è di **limitata probabilità**, per le quali non sussistono ancora conoscenze sufficientemente approfondite per includerle nel primo gruppo;
- **Lista III.** Malattie la cui origine lavorativa è **possibile**, per le quali non è definibile il grado di probabilità per le sporadiche ed ancora non precisabili evidenze scientifiche.

Per ogni lista vi è una suddivisione in gruppi di malattie (malattie da agenti chimici, fisici, biologici, malattie dell'apparato respiratorio, malattie della pelle e tumori professionali). Le liste sono divise in colonne in cui la prima indica il rischio, la seconda la malattia e la terza colonna il **codice identificativo** da inserire nel modulo della Denuncia/segnalazione.

In particolare, in **Lista I** nel Gruppo 6 (TUMORI PROFESSIONALI) è incluso l'**EPITELIOMA CUTANEO DELLE SEDI FOTOESPOSTE** da esposizione professionale a RADIAZIONI SOLARI (codice identificativo: I.5.07. C44), mentre nel Gruppo 5 (MALATTIE DELLA PELLE ESCLUSI I TUMORI IN QUANTO RIPORTATI NEL GRUPPO 6) sono incluse le **CHERATOSI ATTINICHE** da esposizione professionale a RADIAZIONI SOLARI (codice identificativo: I.5.07. L57.0) e le **CHERATOSI ATTINICHE** da esposizione professionale a

RADIAZIONI UV (codice identificativo: I.5.08. L57.0). Sempre nella lista I, nel Gruppo 5 sono incluse le **DERMATITI ESOGENE DI NATURA FOTOALLERGICA E/O FOTOTOSSICA** in relazione all'esposizione professionale a COMPOSTI FOTOATTIVI (codice identificativo I.5.02. L56). Le parti di interesse estratte dalla lista allegata al DM 10 giugno 2014 sono riportati in tabella E.2.3.

Tabella E.2.3. Estratti della lista allegata al Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 10 giugno 2014 (G.U. n. 212 del 12 settembre 2014).

ALLEGATO
MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI Aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del testo unico approvato con decreto del Presidente della Repubblica 30 Giugno 1965 n.1124, e successive modifiche e integrazioni (G.U. 12-9-2014 Serie Generale n.212)

LISTA 1 – MALATTIE LA CUI ORIGINI LAVORATIVA E' DI ELEVATA PROBABILITA'

LISTA 1						
GRUPPO 5 – MALATTIE DELLA PELLE ESCLUSI I TUMORI IN QUANTO RIPORTATI NEL GRUPPO 6						
AGENTI		MALATTIE			CODICE (#) IDENTIFICATIVO	
02	COMPOSTI FOTOATTIVI	DERMATITI ESOGENE DI NATURA FOTOALLERGICA E FOTOTOSSICA			I.5.02	I.56
07	RADIAZIONI SOLARI	CHERATOSI ATTINICHE			I.5.07	I.57.0
08	RADIAZIONI UV	CHERATOSI ATTINICHE			I.5.08	I.57.0

LISTA 1						
GRUPPO 6 – TUMORI PROFESSIONALI						
AGENTI		MALATTIE			CODICE (#) IDENTIFICATIVO	
16	RADIAZIONI SOLARI	EPITELIOMA CUTANEO DELLE SEDI FOTOESPOSTE			I.5.07	C.44

L'**oggetto** della Denuncia/segnalazione ex art. 139 del T.U. DPR 1124/1965 sono dunque le malattie incluse nelle tre liste dell'Elenco. La classificazione nelle tre liste non ha alcuna ripercussione sull'obbligo che resta sempre.

I **destinatari** sono 3: Aziende USL Servizi di prevenzione dei dipartimenti di prevenzioni, Direzione territoriale del lavoro (DTL) ed INAIL e sono strettamente legati alle finalità di questo adempimento. Da una parte l'invio alle Aziende USL Servizi di Prevenzione dei dipartimenti di Prevenzione e alla DTL, indica la finalità di **prevenzione, vigilanza ed epidemiologica**, al fine di innescare un meccanismo di controllo e bonifica di eventuali ambienti con alta incidenza di determinate malattie (non finalità di referto); dall'altra l'invio all'INAIL soddisfa la finalità di **studio epidemiologico**, non di richiesta di prestazione assicurativa. Le Denunce/segnalazioni che giungono all'Istituto assicuratore non danno l'avvio all'iter per il riconoscimento della malattia professionale ma vanno a confluire nel "**REGISTRO NAZIONALE DELLE MALATTIE CAUSATE DAL LAVORO OVVERO AD ESSO CORRELATE**", istituito presso la banca dati INAIL ai sensi

dell'art. 10, Comma 5 del D.lgs. 38/2000. Il Registro è attivo dal gennaio 2006 e rappresenta un osservatorio nazionale delle caratteristiche ed evoluzioni del fenomeno tecnopatico, a cui possono accedere tutti i soggetti pubblici ai quali sono attribuiti compiti in materia di protezione della salute e di sicurezza sui luoghi di lavoro. Costituisce uno strumento informativo per revisionare sia l'Elenco che le Tabelle delle malattie professionali e per evidenziare le malattie professionali che non vengono denunciate all'Istituto assicuratore e che determinano il fenomeno delle "malattie professionali perdute e sconosciute", al fine di valutare le eventuali opportune iniziative a tutela dei lavoratori.

Tutti i medici sono tenuti a compilare la Denuncia/segnalazione ex art. 139 T.U. DPR 1124/1965: medico di medicina generale, medico competente, medico, ospedaliero, medico specialista ambulatoriale, medico libero professionista, etc.: il medico è obbligato alla denuncia anche senza il consenso del lavoratore e anche se il soggetto non è assicurato INAIL o è un lavoratore irregolare. L'omissione è **sanzionata** *"...i contravventori sono puniti con l'arresto fino a tre mesi e l'ammenda da Euro 258 a Euro 1032.."*.³² In passato la sanzione era diversificata in base alla tipologia del medico, essendo maggiorata se ad omettere l'adempimento era il medico competente: l'orientamento giuridico attuale è per una sanzione uguale per tutti i medici, indipendentemente dal ruolo.

La costruzione dell'Elenco è dunque correlata alle evidenze scientifiche ed epidemiologiche. Di conseguenza, confrontando i vari aggiornamenti vediamo che alcune malattie entrano altre escono, altre scendono dalla lista 2 alla lista 3 o viceversa. È importante sottolineare che in nessuna delle 3 liste dell'elenco attualmente in vigore (DM 10 giugno 2014) è inserito il **Melanoma della cute da esposizione lavorativa a radiazioni solari**. Tale fattispecie era invece presente nel precedente elenco del DM 11 dicembre 2009, nella lista II (Malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità), Gruppo 6 (TUMORI PROFESSIONALI), con il codice identificativo II.6.12. C43. Questa modifica apportata dall'ultimo aggiornamento, che ha suscitato non poche perplessità negli addetti ai lavori e che è auspicabile venga rivista in occasione di un eventuale prossima revisione dell'Elenco, rappresenta un evidente elemento di criticità sia ai fini epidemiologici sia ai fini dell'eventuale possibilità di inserimento di tale neoplasia nelle Tabelle delle malattie professionali, essendo l'elenco propedeutico all'aggiornamento di quest'ultime.

3) **Certificazione di Malattia professionale ai sensi dell'art.53 del DPR 1124/1965 e s.m.i. (Primo certificato medico di Malattia Professionale)**

Il certificato medico di Malattia professionale ha finalità assicurativa di richiesta delle prestazioni INAIL che sono economiche e sanitarie (curative, riabilitative e protesiche). La modulistica approntata dall' INAIL (modello 5SS scaricabile dal sito www.inail.it) è in triplice copia: una per l'INAIL, una per il lavoratore ed una per il datore di lavoro, quest' ultima a differenza delle precedenti contiene soltanto i dati anagrafici e non quelli cosiddetti sensibili. A differenza della Denuncia/ segnalazione ex art 139 T.U. DPR 1124/1965, il Primo certificato medico di malattia professionale richiede il consenso informato a procedere da parte del lavoratore e non è un obbligo inteso come autonoma iniziativa del medico, ma è un obbligo deontologico, poiché fa parte integrante della professione medica redigerlo. *"secondo scienza e coscienza, senza atteggiamenti restrittivi né superficiali..."* (art 24 del Codice Deontologico)³³.

L'art. 21 del D.lgs. 151/2015 (cosiddetto decreto semplificazione)³⁴ ha apportato modifiche all'art. 53 del DPR 1124/1965 anche per quanto riguarda la certificazione di malattia professionale stabilendo che: *"Ogni certificato di infortunio sul lavoro o di malattia professionale deve essere trasmesso esclusivamente per via telematica all'Istituto assicuratore, direttamente dal medico o dalla struttura sanitaria competente al rilascio, contestualmente alla sua compilazione". "La trasmissione per via telematica del certificato di infortunio sul lavoro o di malattia professionale ... è effettuata utilizzando i servizi telematici messi a disposizione dall'Istituto assicuratore"* L'iter diviene in tal caso sovrapponibile a quello dei certificati di malattia INPS: mentre prima il medico compilava il certificato e lo consegnava al paziente lavoratore ora il medico stesso, laddove abilitato, provvede all'inoltro telematico del certificato e al paziente lavoratore viene dato il riferimento telematico. Dalla lettura del comma 3 dell'articolo 21 del D.lgs. 151/2015 si evince, inoltre, che il medico, qualora rediga la certificazione ai fini assicurativi risulta esentato dal fare la Denuncia/segnalazione ex art.139 T.U. DPR 1124/1965. Il comma sopracitato infatti recita *..." con la trasmissione per via telematica del certificato di malattia professionale..... si intende assolto, per le malattie professionali indicate nell'Elenco di cui all'articolo 139 del decreto del Presidente della Repubblica n. 1124 del 1965, l'obbligo di trasmissione della denuncia di cui al medesimo articolo 139..."*, che rappresenta certamente una semplificazione. E' opportuno però ricordare le finalità totalmente diverse dei due adempimenti: l'uno - il certificato ai sensi dell'art.53- ha fini assicurativi, di richiesta delle prestazioni INAIL e necessita il consenso informato a procedere da parte del lavoratore; l'altro - la Denuncia/segnalazione ex art.139 - ha fini epidemiologici, per alimentare il Registro Nazionale delle malattie causate dal lavoro ovvero ad esso correlate, non richiede il consenso del lavoratore, può (e deve) essere fatta anche senza effettuare la certificazione per la richiesta di riconoscimento INAIL e prevede altri due destinatari, i rappresentanti delle aziende USL e la DTL, per i quali rimane in ogni caso l'obbligo dell' invio.

Qualora il paziente lavoratore non voglia attivare la richiesta della tutela assicurativa INAIL e non esprima il suo consenso, il medico non è obbligato a redigere il Primo certificato di malattia professionale (art.53 DPR 1124/1965 e s.m.i.) ma rimane comunque l'obbligo di inoltrare il Referto (art.365 CP) e, qualora la malattia sia inclusa nelle liste dell'Elenco di cui al DM 10 giugno 2014, di compilare la Denuncia/segnalazione ex art 139 del T.U. DPR 1124/1965.

In conclusione riguardo agli adempimenti di fronte a possibili malattie professionali sussistono **obblighi giuridici sanzionabili** e **obblighi deontologici**, sostanzialmente finalizzati ad una migliore tutela del cittadino lavoratore (si veda Tab E3.1). Fra i compiti deontologici particolare importanza riveste quello della **informazione del lavoratore** rispetto agli atti compiuti (certificazione, denuncia/segnalazione, referto) per il fatto che essi innescano dei meccanismi a ricaduta individuale ed il lavoratore deve essere informato sui risvolti medico legali che questi atti implicano.

Tabella E3.1 Adempimenti in tema di malattia professionale.

ADEMPIMENTO	OGGETTO	RIFERIMENTO LEGISLATIVO	DESTINATARI	FINALITA'
Referto	Lesioni colpose gravi e gravissime	Art.365 del Codice Penale e art. 334 Codice Procedura Penale	Autorità giudiziaria (UPG dell'ASL)	Giustizia Penale
Denuncia / Segnalazione ex art.139	Malattie Elenco DM 10/06/2014	Art. 139 del TU DPR 1124/1965 e s.m.i Art.10 D.lgs. 38/2000	DTL ASL RNMP * C/O INAIL	Epidemiologia Vigilanza Preventiva
Qualsiasi possibile malattia professionale (MP)	1° Certificato di MP	Art. 53 T.U. DPR 1124/1965 w s.m.i.	Lavoratore Datore di Lavoro INAIL	Assicurativa

* Registro Nazionale delle Malattie Professionali

BIBLIOGRAFIA

1. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Solar and Ultraviolet Radiation. Volume 55 WHO Press: Lyon, France, 1992
2. International Agency for Research on Cancer IARC, WHO. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, Volume 100 D: Radiation, Lyon 2012 ([http:// http://monographs.iarc.fr](http://monographs.iarc.fr))
3. Pedersen et al. Hydrochlorothiazide use and risk of nonmelanoma skin cancer: a nationwide case-control study from Denmark. *J Am Acad Dermatol* 2018; 78:673.
4. Pottegard A, et al. Hydrochlorothiazide use is strongly associated with risk of lip cancer. *J Intern Med* 2017; 282: 322–331 et al. Association of hydrochlorothiazide use and risk of malignant melanoma. *JAMA Intern Med* 2018; 178:1120
5. Gandini S, et al., Anti-hypertensive drugs and skin cancer risk: a review of the literature and meta-analysis *Crit Rev Oncol Hematol.*2018 Feb; 122:1-9
6. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Protecting Workers from Ultraviolet Radiation. ICNIRP 14/2007. Oberschleißheim. 2007. Available online: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/>
7. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP statement - Protection of workers against ultraviolet radiation. *Health Phys* 2010; 99(1): 66-87. doi: 10.1097/HP.0b013e3181d85908
8. Grandi C, Borra M, Militello A, Polichetti A. Impact of climate change on occupational exposure to solar radiation. *Ann. Ist. Super Sanità* 2016; 52(3): 343-356. doi: 10.4415/ANN_16_03_06
9. Brand RM, McMahon L, Jendrzewski JL, Charron AR Transdermal absorption of the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid is enhanced by both ethanol consumption and sunscreen application *Food Chem Toxicol.* 2007 Jan; 45(1):93-7
10. Pont AR, Charron AR, Brand RM. Active ingredients in sunscreens act as topical penetration enhancers for the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2004 Mar 15;195(3):348-54
11. Ossicini A. Infortuni e malattie professionali. Metodologia operativa 2.0. Pubblicazione realizzata da INAIL, Sovrintendenza Sanitaria Centrale – Roma, 2014.
12. Circolare Inail n. 70 del 24 ottobre del 2001 (www.inail.it)
13. Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, Decreto 9 aprile 2008 Nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura. *Gazzetta Ufficiale* n. 169 del 21 luglio 2008.
14. Calabretta VM, Acciai MC. Le neoplasie professionali da esposizione a radiazione solare UV: denunce e riconoscimenti. *Rivista degli infortuni e delle malattie professionali* 2012; 1:241-251.
15. Vanni E, Acciai MC, Calabretta VM, Parrini L. I tumori cutanei professionali da radiazioni solari e U.V., in *Atti del VIII Convegno Nazionale di Medicina Legale e Previdenziale: Dieci anni dal decreto 38/2000*, Sorrento, 13-15 ottobre 2010.
16. Circolare Inail n.80 del 30 settembre 1997 (www.inail.it).
17. Decreto Legislativo 23 febbraio 2000, n. 38.*Gazzetta Ufficiale* n. 50 del 1 marzo 2000.

18. Circolare Inail n.47 del 24 luglio 2008 (www.inail.it).
19. Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII Capo I, II, III, IV, V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. Indicazioni operative. In collaborazione con ISS. Documento n°1 ISPEL 2009.
20. Schmitt J, Diepgen T, Bauer A. Occupational exposure to non-artificial UV light and non-melanocytic skin cancer - a systematic review concerning a new occupational disease, *J. Deutsch. Dermatol.Ges.*2010 Apr; 8 (4): 250-264.
21. Schmitt J, Seidler A, Diepgen TL, Bauer A. Occupational ultraviolet light exposure increases the risk for the development of cutaneous squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Dermatol.* 2011; 164 (2): 291-307.
22. Bauer A, Diepgen TL, Schmitt J. Is occupational solar ultraviolet irradiation a relevant risk factor for basal cell carcinoma? A systematic review and meta-analysis of the epidemiological literature, *Br. J. Dermatol.* 2011;165 (3): 612-625.
23. Miligi L, Benvenuti A, Legittimo P et. al Rischio da radiazione solare ultravioletta nei lavoratori outdoor: piano mirato della Regione Toscana. Solar ultraviolet radiation risk in outdoor workers: a specific project of Tuscany Region (Italy). *Epidemiol Prev* 2013; 37 (1): 51-59.
24. Modenese A, Korpinen L, Gobba F. Solar Radiation Exposure and Outdoor Work: An Underestimated Occupational Risk. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15(10):2063.
25. Modenese A, Ruggieri FP, Bisegna F, et al. Occupational Exposure to Solar UV Radiation of a Group of Fishermen Working in the Italian North Adriatic Sea. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16(16):3001.
26. Miligi L. Ultraviolet radiation exposure: some observations and considerations, focusing on some Italian experiences, on cancer risk, and primary prevention. *Environments* 2020, 7, 10; doi:10.3390/environments7020010.
27. Decreto Legislativo 23 febbraio 2000, n. 38. Art 13 "Danno biologico". *Gazzetta Ufficiale* n. 50 del 1 marzo 2000.
28. Decreto Ministeriale 12 luglio 2000. Approvazione di "Tabella delle menomazioni"; "Tabella indennizzo danno biologico"; "Tabella dei coefficienti", relative al danno biologico ai fini della tutela dell'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali. *Gazzetta Ufficiale* n.172 del 25 luglio 2000. Supplemento. Ordinario n.119.
29. DETPRES del 9 gennaio 2019 N. 2 Decreto legislativo n. 38/2000, art. 13. Adeguamento della "Tabella indennizzo danno biologico" approvata con decreto ministeriale 12 luglio 2000.
30. Decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965 n.1124 "Testo Unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali". Supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 257 del 13 ottobre 1965.
31. Decreto Legislativo 23 febbraio 2000, n. 38 "Disposizioni in materia di assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali, a norma dell'articolo 55, comma 1, della legge 17 maggio 1999, n. 144". *Gazzetta Ufficiale* n. 50 del 1 marzo 2000.
32. Denuncia/segnalazione di malattia ai sensi degli artt. 139 DPR 1124/1965 e del D.lgs. 38/2000 Decreto del Ministero del Lavoro e della Politiche Sociali del 10/06/2014. *Gazzetta Ufficiale* n.212 del 12 settembre 2015.

33. Art.24 "Il medico è tenuto a rilasciare alla persona assistita certificazione allo stato di salute che attestino in modo puntuale e diligente i dati anamnestici raccolti e/o i rilievi clinici direttamente constatati od oggettivamente documentati." Codice Deontologico Medico Approvato da CN FNOMCeO 18.5.2014 Torino.
34. Decreto Legislativo 14 settembre 2015, n.151. "Disposizioni di razionalizzazione e semplificazione delle procedure e degli adempimenti a carico di cittadini e imprese e altre disposizioni in materia di rapporto di lavoro e pari opportunità, in attuazione della legge 10 dicembre 2014, n. 183. (15G00164). Gazzetta Ufficiale n.221 del 23 settembre 2015. <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/ruoli-figure-C-7/medico-competente-C-77/sanzioni-ai-medici-per-omessa-certificazione-AR-15363/> - _ftnref1

CREDITS

Il testo è stato redatto dal Gruppo di lavoro Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico Interregionale
- INAIL - ISS composto da:

Iole Pinto (Azienda USL Toscana Sud Est) Coordinatrice Gruppo Tematico Agenti Fisici

Coordinatrici del gruppo di lavoro Radiazione UV solare:

Lucia Bramanti (Azienda USL Toscana Nord Ovest)

Lucia Miligi (ISPRO - Regione Toscana)

Sara Adda (ARPA Piemonte)

Andrea Bogi (Azienda USL Toscana Sud Est),

Lorenzo Bordini (Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico- Milano)

Massimo Borra (INAIL)

Giovanni De Vito (Azienda Socio Sanitaria Territoriale di Lecco)

Stefania Facta (ARPA Piemonte);

Laura Filosa (INAIL),

Carlo Grandi (INAIL);

Andrea Militello (INAIL),

Stefania Saudino (ARPA Piemonte);

Angelo Tirabasso (INAIL),

Alessandro Polichetti (ISS);

Roberta Pozzi (ISS),

Si ringraziano gli esperti che hanno fattivamente contribuito alla stesura ed alla revisione del documento:

Maria Cristina Acciai (INAIL Sov. Medica Toscana);

Luisa Biazzi (Università Pavia);

Alessandra Chiarugi (ISPRO)

Riccardo Di Liberto (IRCCS Policlinico S. Matteo PV);

Simone Falsoni (ENI);

Francesco Frigerio (Fondazione IRCCS Maugeri Padova);

Fabriziomaria Gobba (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia);

Alberto Modenese (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia);

Alex Soldi (ENI);

Paolo Zanichelli (ARPAE);

Enrica Zinzini (INAIL Sede provinciale BS);

Referenti Regione Toscana:

Giovanna Bianco, Elisabetta De Melis, Vincenzo Di Benedetto Trofimenia Galibardi



**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di
lavoro delle Regioni e delle Province autonome**
Gruppo Tematico Agenti Fisici

Decreto Legislativo 81/2008

Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a MICROCLIMA

Indicazioni operative

in collaborazione con:



INAIL – Istituto Nazionale
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro



Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di
Lavoro il 21/07/2021*

INDICE

<u>SEZIONE A</u> <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dovuti all'esposizione a caldo/freddo?	9
A.2	Cosa si intende con "ambiente termico moderato"?	12
A.3	Cosa si intende con "ambiente termico severo"?	12
A.4	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio microclima?	13
A.5	In quali casi e con quali modalità va attivata la sorveglianza sanitaria in relazione al rischio microclima?	15

<u>SEZIONE B</u> <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA E LA STIMA DEI PARAMETRI MICROCLIMATICI</i>		
B.1	Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura delle grandezze fisiche ambientali?	21
B.2	Quali criteri vanno applicati per la taratura della strumentazione di misura?	22
B.3	Come si effettua la stima dell'attività metabolica?	23
B.4	Come si effettua la stima delle quantità fisiche descrittive del vestiario?	26
B.5	Secondo quale metodologia deve essere effettuata la misura delle grandezze fisiche ambientali?	29
B.6	Quali sono il periodo dell'anno e l'orario più opportuno per eseguire una misura delle grandezze fisiche ambientali?	29
B.7	Quali fattori devono essere considerati per definire il numero di postazioni di misura e la relativa collocazione spaziale delle stesse in un ambiente termico moderabile?	30
B.8	Quale deve essere la posizione delle sonde in una postazione di misura?	31
B.9	Quale deve essere il numero di misure da eseguire in ciascuna postazione?	31
B.10	Quale deve essere la durata minima di una misura delle grandezze fisiche ambientali?	31
B.11	Quale deve essere il tempo minimo da interporre fra due misure consecutive?	32
B.12	Secondo quali criteri l'ambiente termico può essere considerato stazionario in relazione al soggetto esposto?	33
B.13	Come si procede in presenza di ambienti non stazionari?	34
B.14	Secondo quali criteri un ambiente termico può essere considerato omogeneo attorno al soggetto esposto?	36
B.15	Come si stima l'incertezza di misura?	37

<u>SEZIONE C</u> <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>		
C.1	In quali situazioni lavorative è necessario procedere sempre ad una valutazione dettagliata del microclima?	43
C.2	Quali strategie sono utilizzabili per la valutazione del rischio microclima?	44
C.3	Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione"?	45
C.4	E' sempre necessario effettuare misurazioni specifiche ai fini della valutazione del rischio microclima?	45
C.5	Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione del comfort (discomfort) termico?	46
C.6	Cosa s'intende con "comfort/discomfort locale" e come si valuta?	48
C.7	Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione dello stress termico da ambiente caldo?	52
C.8	Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione dello stress termico da ambiente freddo?	55
C.9	Quali sono le grandezze fisiche ambientali ed i parametri personali/soggettivi che devono essere stimati nell'ambito di una valutazione microclimatica?	58
C.10	E' possibile effettuare la media su più giorni/settimane/mesi ai fini della valutazione dei parametri di comfort/rischio associati all'ambiente termico?	61
C.11	Quali sono i co-fattori di rischio da valutare in relazione all'esposizione a microclima?	61
C.12	Come si valuta il rischio microclima in lavorazioni outdoor?	62
C.13	Esistono criteri specifici per la valutazione del microclima nei mezzi di trasporto?	63
C.14	Come si effettua la valutazione del rischio microclima per soggetti con suscettibilità individuali?	67

<u>SEZIONE D</u> <i>GESTIONE DEL RISCHIO</i>		
D.1	Come comportarsi all'esito della valutazione?	75
D.2	Come deve essere strutturato e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al Documento di Valutazione del rischio microclima?	78
D.3	Esistono dispositivi di protezione individuali o dispositivi ausiliari indossabili?	79

D.4	Informazione e formazione: quando e con quali contenuti? In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione?	80
D.5	Come gestire il rischio microclima per lavoratori outdoor?	82
D.6	Come gestire il rischio per lavoratori in regime di auto restrizione idrica?	85
D.7	Quali criteri per gestire l'acclimatemento?	86
D.8	Quali indicazioni operative in relazione all' insorgenza di malattie da calore sul luogo di lavoro?	88

SEZIONE E
VIGILANZA

E.1	Nell'ambito del D.Lgs. 81/2008, in ottemperanza a quali riferimenti deve essere effettuata la valutazione del microclima?	93
E.2	In quali casi è appropriato richiedere da O.V. che la valutazione va eseguita in riferimento al Titolo VIII, ed in quali in riferimento all'Allegato IV del D.Lgs. 81/2008?	94
E.3	Esistono ambienti nei quali i valori limite di accettabilità delle quantità microclimatiche sono stabiliti da legislazione specifica?	95
E.4	Esistono dei limiti di riferimento per le situazioni in cui i lavoratori passano da ambienti freddi ad ambienti caldi o viceversa?	96
E.5	Come deve essere gestito il rischio microclima nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	97

	Bibliografia	99
	Osservazioni pervenute	104

SEZIONE A

EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA

A.1 Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dovuti all'esposizione a caldo/freddo?

Fisiologia della termoregolazione

L'organismo umano viene definito "omeotermo", è in grado, cioè, di mantenere costante la propria temperatura centrale in un range ristretto di $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ nelle più diverse condizioni climatiche, attraverso continui scambi termici con l'ambiente circostante che avvengono per convezione, evaporazione, irraggiamento e, in misura minore, per conduzione tramite la superficie cutanea e per convezione ed evaporazione attraverso l'attività respiratoria. Nella maggior parte dei casi gli scambi termici tra l'ambiente e le persone che operano al suo interno sono condizionati da 4 parametri ambientali (temperatura, velocità e umidità relativa, temperatura media radiante) e 2 parametri legati al soggetto (metabolismo energetico e isolamento termico dell'abbigliamento).

Il mantenimento dell'equilibrio termico è assicurato da un complesso sistema di termoregolazione in cui l'ipotalamo, nella sua regione anteriore e nell'area preottica, svolge la funzione di un vero e proprio termostato. A queste aree giungono informazioni provenienti dai termocettori profondi centrali che rendono conto delle variazioni della temperatura centrale dell'organismo e dai termocettori periferici sensibili al caldo (corpuscoli di Ruffini) e al freddo (corpuscoli di Krause), diffusi su tutta la superficie corporea.

Il centro di termoregolazione ipotalamico integra tali informazioni e con un meccanismo di controllo nervoso a feed-back attiva gli effettori periferici modulando la risposta in relazione alla necessità di dissipare il calore o di incrementarne la produzione.

Patologie da caldo

Lavorare al caldo pone richieste conflittuali al sistema cardiovascolare, in relazione alla tipologia di attività svolta ed alle caratteristiche individuali del soggetto: da una parte la vasodilatazione periferica aumenta il flusso di sangue verso la superficie corporea nel tentativo di dissipare il calore che tende ad incrementare la temperatura centrale; dall'altra, l'attività fisica richiede a sua volta un incremento del flusso sanguigno verso i distretti muscolari interessati dallo sforzo. Poiché la gittata cardiaca non può comunque eccedere il flusso garantito dal ritorno venoso, la capacità cardiaca costituisce un fattore limitante per il lavoro intenso svolto in ambienti severi caldi e il sistema cardiovascolare può trovarsi in una condizione di sovraccarico tale da non poter soddisfare adeguatamente entrambe le esigenze.

Una patologia tipicamente correlata al lavoro in ambienti caldi è la sincope da calore, dovuta a un'eccessiva vasodilatazione che dà luogo a stasi venosa

periferica, ipotensione e insufficiente flusso sanguigno cerebrale, manifestandosi con una perdita di coscienza preceduta da pallore, stordimento e vertigini. Nei soggetti che svolgono attività lavorativa in ambienti severi caldi, in particolare se non acclimatati, si accompagna spesso ad una ipertermia che può raggiungere i 39°C, ma non comporta né abolizione della sudorazione né agitazione motoria.

Una condizione più grave di quella descritta è rappresentata dall'esaurimento della termoregolazione, che può manifestarsi tramite due **forme cliniche (iperpiressia e colpo di calore)** in cui l'elemento comune è costituito dall'innalzamento della temperatura centrale al di sopra dei 40,5°C e dall'arresto della sudorazione, dovuti al blocco dei meccanismi centrali della termoregolazione, mentre si distinguono essenzialmente per la diversa intensità dei sintomi nervosi: agitazione o delirio nel caso di iperpiressia, con cute secca e ardente, prostrazione, grave ipotonia muscolare, polipnea, tachicardia, incoordinazione motoria; convulsioni epilettiformi o coma nel colpo di calore, che costituisce un aggravamento della forma precedente e può essere letale se non trattato rapidamente.

I crampi da calore costituiscono una condizione patologica caratterizzata da spasmi muscolari dolorosi della durata di 1-3 minuti a carico di gastrocnemio (polpaccio), addome, colonna vertebrale, causati dallo svolgimento di attività muscolari intense in ambiente caldo-umido. Sono preceduti in genere da astenia ingravescente, cute umida, calda e arrossata, ipotensione, e possono essere prevenuti da un'adeguata assunzione di acqua e dalla somministrazione di soluzioni isotoniche di cloruro di sodio.

L'inadeguato ripristino delle perdite d'acqua conseguenti alla sudorazione può portare nel giro di qualche ora al deficit idrico. I disturbi da disidratazione cominciano a manifestarsi quando le perdite raggiungono il 5% del volume d'acqua totale con sintomi e segni clinici rappresentati da: sete marcata, polso rapido, sudorazione ridotta o abolita, densità urinaria elevata, sodio plasmatico aumentato. Il deficit sodico è dovuto ad inadeguato ripristino del sodio perso con il sudore e si instaura generalmente dopo almeno 3-5 giorni di esposizione, con i seguenti sintomi e segni: intensa sensazione di fatica, polso lento, sete discreta, frequenti vertigini, crampi e vomito, emoconcentrazione precoce e pronunciata, marcata diminuzione di sodio e cloro urinari, riduzione del sodio plasmatico.

Tra le manifestazioni da esposizione ad ambienti severi caldi rientrano patologie a carico della pelle e delle ghiandole sudoripare quali le ustioni, sia per contatto con un solido o un liquido caldi, sia per irradiazione; un disturbo più lieve è rappresentato dall'eritema da calore, che consiste in un'eruzione papulo-vescicolosa con eritema e prurito, conseguente ad eccessiva e prolungata presenza di sudore sulla pelle. Tale manifestazione può essere

seguita da anidrosi, cioè arresto della secrezione di sudore, dovuta all'ostruzione dei canali escretori delle ghiandole sudoripare da parte di tappi di cheratina.

Patologie da freddo

Si distinguono patologie sistemiche e patologie localizzate. Tra le patologie sistemiche rientra l'orticaria da freddo, tipica di soggetti con abnorme reattività alle basse temperature, nei quali l'esposizione anche breve al freddo non eccessivo può essere seguita da vasodilatazione prolungata, con formazione di elementi eritemato-pomfoidi dolenti e pruriginosi. Tali elementi possono estendersi a tutto il corpo e può accompagnarsi una reazione sistemica con tachicardia, ipotensione, vampate al volto e anche sincope. Decisamente più grave è l'assideramento, sindrome connessa all'abbassamento della temperatura del nucleo corporeo causata dall'esposizione prolungata al freddo e caratterizzata da progressiva depressione delle funzioni vitali. Si distinguono generalmente tre fasi: resistenza, scompenso termico, coma.

Tra le patologie localizzate, viene descritta l'acrocianosi, dermatosi caratterizzata da aspetto cianotico-violaceo, ipotermia ed iperidrosi delle zone distali degli arti, cui si associano ipoestesi e parestesie delle zone interessate, prevalente nel sesso femminile. Alla base vi è una circolazione periferica torpida per spasmo arteriolare ed atonia venulo-capillare. Geloni ed eritema pernio sono invece manifestazioni localizzate alle estremità, causate dalla esposizione al freddo e che interessano soggetti predisposti (linfatisimo, anemia, distonia neurovegetativa), prevalentemente di sesso femminile, alla cui base vi è un'alterata regolazione del tono e della permeabilità vascolare con edema localizzato. Nello specifico, il gelone acuto si manifesta con un gonfiore caldo, arrossato, ben delimitato, molto pruriginoso, nel contesto di cute iperidrosica, tesa, lucida, sul dorso delle dita delle mani e dei piedi, sui talloni, oppure ai padiglioni auricolari o al naso. L'eritema pernio interessa le zone distali delle gambe con formazione bilaterale e simmetrica di lesioni piccole, non dolenti, rotondeggianti, di color rosso opaco o violaceo, a volte con vescicole emorragiche centrali. Possono residuare esiti cicatriziali ed atrofia della cute e del tessuto sottocutaneo. Il congelamento interessa prevalentemente le estremità (mani, piedi, orecchie, naso) ed è caratterizzato da una successione di fasi: parestesie con ipoestesia locale (fase preiperemica); I grado (aumento di parestesie, insensibilità e dolore con cute rosso-cianotica, tumefatta, screpolata); II grado (iperidrosi spiccata con vescicole e flittene emorragiche; III grado (necrosi della cute che si estende progressivamente ai tessuti sottostanti fino alla gangrena, con febbre associata e stato tossico-stuporoso.

Effetti di tipo infortunistico

Lo stress termico può causare infortuni sul lavoro. Inoltre malori causati dallo stress termico possono ridurre la capacità di attenzione del lavoratore e quindi aumentare il rischio di infortuni, come tipicamente avviene nel caso degli addetti alla conduzione di macchinari o di veicoli.

Le tipologie e modalità di infortunio più frequenti a seguito di stress termico subito dal lavoratore sono: incidenti di trasporto, scivolamenti e cadute, contatto con oggetti o attrezzature, ferite, lacerazioni e amputazioni.

A.2 Cosa si intende con "ambiente termico moderato"?

Secondo la sezione 1 – *Scope* della norma UNI EN ISO 7730 [9], che riguarda la valutazione del benessere termico, un ambiente termico moderato è un ambiente nel quale si manifestano scostamenti "moderati" dalle condizioni ideali di comfort termico ("moderate deviations from thermal comfort occur").

In un ambiente termico moderato il soggetto riesce a mantenere l'equilibrio termico del corpo con ridotte sollecitazioni del sistema di termoregolazione.

A.3 Cosa si intende con "ambiente termico severo"?

Da un punto di vista normativo non esiste alcuna definizione formale di ambiente termico severo. La norma UNI EN ISO 7730 [9] fa semplicemente riferimento ad "extreme thermal environments", che rappresentano i campi di applicazione delle norme UNI EN ISO 7243 [10], UNI EN ISO 7933 [11] entrambe riguardanti la valutazione di situazioni di stress da calore e della norma UNI EN ISO 11079 [12] riguardante la valutazione di situazioni di stress da freddo.

Da un punto di vista fisiologico, un ambiente termico "severo" è un ambiente nel quale i meccanismi di termoregolazione del corpo umano, che provvedono al mantenimento costante della temperatura degli organi interni intorno ai 37°C sono fortemente sollecitati, ed in casi estremi possono anche non essere sufficienti ad evitare gravi compromissioni temporanee o permanenti delle funzioni dell'organismo.

Per scopi pratici conviene definire come "severo" un ambiente termico nel quale l'insorgenza nel soggetto esposto di uno strain termico (ipertermia o disidratazione in ambienti caldi, ipotermia negli ambienti freddi) avviene in tempi inferiori alle 8 ore della giornata lavorativa convenzionale.

Vale la pena notare che ambienti "severi" possono essere per analogia identificati anche con riferimento ad altri agenti di rischio fisico. Ad esempio un ambiente acusticamente severo è un ambiente nel quale il livello di esposizione supera il livello inferiore di azione, fissato dall'art. 189 del D.Lgs. 81/2008 [1] a 80 dBA, e nel quale pertanto l'esposizione lavorativa è correlabile ad una condizione di rischio per l'apparato uditivo.

A4. Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio microclima?

Nel contesto della valutazione del rischio microclima il datore di lavoro deve valutare in modo specifico il caso dei soggetti con particolari sensibilità, con riferimento a quanto prescritto all'art.183 del D.Lgs. 81/2008 "Lavoratori particolarmente sensibili": *Il datore di lavoro adatta le misure di cui all'articolo 182 [Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi] alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, incluse le donne in stato di gravidanza ed i minori.*

La normativa di tutela del lavoro femminile (D.Lgs. 151/2001) [2] prevede, nelle aziende in cui sono impiegate donne in età fertile, che il datore di lavoro, con la collaborazione del Servizio di prevenzione e protezione e del medico competente, informi le lavoratrici e i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, sui rischi per la gravidanza, puerperio e allattamento presenti nell'ambiente di lavoro e individui le mansioni non pregiudizievoli per la salute della donna e del nascituro, modificando se possibile condizioni e orario di lavoro.

I lavori che possono condurre ad una condizione di stress termico (da caldo o da freddo) fanno parte di quelli che nel D.Lgs. 151/2001 [2] e nel D.Lgs. 262/2000 [3] vengono indicati come "lavori faticosi, pericolosi e insalubri", elencati nei suddetti decreti rispettivamente nell'allegato I e nell'allegato A. In tali ambienti particolare attenzione va posta alla tutela dei soggetti sensibili, ovvero i lavoratori minori, gli anziani, le donne in stato di gravidanza.

In relazione alla tutela dei minori, nell'Allegato I alla Legge 977/1967 [4], introdotto dall'articolo 15, comma 1, del D.Lgs. 345/1999, che elenca le mansioni alle quali non possono essere adibiti gli adolescenti, viene fatto esplicito riferimento a:

- esercizio dei forni a temperatura superiore a 500°C come ad esempio quelli per la produzione di ghisa, ferroleghie, ferro o acciaio; operazioni di demolizione, ricostruzione e riparazione degli stessi; lavoro ai laminatoi;
- lavorazioni nelle fonderie;
- lavorazioni in gallerie, cave, miniere, torbiere e industria estrattiva in genere;
- lavori in pozzi, cisterne ed ambienti assimilabili;
- lavori nei magazzini frigoriferi;
- pulizia di camini e focolai negli impianti di combustione.

Per quanto riguarda la tutela delle lavoratrici in gravidanza, nell'elenco delle mansioni pregiudizievoli per la salute è incluso il lavoro "*ove siano presenti sollecitazioni termiche (lavoro in ambiente troppo caldo o troppo freddo)*". Il

periodo tutelato è l'intera gestazione e fino a sette mesi dopo il parto. La legge indica le seguenti situazioni specifiche:

- D.Lgs. 151/2001 art. 7 allegato A lettera A: lavoro in celle frigorifere. La norma pone espresso divieto in gravidanza e fino a sette mesi dopo il parto per lavori nei magazzini frigoriferi;
- L'articolo 11 del D.Lgs. 151/2001 prevede che il datore di lavoro valuti *"i rischi per la sicurezza e la salute delle lavoratrici (...) di cui all'allegato C (...) individuando le misure di prevenzione e protezione da adottare"*. In questo elenco sono annoverate le *sollecitazioni termiche*. In caso di presenza di rischio per la sicurezza e la tutela delle lavoratrici "il datore di lavoro adotta le misure necessarie affinché l'esposizione al rischio delle lavoratrici sia evitata, modificandone temporaneamente le condizioni o l'orario di lavoro" (art. 12 del D.Lgs.151/2001). Ove ciò non sia possibile la lavoratrice viene allontanata dal rischio secondo le modalità indicate nell'art. 7 del D. Lgs. 151/2001

Relativamente al rischio microclima sono inoltre da considerare soggetti sensibili le persone con disabilità fisica (tabella A.3.1), e lavoratori affetti da patologie, disturbi o condizioni patologiche anche temporanei, o sottoposti a terapie oppure portatori di condizioni di ipersuscettibilità individuale. Tra queste si segnalano:

- patologie cardiovascolari rilevanti (es. cardiopatia ischemica, cardiopatia ipertensiva non in perfetto controllo farmacologico, turbe del ritmo cardiaco);
- patologie respiratorie (es. BPCO, asma bronchiale, bronchiti ricorrenti);
- patologie metaboliche (es. diabete mellito insulino-dipendente, iper/ipotiroidismo non in perfetto controllo farmacologico, obesità grave);
- patologie renali (persone con insufficienza renale cronica e/o dializzate, calcolosi renale, alterazioni elettrolitiche);
- disturbi psichici, patologie neurologiche (es. epilessia, episodi sincopali);
- assunzione regolare di:
 - farmaci per ipertensione, per malattie cardiovascolari, per disturbi della coagulazione;
 - farmaci per disturbi della tiroide, per malattie respiratorie croniche;
 - farmaci per il trattamento dell'insonnia, tranquillanti, sedativi, antidepressivi;
 - farmaci anti infiammatori ed analgesici;
 - alcuni tipi di farmaci antistaminici;
- abitudine e/o abuso di alcool.

Tabella A.3.1 - Sintesi delle principali disabilità termiche e delle disabilità primarie associate (tratta dalla norma UNI EN ISO 28803 [28])

tipo di disabilità termica	effetto termico della disabilità	tipo di ambiente termico	patologia o disabilità fisica originaria
alterazioni della termoregolazione corporea	compromissione nella sudorazione (congestione da calore)	caldo	lesioni del midollo spinale, età, lebbra, etc.
	iperproduzione termica (cinetica)	caldo	paralisi cerebrale, etc.
	iperproduzione termica (endogena)	caldo	morbo di basedow-graves (ipertiroidismo), etc.
	ipoproduzione termica (endogena e/o cinetica)	freddo	disturbi nella deambulazione
	patologie vasomotorie periferiche inclusi effetti collaterali di farmaci (eccessiva dissipazione termica)	freddo / correnti d'aria	lesioni del midollo spinale, età etc. effetti di farmaci anti-ipertensivi, patologia coronarica, diabete mellito, sindrome di raynaud, patologie vascolari periferiche
alterazioni nella percezione termica	paralisi dei termorecettori	caldo e freddo	lesioni del midollo spinale, età, lebbra, etc.
	sensazione termica nervosa	freddo	lesioni da freddo, esiti da poliomielite, etc.
peggioramento di altre disabilità	peggioramento di paralisi, convulsioni e dolore	freddo / umidità elevata	paralisi cerebrale, lesioni del midollo spinale, reumatismi, etc.
	effetti sulla funzionalità renale	freddo	nefriti croniche, invecchiamento, ipertensione, etc.
	infarto	caldo/freddo/sbalzi di temperatura	infarto del miocardio, infarto cerebrale, etc.
	effetti sulla pressione sanguigna	caldo/freddo/sbalzi di temperatura	disturbi ipertensivi
	peggioramento della funzionalità respiratoria	freddo/bassa umidità	asma, paralisi cerebrale, bronchiti croniche, etc.
	peggioramento delle condizioni della pelle dovuto a sudorazione	caldo	epidermolisi bollosa ereditaria, etc.
aggravanti sulle disabilità	pollachiuria (disfunzioni urinarie)	freddo	lesioni del midollo spinale, etc.
	indumenti pesanti (in condizioni di disabilità fisiche)	freddo	vari tipi di paralisi motorie
	diarrea	freddo	esiti di poliomieliti, lesioni del midollo spinale, etc.
impossibilità ad usare un'abilità sostitutiva	diminuzione della sensazione tattile	freddo	difficoltà per i non vedenti a leggere il braille

A.5 In quali casi e con quali modalità va attivata la sorveglianza sanitaria in relazione al rischio microclima?

Per sorveglianza sanitaria (SS) si intende l'insieme degli atti medici di prevenzione finalizzati a verificare la compatibilità tra la salute dei lavoratori e la esposizione ad un agente di rischio e la conseguente idoneità specifica al

lavoro, il permanere nel tempo delle condizioni di salute del lavoratore, la valutazione dell'efficacia delle misure di prevenzione intraprese, il consolidamento della conformità delle misure di tutela e dei comportamenti. L'obbligo di attivare la sorveglianza sanitaria nei confronti dei lavoratori esposti agli agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico all'interno del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008, quale è il rischio microclima, scaturisce dai risultati della valutazione del rischio microclima.

Il Medico Competente, che partecipa attivamente alla valutazione del rischio, ed è a conoscenza della tipologia di rischio microclima presente in azienda, dovrà tenere conto nella programmazione ed effettuazione dell'attività di sorveglianza sanitaria, della presenza del rischio derivante dal microclima, soprattutto per quei lavoratori che, a seguito di alcune patologie preesistenti o condizioni individuali, possano risultare particolarmente sensibili allo specifico fattore di rischio (caldo/freddo). Nel caso del microclima, quando il processo di valutazione del rischio evidenzia una esposizione abituale o prevedibile del lavoratore nell'ambito delle attività lavorative espletate, ovvero la possibile insorgenza di condizioni di microclima che potrebbero risultare critiche per alcune categorie di lavoratori, deve essere predisposta la sorveglianza sanitaria.

Essa sarà in primo luogo preventiva, per verificare al momento dell'ingresso al lavoro la presenza di fattori di suscettibilità individuale (vedi FAQ A.3) (costituzionali o acquisiti) e per la definizione di specifiche misure di tutela da mettere in atto per le differenti categorie di lavoratori che debbano operare nell'ambiente termico sfavorevole, in relazione alle specificità delle mansioni in esso espletate e delle condizioni individuali del lavoratore (es. patologie, necessità di assumere farmaci etc.). Sarà poi attivato a cura del medico competente un protocollo di sorveglianza sanitaria periodica, con cadenza da stabilirsi a seconda della valutazione del rischio individuale che lo stesso medico competente valuterà nel proprio protocollo sanitario sulla base degli esiti della valutazione del rischio. La sorveglianza sanitaria deve essere specifica per la prevenzione dei danni che l'ambiente termico potrebbe arrecare in relazione alle differenti tipologie di attività in esso espletate ed alle caratteristiche individuali di ciascun lavoratore.

E' in ogni caso prevista la possibilità per il lavoratore di richiedere la visita medica al Medico Competente (ove già presente in azienda), che verrà effettuata nel momento in cui il Medico Competente la ritenga correlata ai rischi lavorativi o alle condizioni di salute del lavoratore suscettibili di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta, con riferimento all'art. 41 comma 2, lett. c) del D.Lgs. 81/2008.

Ciò presuppone che sia stata impartita un'efficace informazione/formazione aziendale sugli effetti dell'esposizione a condizioni microclimatiche sfavorevoli che ha reso consapevole il lavoratore delle condizioni di rischio e di

suscettibilità individuale (vedi FAQ D.4) Indicazioni utili relative alla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ad ambienti termici severi freddi o caldi possono essere ricavate dalle indicazioni operative contenute nella norma UNI EN ISO 12894 [32]. La norma prevede l'attivazione della sorveglianza sanitaria preventiva e periodica per i soli aspetti microclimatici per persone esposte ad ambienti estremi, caldi o freddi, definendo estremi gli ambienti con temperature inferiori a 0°C o con indice WBGT [10] superiore a 25°C, nei quali il corpo registra perdite o aumenti considerevoli di calore, ferma restando la necessità di valutazioni più dettagliate che tengano conto anche dell'attività fisica e del vestiario.

Ulteriori utili riferimenti per le attività lavorative in ambienti caldi e freddi sono, rispettivamente, una pubblicazione del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) del 2016 [39] e la norma UNI EN ISO 15743 [13]. Quest'ultima presenta una strategia e strumenti pratici per la valutazione e gestione del rischio da freddo sul posto di lavoro e comprende, tra gli altri, un modello, un metodo ed un questionario destinati ad essere utilizzati dai medici del lavoro per identificare gli individui portatori di condizioni patologiche che aumentano la loro sensibilità al freddo e, con l'aiuto di tale identificazione, offrire una guida ottimale e istruzioni per la protezione individuale dal freddo.

SEZIONE B

METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA E LA STIMA DEI PARAMETRI MICROCLIMATICI

B.1 Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura delle grandezze fisiche ambientali?

Le grandezze fisiche ambientali necessarie ai fini della stima degli indici PMV (vedi FAQ C.5), PHS (vedi FAQ C.7) e IREQ (vedi FAQ C.8) sono misurate generalmente mediante la seguente strumentazione di misura:

- lo psicrometro per le misure della temperatura dell'aria (t_a) e dell'umidità relativa (UR);
- l'anemometro per la misura della velocità dell'aria (v_a); benché siano teoricamente disponibili diverse tipologie di anemometro, in pratica si ricorre a sensori ad elemento caldo ed in particolare a fili caldi o classici (lungo un solo asse) o evoluti (lungo tre assi ortogonali);
- il globotermometro per la misura della temperatura di globo (t_g) che, combinata con la temperatura dell'aria e con la velocità dell'aria secondo un'opportuna espressione, restituisce il valore della temperatura media radiante (t_r).

Nel caso si esegua una valutazione dello stress da caldo mediante l'indice WBGT (vedi FAQ C.7) è necessario utilizzare anche la sonda per la misura della temperatura a bulbo umido a ventilazione naturale (t_{nw}).

Per la quantificazione del fattore di discomfort locale "asimmetria radiante" (vedi FAQ C.6) si utilizza una sonda specifica, detta radiometro netto, che misura la differenza di temperatura piana radiante fra due emisferi contrapposti.

Per la quantificazione del fattore di discomfort locale "temperatura del pavimento" è possibile utilizzare o una sonda a contatto, o un termometro laser.

Relativamente a queste sonde, e ad altri strumenti di misura utilizzati per scopi particolari, la norma UNI EN ISO 7726 [15] definisce:

- i principi di funzionamento;
- gli intervalli di misura;
- le caratteristiche metrologiche inclusi i requisiti di accuratezza strumentale per la misura delle grandezze fisiche fondamentali.

Nella tabella B.1.1 si riporta un esempio dei requisiti di accuratezza che questa norma richiede a seconda che gli strumenti vengano utilizzati per quantificare il comfort (classe C) o lo stress (classe S), per intervalli di temperatura più comuni. Per ogni grandezza fisica e per ogni tipologia di valutazione, sono riportati l'accuratezza richiesta e l'accuratezza desiderabile. Si fa presente che l'accuratezza "desiderabile" non sempre è raggiungibile da alcuni strumenti di comune impiego in igiene industriale.

Tabella B.1.1 – Requisiti minimi di accuratezza strumentale secondo la norma UNI EN ISO 7726 per la classe C (10°C – 30 °C) e la classe S (0°C -50°C)

Grandezza fisica	Accuratezza strumentale		
		Comfort (C)	Stress (S)
Temperatura dell'aria	Richiesta	$\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$	$\pm 0,5^\circ\text{C}$
	Desiderabile	$\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$	$\pm 0,25^\circ\text{C}$
Velocità dell'aria V_a	Richiesta	$+0,05 + 0,05 \cdot V_a$	$+0,1 + 0,05 \cdot V_a$
	Desiderabile	$+0,02 + 0,07 \cdot V_a$	$+0,05 + 0,05 \cdot V_a$
Temperatura di globo	Richiesta	$\pm 0,5^\circ\text{C} (*)$	$\pm 0,5^\circ\text{C} (*)$
	Desiderabile		-
Pressione parziale del vapore acqueo	Richiesta	$\pm 0,15 \text{ kPa}$	$\pm 0,15 \text{ kPa}$
Asimmetria della temperatura piana radiante Δt_{pr}	Richiesta	$\pm 1,0^\circ\text{C}$	-
	Desiderabile	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	-

Note:

(*) da Norma UNI EN ISO 7243 riferiti a intervallo di Temperatura

B.2 Quali criteri vanno applicati per la taratura della strumentazione di misura?

Per poter garantire la necessaria riferibilità metrologica ed il mantenimento dei requisiti di accuratezza richiesti (vedi FAQ B.1), la strumentazione utilizzata deve essere fornita, all'atto dell'acquisto, di certificato di taratura rilasciato dal costruttore o da centro di taratura che garantisca la riferibilità ai campioni nazionali (LAT - Laboratori di Taratura accreditati da ACCREDIA) o internazionali (ad esempio accreditamento UKAS in Gran Bretagna, ÖKD in Austria etc.) accreditati in ambito ILAC. Il certificato di taratura deve essere sempre oggetto di valutazione da parte del personale esperto incaricato della misura, al fine di verificare se e in che misura gli strumenti di misura utilizzati siano adeguati ai livelli di accuratezza richiesti dalla valutazione di cui è responsabile.

La strumentazione deve essere periodicamente sottoposta a taratura presso laboratori di taratura accreditati, come precedentemente specificato, per garantire il permanere nel tempo dei requisiti metrologici certificati all'atto dell'acquisto e garantiti dal costruttore.

La periodicità di taratura della strumentazione dei parametri di misura dei rischi da agenti fisici non è definita da norme specifiche, salvo rare eccezioni (rischio rumore). Ai sensi delle norme UNI EN ISO 9001 [34] e UNI CEI EN ISO/IEC 17025 [33], essa deve essere definita in primo luogo dall'utilizzatore dello strumento che, in quanto persona esperta (art. 181 D.Lgs. 81/2008), si assume la responsabilità dell'utilizzo dello strumento ai fini della corretta valutazione del rischio e decide con quale frequenza tarare lo strumento. Per decidere tale periodicità il valutatore deve basarsi su alcuni elementi. Il

principale riguarda l'informazione fornita in merito dal costruttore dell'apparecchio. Le caratteristiche tecniche degli strumenti di misura, che includono i requisiti metrologici, vengono dichiarate dal costruttore dell'apparecchio sui cataloghi e/o manuali di istruzioni. Nel caso dei più diffusi strumenti utilizzati per la valutazione del microclima in igiene industriale, la periodicità richiesta dai produttori ai fini della taratura è tipicamente biennale. Ciò significa che, se lo strumento viene utilizzato nelle condizioni standard definite dal produttore, viene garantito per due anni il livello di accuratezza dichiarato nel certificato.

E' comunque facoltà dell'utilizzatore accorciare (o allungare) la periodicità di taratura, anche in relazione alle modalità di utilizzo, alle condizioni e criticità di impiego della strumentazione, agli esiti di confronti di misura con altri laboratori etc.

B.3 Come si effettua la stima dell'attività metabolica?

Per attività metabolica (denominata anche dispendio energetico, o metabolismo energetico) si intende la potenza sviluppata da una serie di processi di ossidazione che trasformano l'energia chimica contenuta negli alimenti in energia termica ed in energia meccanica indispensabili allo svolgimento delle funzioni vitali e delle attività umane.

Nello specifico, il metabolismo energetico (M) rappresenta la potenza termica generata dall'organismo di un soggetto nell'esecuzione di una determinata attività. Tale quantità può essere stimata utilizzando uno dei metodi descritti nella norma UNI EN ISO 8996 [18]. Si fa presente che tale norma è in fase di revisione e nel seguito si fa riferimento alla versione attualmente in vigore.

La norma specifica metodi diversi per la determinazione del metabolismo energetico nell'ambito dell'ergonomia degli ambienti di lavoro considerati dal punto di vista termico.

La norma fornisce quattro livelli di valutazione, la cui accuratezza cresce procedendo dal primo al quarto livello. Nel primo livello "screening", illustrato nell'appendice A della norma, la stima del metabolismo energetico viene effettuata mediante l'utilizzo di tabelle, e richiede semplicemente la conoscenza dell'occupazione/mansione (Metodo 1A) o dell'impegno associato alla lavorazione eseguita (Metodo 1B). Per il livello "screening" la norma non fornisce una stima quantitativa dell'incertezza che tuttavia si può presumere essere non inferiore al 30%. Nel secondo livello "observation", illustrato nell'allegato B, la stima del metabolismo è basata sull'utilizzo di tabelle che richiedono l'individuazione dei segmenti corporei coinvolti nell'esecuzione dell'attività lavorativa e dell'impegno associato all'attività lavorativa (Metodo 2A) oppure la conoscenza dell'attività svolta (Metodo 2B). L'incertezza del

secondo livello è del 20%. Gli altri due livelli forniscono incertezze inferiori e sono utilizzabili prettamente per finalità di ricerca o studio, essendo difficilmente utilizzabili ai fini operativi.

Al fine di agevolare le valutazioni con finalità preventive in situazioni di lavoro realistiche, si forniscono nella tabella B.3.1 i valori del metabolismo energetico associabili a comuni attività lavorative. Nelle colonne 1 e 2 compaiono la categoria e l'associato intervallo del metabolismo applicabile, tratti dagli standard citati alla colonna "Riferimento". Nella colonna 4 compare, qualora sia disponibile sulla base delle informazioni contenute nel riferimento indicato nella colonna 5, l'intervallo del metabolismo applicabile all'attività descritta nella colonna 3. Se una cella della della colonna 4 è vuota, all'attività corrispondente si applica l'intervallo generico previsto nella colonna 2 per la pertinente categoria. Una banca dati contenente ulteriori valori di metabolismo energetico è disponibile al "Compendium of Physical Activities" [67]

Tabella B.3.1 - Valori del metabolismo energetico associabili a comuni attività lavorative

Categoria	M-categoria W/m²	Attività	M-attività W/m²	Riferimento
0 Riposo	65 (da 55 a 70)	0.1 Riposo, seduto confortevolmente		
1 Dispendio metabolico basso	100 (da 70 a 130)	1.1 Attività prevalentemente sedentaria in ambienti di ufficio o scuole (scrittura, lavoro al computer, disegno, cucitura);	70 – 85	ISO 8996:2005 Table A.1
		1.2 Attività leggera in piedi (negozi, laboratori, industria leggera);	85 – 100	ISO 8996:2005 Table A.1
		1.3 Lavoro manuale con uso delle braccia (uso di piccoli utensili da banco, ispezioni, assemblaggio o sistemazione di materiali leggeri);	80 – 100	ISO 7933:2005 Table C.1
		1.4 Lavoro leggero con uso di braccia e gambe (guida di veicoli su strada, azionamento di un interruttore a pedale);	100 – 130	ISO 7933:2005 Table C.1
		1.5 Esecuzione di lavori mediante piccoli utensili (perforazione o molatura di piccole parti, utilizzo di bobine di avvolgimento o seghe);	90 – 110	ISO 8996:2021 Table B.4
		1.6 Camminata a velocità molto moderata (2 km·h ⁻¹) su superfici regolari in piano, senza carico o con carico inferiore a 30 kg.	100 – 120	ISO 8996:2005 Table B.3
2 Dispendio metabolico moderato	165 (da 130 a 200)	2.1 Lavoro con uso di braccia e gambe (chiodatura mediante martello, limatura, carico di materiali, lucidatura)	130 – 160	ISO 7933:2005 Table C.1
		2.2 Guida di veicoli con uso significativo di braccia e gambe (camion fuori-strada, trattori o veicoli da cantiere)	130 – 160	ISO 7933:2005 Table C.1

Categoria	M-categoria W/m²	Attività	M-attività W/m²	Riferimento
2 Dispendio metabolico moderato	165 (da 130 a 200)	2.3 Lavoro con uso significativo delle braccia e del tronco (uso di martelli pneumatici, montaggio di veicoli, intonacatura);	160 – 190	ISO 7933:2005 Table C.1
		2.4 Lavori agricoli di impegno leggero o intermedio (diserbo, raccolta di frutta o verdura);		
		2.5 Spinta o trazione di carrelli o carriele con carico leggero;	160 – 190	ISO 7933:2005 Table C.1
		2.6 Posa di mattoni;	160 – 180	ISO 8996:2021 Table B.4
		2.7 Movimentazione intermittente di materiali moderatamente pesanti;	160 – 190	ISO 7933:2005 Table C.1
		2.8 Camminata a velocità moderata (da 2,5 a 5 km·h ⁻¹) su superfici regolari in piano, senza carico o con carico inferiore a 20 kg;	165 – 200	ISO 8996:2005 Table A.1
		2.9 Camminata a velocità da 2,5 a 3 km·h ⁻¹ su superfici non in pendenza ma irregolari, o su terreno instabile, con carico inferiore a 20 kg;		
		2.10 Camminata a velocità inferiore a 2,5 km·h ⁻¹ su superfici regolari in pendenza (inferiore al 5%), con carico inferiore a 20 kg.	170 – 190	ISO 8996:2021 Table B.4
3 Dispendio metabolico alto	230 (da 200 a 260)	3.1 Lavoro con uso intenso delle braccia e del tronco nell'utilizzo di attrezzi o macchinari;	185 – 215	ISO 7933:2005 Table C.1
		3.2 Trasporto di materiali pesanti, utilizzo di pale o zappe;		
		3.3 Lavoro che richiede utilizzo di mazze, o di seghe, pialle o scalpelli su legno duro, falciatura a mano, scavo;	210 – 230	ISO 8996:2005 Table A.1
		3.4 Camminata a velocità sostenuta (da 5,5 a 7 km·h ⁻¹) su superfici regolari in piano, senza carico o con carico inferiore a 20 kg;	220 – 240	ISO 8996:2005 Table B.3
		3.5 Camminata a velocità da 3,5 a 5 km·h ⁻¹ su superfici non in pendenza ma irregolari, o su terreno instabile, con carico inferiore a 20 kg;		
		3.6 Camminata a velocità compresa fra 2,5 e 3,5 km·h ⁻¹ su superfici regolari in pendenza (inferiore al 5%), con carico inferiore a 20 kg;		
		3.7 Spinta o trazione di carrelli o carriele con carico pesante;	215 – 245	ISO 8996:2005 Table A.1
		3.8 Posizionamento di blocchi di cemento.		
4 Dispendio metabolico molto alto	290 (oltre 260)	4.1 Attività intense a ritmo veloce o prossimo al massimale;		
		4.2 Lavoro che richiede l'uso di asce o pale per spalare o scavare a ritmo intenso; salita ripetuta di scale a gradini o a pioli;		

Categoria	M-categoria W/m²	Attività	M-attività W/m²	Riferimento
4 Dispendio metabolico molto alto	290 (oltre 260)	4.3 Camminata a velocità molto sostenuta (oltre 7 km·h ⁻¹) su superfici regolari in piano, con o senza carico;		
		4.4 Camminata a velocità superiore a 5 km·h ⁻¹ su superfici non in pendenza ma irregolari, o su terreno instabile, con o senza carico;		
		4.5 Camminata a velocità superiore a 3 km·h ⁻¹ su superfici regolari in pendenza (superiore al 5%), con o senza carico;		
		4.6 Corsa (velocità superiore a 6 km·h ⁻¹).		

B.4 Come si effettua la stima delle quantità fisiche descrittive del vestiario?

Nessuna delle quantità fisiche descrittive del vestiario in un contesto di scambi energetici si presta ad essere misurata in un ambiente di lavoro. Come per l'attività metabolica, si ricorre anche in questo caso a stime derivate da informazioni di letteratura, anche se per capi particolari, che in realtà si configurano come DPI, deve essere presente una etichetta che riporta le informazioni fornite dal costruttore o da un ente di certificazione (vedi FAQ D.3).

La Tabella B.4.1 sintetizza i valori di isolamento termico forniti dalla norma UNI EN ISO 9920 [24] per una serie di abbigliamento di uso comune sia in ambienti lavorativi che in ambienti non lavorativi.

Tab. B.4.1 - Isolamento termico del vestiario (tratto dalla norma UNI EN ISO 9920)

#	Abbigliamento da LAVORO	I_{cl} (clo)
1	Mutande, tuta da lavoro, calzini, scarpe	0,70
2	Mutande, camicia, pantaloni, calzini, scarpe	0,75
3	Mutande, camicia, tuta da lavoro, calzini, scarpe	0,80
4	Mutande, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	0,85
5	Mutande, camicia, pantaloni, grembiule, calzini, scarpe	0,90
6	Intimo con maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,0
7	Intimo con gambe e maniche corte, camicia, pantaloni, tuta da lavoro, calzini, scarpe	1,1
8	Intimo con gambe e maniche lunghe, giacca termica, pantaloni, calzini, scarpe	1,2
9	Intimo con maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca termica, calzini, scarpe	1,25

#	Abbigliamento da LAVORO	Icl (clo)
10	Intimo con maniche e gambe corte, tuta da lavoro, giacca termica e pantaloni, calzini, scarpe	1,4
11	Intimo con maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca termica e pantaloni, calzini, scarpe	1,55
12	Intimo con maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca pesante e tuta per esterno trapuntate, calzini, scarpe	1,85
13	Intimo con maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca pesante e tuta per esterno trapuntate, calzini, scarpe, berretto, guanti	2,0
14	Intimo con maniche e gambe lunghe, giacca e pantaloni termici, calzini, scarpe	2,2
15	Intimo con maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, parka con trapuntatura pesante, tuta con trapuntatura pesante, calzini, scarpe, berretto, guanti	2,55

#	Abbigliamento NON LAVORATIVO	Icl (clo)
1	Mutandine, maglietta, pantaloncini, calzini leggeri, sandali	0,3
2	Mutandine, sottoveste, calze, vestito leggero con maniche, sandali	0,45
3	Mutande, camicia con maniche corte, pantaloni leggeri, calzini leggeri, scarpe	0,5
4	Mutandine, calze, camicia con pantaloncini maniche, gonna, sandali	0,55
5	Mutande, camicia, pantaloni leggeri, calzini, scarpe	0,6
6	Mutandine, sottoveste, calze, vestito, scarpe	0,7
7	Biancheria intima, camicia, pantaloni, calzini, scarpe	0,7
8	Intimo, tuta da ginnastica (maglione e pantaloni), calzini lunghi, corridori	0,75
9	Mutandine, sottoveste, camicia, gonna, calzini spessi al ginocchio, scarpe	0,8
10	Mutandine, camicia, gonna, maglione girocollo, calze spesse al ginocchio, scarpe	0,9
11	Mutande, canottiera con maniche corte, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, calzini, scarpe	0,95
12	Mutandine, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,0
13	Mutandine, calze, camicia, gonna, gilet, giacca	1,0
14	Mutandine, calze, camicetta, gonna lunga, giacca, scarpe	1,1
15	Intimo, canottiera con maniche corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,1
16	Intimo, canottiera con maniche corte, camicia, pantaloni, gilet, giacca, calzini, scarpe	1,15
17	Intimo con maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, giacca, calzini, scarpe	1,3
18	Intimo con maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, gilet, giacca, cappotto, calzini, scarpe	1,5

Qualora si desiderasse calcolare con precisione l'isolamento termico per una combinazione di indumenti non contenuta nella tabella B.4.1, è possibile procedere nel modo seguente:

- 1) si individua nella tabella B.4.1 una combinazione di indumenti sufficientemente prossima a quella in esame, che indichiamo come insieme di riferimento, il cui isolamento termico complessivo I_{clA} è noto;
- 2) si individuano i capi di abbigliamento presenti nell'insieme in esame ma assenti nell'insieme di riferimento;
- 3) si calcola, mediante le informazioni contenute nelle Tabelle B.2 – B.3 della norma UNI EN ISO 9920 [24], la differenza ΔI_{cl} fra l'isolamento termico del/degli indumento/i realmente presente/i nell'insieme in esame e l'isolamento termico dei corrispondenti indumenti contenuti nell'insieme di riferimento ma di fatto assenti;
- 4) si applica l'equazione $I_{cl} = I_{clA} + 0,835 \Delta I_{cl}$

In alternativa, e nel caso in cui i capi da sostituire fossero più di due, si può procedere, ma con precisione inferiore, componendo i singoli valori di isolamento termico I_{clu} , forniti nelle Tabelle B.2 e B.3 della norma UNI EN ISO 9920, mediante l'equazione

$$I_{cl} = 0,161 + 0,835 \sum I_{clu}$$

Approfondimenti si possono trovare in [24].

Qualora si esegua una valutazione in ambienti moderabili (vedi FAQ E.2) e in ambienti caldi questa informazione è sufficiente perché, riguardo a tutte le altre quantità necessarie al calcolo, il metodo PHS [11] contiene assunzioni che eliminano la necessità di intervento da parte dell'utente (ad esempio l'indice di permeabilità statica al vapore acqueo degli indumenti i_{mst} è sempre posto pari a 0,38).

Al contrario, il metodo IREQ [12] utilizzato per la valutazione del rischio in ambienti freddi richiede la conoscenza di un'ulteriore quantità ovvero la permeabilità all'aria degli indumenti che compongono lo strato più esterno del vestiario indossato. È importante sottolineare che mentre le specifiche tecniche degli indumenti riportano il dato relativo all'isolamento termico in modo quantitativo, ciò non avviene per la permeabilità all'aria che, in aderenza al dettato della norma di certificazione (UNI EN 342 [19]), viene fornita soltanto in forma qualitativa facendo riferimento ad una classe di prestazione (I, II, III). Quindi nella generalità dei casi l'informazione fornita dal fabbricante dell'indumento risulta di scarsa utilità per la valutazione degli ambienti freddi secondo la norma UNI EN ISO 11079 [12]. La Tabella B.3 della norma UNI EN ISO 9920 [24] contiene il dato quantitativo di permeabilità all'aria per una serie di materiali. Tuttavia la permeabilità all'aria di un indumento non è immediatamente deducibile da quella dei diversi materiali di cui è composto. Anche questa informazione risulta pertanto di scarsa utilità. Si raccomanda

quindi di rifarsi semplicemente alla indicazione contenuta nella norma UNI EN ISO 11079 [12] dove si fa presente che la maggior parte degli indumenti esterni utilizzati in ambiente outdoor sono realizzati in tessuto antivento ed in questi casi può essere usato un valore standard di 8 [l/m²/s].

B.5 Secondo quale metodologia deve essere effettuata la misura delle grandezze fisiche ambientali?

Preliminarmente alla misura delle grandezze ambientali è essenziale pianificare la misura relativamente ai seguenti aspetti:

- periodo dell'anno e orario in cui effettuare le misure (vedi FAQ B.6);
- numero e collocazione spaziale delle postazioni in cui eseguire le misure (vedi FAQ B.7);
- posizione delle sonde nella postazione (vedi FAQ B.8);
- numero di misure da eseguire in ciascuna postazione (vedi FAQ B.9);
- durata della misura (vedi FAQ B.10);
- durata del periodo da interporre fra due misure successive (vedi FAQ B.11).

Nel caso di valutazione del comfort (globale), la valutazione si fonda sui dati ricavati nelle singole postazioni, e di conseguenza non è necessario disporre di informazioni riguardo alla effettiva durata delle esposizioni nelle singole postazioni, e alla sequenza con cui tali esposizioni avvengono. Nel caso di discomfort locale è naturalmente indispensabile acquisire informazioni mirate all'identificazione spaziale e temporale della tipologia di discomfort in esame.

Al contrario, nel caso di esposizioni ad ambienti vincolati caldi o freddi è fondamentale effettuare sopralluoghi nella realtà lavorativa che si intende valutare, in modo da disporre di informazioni sul dettaglio temporale con il quale avviene l'esposizione.

B.6 Quali sono il periodo dell'anno e l'orario più opportuno per eseguire una misura delle grandezze fisiche ambientali?

Al fine di rispondere a quanto richiesto dall'art. 181 e 182 del D.Lgs. 81/2008 ai fini della valutazione di qualsiasi rischio fisico, la cui finalità è la riduzione e la prevenzione dello stesso, le misure devono essere eseguite in modo tale da essere rappresentative delle condizioni termiche maggiormente critiche ricorrenti nelle lavorazioni oggetto di valutazione. Qui il termine "condizione" si riferisce alla combinazione sia delle variabili termo-igrometriche ambientali che dei parametri soggettivi.

In pratica per misure di discomfort/stress da caldo di breve durata significa che nel momento in cui vengono eseguite le misure, la temperatura esterna deve essere almeno pari alla media delle temperature massime del mese più caldo. Tali medie sono riportate nella tabella 4 del rapporto tecnico UNI/TR 10349-2

[21]. Se la misura interessa una frazione rilevante della giornata, va verificato che la temperatura media durante la misura sia almeno pari alla media delle temperature massime del mese più caldo.

Per misure di discomfort/stress da freddo, la temperatura esterna nel momento della misura deve essere pari o inferiore alla media delle temperature medie del mese più freddo. Tali medie sono riportate nella tabella 5 del rapporto tecnico UNI/TR 10349-1.

B.7 Quali fattori devono essere considerati per definire il numero di postazioni di misura e la relativa collocazione spaziale delle stesse in un ambiente termico moderabile?

Negli ambienti moderabili in cui il numero di postazioni di lavoro è limitato (indicativamente fino a 4) si raccomanda di eseguire una misura per ciascuna postazione di lavoro.

Negli ambienti che contengono un numero superiore di postazioni di lavoro, il numero di postazioni di misura può essere inferiore (anche notevolmente) al numero di postazioni di lavoro. Il criterio base è che il numero di punti di misura sia il minimo sufficiente ad evidenziare le eventuali disomogeneità spaziali dell'ambiente termico e di conseguenza a fornire una caratterizzazione rappresentativa dell'ambiente lavorativo. In un ambiente termicamente moderabile, pertanto privo di sorgenti termiche significative al suo interno legate al ciclo produttivo, le eventuali disomogeneità sono attribuibili a fattori strutturali. Indicativamente l'elemento che maggiormente incide nel creare disomogeneità nell'ambiente termico è rappresentato dalla presenza, dalla dimensione e dalla orientazione di superfici vetrate (o comunque trasparenti), e/o dalla presenza di pareti/soffitti/pavimenti riscaldati in modo non uniforme.

Alcune indicazioni di massima sono:

- in presenza di superfici vetrate su più di una parete e di dimensioni complessive significative rispetto all'area in pianta del locale, l'ambiente tende ad essere termicamente omogeneo e 2 – 3 misure possono risultare sufficienti nel fornire una adeguata caratterizzazione di tutta l'area;
- in presenza di superfici vetrate su un'unica parete si crea una stratificazione termica lungo la direzione perpendicolare alla superficie vetrata stessa. In questo caso a seconda delle dimensioni dell'ambiente in esame possono essere necessarie fino a 5 – 6 misure.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al manuale INAIL [37].

B.8 Quale deve essere la posizione delle sonde in una postazione di misura?

Le altezze (indicative) alle quali posizionare le sonde in una postazione di misura sono specificate nella Tabella 5 della norma UNI EN ISO 7726 [15], e qui replicate nella sottostante tabella B.8.1.

Tabella B.8.1 – Altezze alle quali eseguire le misure delle quantità fisiche ambientali

Posizione dei sensori	Altezza raccomandata	
	Soggetto seduto	Soggetto in piedi
Livello testa	1,1 m	1,7 m
Livello addome	0,6 m	1,1 m
Livello caviglie	0,1 m	0,1 m

In condizioni di ambiente omogeneo, l'altezza a cui effettuare le misure è di 1,1 m per un soggetto che svolge la propria attività lavorativa in piedi e 0,6 m per un soggetto seduto, corrispondenti all'altezza dell'addome. A queste altezze vanno dunque posizionate le sonde indicate nella FAQ B.3.

Nel caso di ambienti con indicazioni di stratificazioni verticali della temperatura, o comunque possibilmente disomogenei, bisognerà effettuare le misure anche a 0,1 m (altezza delle caviglie) e 1,7 m o 1,1 m (altezza della testa, per un soggetto che svolga la propria attività rispettivamente in piedi o seduto) ed eseguire la media dei tre valori ottenuti pesata dai coefficienti riportati nella tabella B.14.1 (vedi FAQ B.14).

Le posizioni indicate valgono sia per valutazioni del comfort (Classe C) che per valutazioni dello stress (Classe S).

B.9 Quale deve essere il numero di misure da eseguire in ciascuna postazione?

In genere è sufficiente eseguire una sola misura per ogni postazione, purché siano soddisfatti i criteri di rappresentatività richiesti per una corretta caratterizzazione dell'ambiente termico, in relazione alla tipologia di valutazione in svolgimento (vedi FAQ B.6 e B.7).

B.10 Quale deve essere la durata minima di una misura delle grandezze fisiche ambientali?

E' importante innanzitutto sottolineare il fatto che il tempo di misura si intende definito a partire dal momento nel quale tutte le sonde hanno raggiunto uno stato che consenta loro di fornire risultati realmente rappresentativi della

condizione esaminata. Di conseguenza la durata della misura non ha niente a che fare:

- a) né con il tempo necessario a far sì che tutte le sonde abbiano raggiunto un ragionevole equilibrio termodinamico con l'ambiente nel quale si esegue la misura;
- b) né con il tempo necessario a mettere le sonde nelle condizioni corrette di funzionamento.

Un esempio del caso a) si ha nel caso della misura della temperatura media radiante mediante un globotermometro, il quale raggiunge un equilibrio termico con l'ambiente in tempi non brevi (vedi FAQ B.11).

Un esempio del caso b) si ha nel caso in cui la misura di umidità relativa venga eseguita mediante un termometro a bulbo umido a ventilazione forzata. Nel periodo immediatamente successivo all'avvio del sistema di acquisizione (indicativamente un minuto), i valori di umidità risultano sovrastimati a causa del fatto che il bulbo bagnato dello psicrometro non ha ancora raggiunto il corretto ritmo di evaporazione. I risultati devono pertanto essere scartati ottenuti, e dunque la durata di tre minuti va fatta decorrere dal raggiungimento delle corrette condizioni di funzionamento della sonda.

Ciò premesso si ritiene che, una volta che tutte le sonde hanno raggiunto una condizione operativa adeguata alla misura, una durata di tre minuti sia generalmente sufficiente. Tale durata, come riportato nella Tabella 2 della norma UNI EN ISO 7726 [20], consente inoltre di ottenere una stima affidabile dell'intensità di turbolenza Tu utilizzata nella stima del discomfort locale da correnti d'aria (vedi FAQ C.2).

Misure di durata significativamente superiore hanno senso soltanto in ambienti caldi outdoor, nei quali può esistere una condizione di non stazionarietà (vedi FAQ B.13) della quale siamo in grado di tener conto nella valutazione dell'esposizione. Tali misure sono invece poco utili in ambienti moderati o in ambienti caldi indoor nei quali condizioni di non stazionarietà sono generalmente assenti o in ambienti freddi outdoor nei quali può effettivamente esistere una condizione di non stazionarietà, ma della quale l'attuale procedura di valutazione non riesce a tener conto.

B.11 Quale deve essere il tempo minimo da interporre fra due misure consecutive?

Nella programmazione e organizzazione di una campagna di misura è fondamentale introdurre una opportuna separazione temporale fra due misure consecutive in modo da rendere i risultati ottenuti nelle due misure mutuamente indipendenti. In pratica ciò implica che al termine di ogni misura è necessario attendere, prima di procedere ad una nuova misura, che tutte le

sonde abbiano raggiunto un ragionevole equilibrio termodinamico con l'ambiente nel quale tale misura verrà eseguita.

Questo tempo di interposizione è tipicamente determinato dalle caratteristiche del globotermometro che è il più lento fra tutti gli strumenti, e che vanno attentamente prese in esame da parte del misuratore, e dipende dalla differenza di temperatura (dell'aria e/o radiante) in due postazioni che vengono indagate consecutivamente.

Tipicamente i valori dei tempi di risposta indicati dal costruttore per un globotermometro standard (diametro 150 mm) sono dell'ordine di 15÷20 minuti, e fanno riferimento al tempo (T_{90} / T_{95}) necessario a coprire il 90% / 95% dell'intervallo che separa il valore iniziale dal valore finale che viene raggiunto allo stabilirsi dell'equilibrio termico (a regime). Considerati tali tempi di risposta, nella pratica si può riscontrare a titolo di esempio la condizione di seguito riportata:

- il transito fra due postazioni indoor con differenza di temperatura dell'aria inferiore a 5 gradi richiede un tempo minimo di interposizione di 5 minuti;
- il transito fra due postazioni indoor con differenza di temperatura dell'aria superiore a 5 gradi richiede un tempo minimo di interposizione di 8 minuti;
- il transito fra una postazione indoor ed una outdoor (soleggiata) richiede un tempo minimo di interposizione di 12 minuti.

Se il globotermometro possiede dimensioni inferiori, il tempo minimo di interposizione è a sua volta ridotto rispetto a quanto indicato in precedenza.

Ulteriori approfondimenti in merito possono essere reperiti dalla consultazione del manuale INAIL [37].

B.12 Secondo quali criteri l'ambiente termico può essere considerato stazionario in relazione al soggetto esposto?

L'ambiente termico si può definire stazionario in relazione al soggetto esposto quando i tempi scala di eventuali variazioni dei principali parametri ambientali (ed in particolare della temperatura) sono significativamente più lunghi rispetto ai tempi scala con i quali il soggetto stesso è in grado di adattarsi.

Un possibile criterio quantitativo per stabilire la stazionarietà di un ambiente termico è definito nelle sezioni 8.2 e 8.3 della norma UNI EN ISO 7730 [9], nel contesto della valutazione del comfort.

Nel caso di variazioni cicliche, esso richiede che la variazione picco - picco della temperatura dell'aria sia inferiore ad 1°C. Non è chiarissimo cosa si debba intendere per "variazione picco - picco", visto che il campionamento della temperatura avviene con modalità non specificate. Si assume che essa possa

essere interpretata come “la differenza fra il valore massimo e il valore minimo acquisiti”.

Nel caso di derive termiche, esso richiede che la variazione per unità di tempo della temperatura dell’aria (derivata dT/dt) sia inferiore a $2^{\circ}\text{C}/\text{h}$.

B.13 Come si procede in presenza di ambienti non stazionari?

Premesso che esposizioni ad ambienti non stazionari devono essere sempre valutate attentamente caso per caso, in relazione alla specificità ed alla tutela della salute del lavoratore, si applicano le seguenti considerazioni:

Ambienti moderabili

Nel contesto della valutazione del comfort, la valutazione prescinde generalmente dalla stazionarietà dell’ambiente in quanto i tempi su cui si genera una possibile sensazione di discomfort sono generalmente molto brevi.

Condizioni non stazionarie possono determinarsi nei (rari) casi in cui in un ambiente moderabile si manifestano variazioni termiche più rapide del limite di $2^{\circ}\text{C}/\text{h}$ precedentemente citato, su tempi scala molto brevi, tre/cinque minuti, confrontabili con il tempo di reazione del soggetto (e incidentalmente anche con il tempo di misura). In questi casi non è possibile effettuare una valutazione basandosi sul metodo PMV [9], e la non applicabilità del metodo PMV diventa di per sé una criticità, evidenziando l’esistenza di un discomfort che va affrontato.

Ambienti vincolati caldi – metodo PHS

Il modello PHS illustrato nella norma UNI EN ISO 7933 [9] richiede in input un valore costante per ciascuna delle pertinenti variabili fisiche ambientali e dei parametri soggettivi (vedi FAQ C.6). È comunque ipotizzabile che il metodo PHS sia applicabile nel caso più generale di condizioni non rigorosamente costanti ma comunque stazionarie ed il metodo è adattabile, ed è effettivamente stato adattato [37] per accettare in input quantità fisiche ambientali variabili nel tempo.

La norma UNI EN ISO 7933 non contiene alcun criterio di stazionarietà. Si ritiene possibile traslare agli ambienti caldi il criterio di stazionarietà proposto per gli ambienti moderabili dalla norma UNI EN ISO 7730 (derive termiche inferiori a $2^{\circ}\text{C}/\text{h}$). Benché questo limite sia frequentemente violato in un ambiente outdoor estivo, tuttavia esso è rispettato quando le condizioni termigrometriche diventano tali da non poter escludere uno stress significativo (temperatura dell’aria superiore a $30 - 32^{\circ}\text{C}$). Di conseguenza, benché l’applicabilità del metodo PHS a condizioni non stazionarie sia attualmente impossibile, ciò non sembra determinare una significativa lacuna nella valutazione dell’esposizione ad ambienti caldi.

Ambienti vincolati caldi – metodo WBGT

La norma UNI EN ISO 7243 [10] non contiene alcun vincolo all'applicazione ad ambienti stazionari. La stessa norma indica che il periodo di riferimento per la valutazione dell'ambiente termico è l'ora nella quale si realizzano le condizioni a maggior rischio. E' dunque possibile misurare integrando per un'ora (o per tutta l'esposizione, se inferiore), le variabili fisiche ambientali e calcolare il WBGT in ambienti anche non stazionari, mediante i valori così ottenuti.

Questa procedura è concettualmente identica a quella nella quale misure separate vengono eseguite per rappresentare diverse condizioni lavorative all'interno del periodo di riferimento di un'ora. In quest'ultimo caso un valore di WBGT viene calcolato a partire dalle medie temporalmente pesate delle variabili ambientali o direttamente come media pesata dei diversi WBGT calcolati a partire dalle singole misure (UNI EN ISO 7243 sezione 9.2).

Quindi, nel caso si utilizzi l'indice WBGT, la valutazione di esposizioni a condizioni termiche non stazionarie ha la stessa attendibilità della valutazione di esposizioni a condizioni lavorative multiple all'interno del periodo di riferimento.

Tuttavia va specificato che il metodo WBGT esegue un semplice screening riguardo alla possibile presenza di stress termico, ma dato che prescinde dalla durata effettiva dell'esposizione e dalla storia termica di quest'ultima (stazionaria o non stazionaria che sia), esso non è in grado di quantificare con precisione lo stress termico che essa determina. Inoltre l'uso di semplici medie pesate lascia non pochi dubbi sull'applicabilità sia a casi non stazionari, sia a casi in cui all'interno del periodo di riferimenti compaiano condizioni termiche fra loro molto diverse.

Ambienti vincolati freddi

Analogamente al metodo PHS [11], anche il metodo IREQ illustrato nella norma UNI EN ISO 11079 risulta a rigore definito soltanto a condizioni costanti nel tempo. Tuttavia, al contrario del metodo PHS, il metodo IREQ non è adattabile per inseguire la risposta fisiologica a quantità ambientali variabili nel tempo. Poiché lo stress termico è una funzione fortemente non lineare di tali variabili, non è possibile approssimare questa situazione mediante opportune medie.

Di conseguenza, ciò determina l'impossibilità di valutare l'esposizione ad eventuali ambienti freddi non stazionari.

B.14 Secondo quali criteri un ambiente termico può essere considerato omogeneo attorno al soggetto esposto?

Secondo quanto espresso al punto 5.2 della norma UNI EN ISO 7726 [20], un ambiente può essere considerato climaticamente omogeneo se, in ciascun istante, lo scarto fra il valore locale di ciascuna delle quattro quantità temperatura dell'aria, radiazione, velocità dell'aria e umidità, e il rispettivo valore medio spaziale, non eccede un dato valore massimo ammesso.

Quest'ultimo si ottiene moltiplicando l'accuratezza richiesta per la misura (UNI EN ISO 7726, Tabella 2) per un fattore correttivo X (UNI EN ISO 7726, Tabella 4). Ad esempio per la temperatura dell'aria l'accuratezza richiesta è di 0,5°C ed il fattore correttivo X vale 3 per valutazioni di comfort e 4 per valutazioni di stress, da cui si inferisce una fluttuazione spaziale massima ammessa di 1,5°C per valutazioni di comfort e 2°C per valutazioni di stress.

La verifica strumentale dell'omogeneità su tutti i parametri ambientali può risultare dispendiosa temporalmente (ed economicamente); un approccio di controllo rapido in fase preventiva potrebbe essere quello di effettuare la verifica solo mediante la stima della fluttuazione spaziale della temperatura dell'aria.

Nel caso in cui questa verifica preliminare di omogeneità dia esito positivo, si procede eseguendo una sola misura nella zona dell'addome, ovvero in prossimità del baricentro del soggetto (vedi tabella B.14.1).

Tabella B.14.1 – Pesì da assegnare alle misure delle quantità fisiche ambientali per il calcolo dei valori medi (tratta dalla Tabella 5 della norma UNI EN ISO 7726)

Posizione dei sensori	Peso da assegnare per il calcolo della media			
	Ambiente presunto omogeneo		Ambiente presunto disomogeneo	
	Classe C	Classe S	Classe C	Classe S
Livello testa			1	1
Livello addome	1	1	1	2
Livello caviglie			1	1

Nel caso contrario, in cui esistano indicazioni preliminari di disomogeneità, si procede eseguendo tre misure a tre diverse altezze (livello testa / addome / caviglie, vedi la tabella B.8.1), ed eseguendo poi opportune medie con i pesi indicati nella tabella B.14.1. In questo caso, in ambienti di Classe S il valore registrato all'altezza dell'addome pesa il doppio nella media perché è indicativo dell'esposizione degli organi maggiormente sensibili presenti nel nucleo del soggetto.

B.15 Come si stima l'incertezza di misura?

Ai fini della valutazione del rischio microclima, così come avviene per qualsiasi altro fattore di rischio, è necessario sempre stimare l'incertezza di misura, in quanto questa è fondamentale per determinare se e in che misura il risultato di una particolare valutazione sia conforme o non conforme ai limiti fissati dalla normativa pertinente.

La norma ISO UNI EN 17025 - che rappresenta la norma tecnica di riferimento per i laboratori di prova e di misura - richiede che nel confronto con i valori limite si tenga sempre in considerazione l'incertezza della misura, e che venga sempre esplicitato il criterio decisionale assunto dal laboratorio che effettua le misure ai fini dell'espressione di pareri di conformità / non conformità ai valori di riferimento/valori limite: se l'intervallo di variabilità del dato misurato comprende il valore limite, e non è possibile ridurre l'incertezza di misura, non è possibile garantire che sia rispettato il valore limite e di ciò dovrà essere tenuto opportunamente conto in sede di valutazione.

In merito ai metodi da utilizzarsi ai fini della stima dell'incertezza di misura occorre fare riferimento alla norma tecnica ENV 13005 'Guide to the expression of uncertainty in measurement'.

Le principali fonti di incertezza nella misura dei parametri ambientali sono:

- l'incertezza di taratura,
- la ripetibilità spaziale della misura (FAQ B.12),
- la ripetibilità temporale della misura (FAQ B.6).

Assumendo che le misure siano state condotte conformemente a quanto indicato alle FAQ B.6, B.12 e B.13, i fattori di ripetibilità spaziale e temporale possono essere ritenuti trascurabili (misure effettuate nel "caso peggiore" e riducendo al minimo le incertezze di disomogeneità spaziale).

Rimane quindi da prendere in esame l'incertezza di taratura della strumentazione.

Assumendo che questa sia stata regolarmente tarata secondo quanto indicato alla FAQ B.2, è possibile condurre le seguenti stime di massima:

INCERTEZZA NELLA STIMA DEL WBGT

Per quanto riguarda la misura dei parametri ambientali: Temperatura aria; Temperatura globo termometro; Temperatura bulbo umido le tolleranze richieste ai fini della misura sono specificate dalla norma ISO 7243 (FAQ B.2).

Applicando la teoria di propagazione degli errori - è possibile stimare che l'incertezza estesa strumentale sul calcolo del parametro WBGT, per una strumentazione regolarmente tarata e rispondente ai requisiti di accuratezza della classe "desiderabile" (tab B.1.1) sia dell'ordine di 0,2 °C, come riportato nell'esempio di tabella B.15.1 [50].

L'incertezza associata alla stima dei parametri soggettivi (metabolismo energetico e isolamento termico dell'abbigliamento), non incide in maniera sostanziale sulla valutazione complessiva dell'incertezza nella stima del WBGT.

Un esempio di calcolo dell'incertezza del WBGT è riportato in tabella B.15.1

Tabella B.15.1 - Esempio di calcolo di incertezza di misura WBGT a partire dalle incertezze strumentali delle sonde di misura di strumentazione desunte dal certificato di taratura delle sonde

PARAMETRO	Inc. estesa	Dist. prob.	divisore	Inc. standard	Coef. sens.	contributo incertezza
Temperatura aria	$U(T_a) = 0.21 \text{ }^\circ\text{C}$	Normale	2	0,105 °C	0,1	0,0105
temperatura globo	$U(T_g) = 0.53 \text{ }^\circ\text{C}$	Normale	2	0.265 °C	0,2	0,053
Temperatura bulbo umido	$U(T_{nw}) = 0.21 \text{ }^\circ\text{C}$	Normale	2	0.105 °C	0,7	0,0735
u_{Tcl} Incertezza standard totale di misura (k=1) $=\sqrt{(0.0105^2+0.053^2+0.0735^2)}$						0,09 °C
U_{Tcl} Incertezza estesa (k=2)= $\sqrt{(0.0105^2+0.053^2+0.0735^2)}$						0,18 °C

INCERTEZZA NELLA STIMA DEL PMV

La stima del PMV è fortemente influenzata dall'incertezza di misura della temperatura radiante [45].

Ad esempio nel caso di attività metabolica sedentaria (M=1,2 Met) ed in condizioni invernali o estive, è possibile stimare variazioni del PMV di circa 0,2 -0,3 per variazioni della temperatura radiante all'interno delle incertezze di misura previste dalla norma ISO 7726 per strumentazione con requisiti di base cui alla Tabella B.1.1 (+/- 2°C).

Tale incertezza è significativa soprattutto ai fini della classificazione degli ambienti in Classe A, ove è previsto un valore massimo del PMV pari a +/-0.2: tale classificazione richiede che la misura della temperatura radiante sia effettuata con un livello di precisione almeno pari a 0,2 °C.

Ciò è dovuto al fatto che lo scambio di calore per irraggiamento è legato alla quarta potenza della temperatura media radiante.

Viceversa gli altri parametri ambientali hanno scarsa influenza sul PMV, se mantenuti nell'intervallo di accettabilità richiesto dalla norma UNI EN ISO 7726.

Per quanto concerne l'incertezza relativa alla stima dei parametri soggettivi in ambienti moderati, l'incertezza nella stima del tasso metabolico M può essere assunta dell'ordine del 10%, in quanto per definizione in tali ambienti il tasso metabolico non è soggetto a variazioni significative.

La stima del PMV dovrà pertanto considerare almeno tale incertezza nella stima dell'intervallo di variabilità.

Come nel caso del WBGT la stima dell'incertezza del PMV può essere effettuata simulando mediante un calcolatore del PMV i valori assunti da tale parametro al variare del metabolismo ed isolamento del vestiario ragionevolmente riscontrabili nell'attività in esame.

Un esempio dell'intervallo di variabilità del PMV in funzione del dispendio metabolico M è di seguito riportato (Tab B.15.2).

Tab. B.15.2 - Esempio di intervalli di variabilità del PMV - Delta(PMV) al variare del dispendio metabolico M - Delta(M) per diversi valori di Icl

Delta(M)	Delta (PMV)	Icl
0,1 Met	0,07	<0,7
0,1 Met	0,1	>0,7

La Tabella B.15.3 riporta un esempio di stima di variabilità del PMV in funzione del Icl per diversi valori del dispendio metabolico M.

Tab. B.15.3 - Esempio di intervalli di variabilità del PMV - Delta(PMV) al variare dell'Icl Delta(Icl) per diversi valori di M (met)

Delta(M)	Delta (PMV)	Met
0,1 clo	0,22	<1,6
0,1 clo	0,18	>1,6

SEZIONE C

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

C.1 In quali situazioni lavorative è sempre necessario procedere sempre ad una valutazione dettagliata del rischio microclima?

Qualsiasi attività lavorativa che si svolga in ambienti ove esista un vincolo a causa del quale non sia possibile il conseguimento di condizioni termiche moderate (vedi FAQ A.1) può comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, e pertanto dovrà essere oggetto di specifica valutazione del rischio. Il vincolo può interessare sia i parametri termo-igrometrici sia i parametri soggettivi, ovvero attività metabolica e vestiario. Esso può inoltre essere sia di natura ambientale (se la lavorazione avviene outdoor o in ambienti chiusi le cui condizioni termiche risentano delle condizioni meteorologiche esterne) sia legato all'attività che viene eseguita. Tali ambienti sono indicati con il termine "vincolati" (vedi FAQ E.2).

In questi casi è in primo luogo da prevenire l'insorgenza di un possibile stress termico per i lavoratori, il cui sistema di termoregolazione può essere sollecitato in maniera significativa nel tentativo di mantenere la temperatura centrale nei limiti fisiologici.

Sono esempi di attività lavorative in cui l'ambiente termico può comportare un rischio per la salute e la sicurezza del lavoratore:

- tutte le attività lavorative che implicano mansioni che si svolgono all'aperto, quali: cantieristica, lavorazioni agricole forestali, attività marittime e portuali, attività presso stabilimenti petrolchimici, cave, attività di movimentazione e logistica all'aperto, attività di emergenza, soccorso, pubblica sicurezza, rifornimenti di carburante; manutenzioni linee elettriche, idrauliche, piscine, operatori ecologici etc.;
- le lavorazioni condizionate dalle temperature a cui si deve svolgere il processo produttivo, ad esempio lavorazioni in celle frigorifere, in depositi di prodotti farmaceutici, in prossimità di forni di essiccazione, forni fusori; produzione ceramiche; caseifici; cucine; cave in galleria, gallerie, miniere etc.;
- le attività lavorative che necessitano per il loro svolgimento dell'adozione di particolari dispositivi di protezione individuale;
- le lavorazioni che richiedono elevato impegno fisico;
- le lavorazioni che si svolgono in ambienti le cui condizioni termiche sono influenzate dalle condizioni meteorologiche esterne.

In genere la segnalazione della presenza di uno o più "SI" nella tabella di riscontro (vedi FAQ C.2) comporta la necessità di effettuare una specifica valutazione del rischio microclima, finalizzata alla individuazione di misure di tutela, controllo e riduzione dello stesso, per le differenti categorie di lavoratori esposti al rischio.

C.2 Quali strategie sono utilizzabili per la valutazione del rischio microclima?

Al fine di individuare in via preliminare la presenza/assenza di criticità relative al microclima in una attività lavorativa può essere usata la lista di riscontro illustrata nella tabella C.2.1.

Premesso **che per qualsiasi lavorazione all'aperto va effettuata la valutazione del rischio microclima (vedi FAQ D.4)**, qualora la lista di riscontro presenti uno o più "SI" andrà condotta una valutazione specifica finalizzata alla riduzione ed al controllo delle criticità evidenziate, ed all'attuazione delle misure di tutela conseguenti.

Tabella C.2.1 - Lista di riscontro per la valutazione del rischio microclima

Fattore	Descrizione	SI
Temperatura aria	Ambienti chiusi: La temperatura dell'aria è mai superiore a 28°C o inferiore a 12°C?	
	La temperatura dell'aria è soggetta a escursioni nell'arco della giornata lavorativa?	
	La temperatura dell'aria è soggetta a forti cambiamenti in relazione alle condizioni metereologiche esterne?	
Temperatura radiante	Sono presenti sorgenti calde nell'ambiente?	
	Sono presenti vetrate, coperture etc. che inducono disagio termico nell'ambiente in relazione alle condizioni meteo esterne?	
Umidità	Ci sono macchinari /attrezzature che producono vapore?	
	L'umidità dell'ambiente di lavoro è influenzata dalle condizioni esterne?	
	Sono evidenti macchie di umidità/ muffa?	
Flussi d'aria	L'aria è percepita come troppo secca? (umidità relativa è mai inferiore al 30%)?	
	Nell'ambiente di lavoro sono riscontrabili flussi d'aria calda o fredda ?	
Dispendio metabolico	I lavoratori lamentano spifferi/ correnti d'aria fastidiose?	
	Il lavoro svolto richiede mai sforzo fisico in condizioni di caldo? (vedi FAQ B.2)	
DPI e indumenti di lavoro	I lavoratori svolgono lavoro sedentario in condizioni di freddo?	
	Il lavoro richiede l'impiego di DPI per proteggersi da agenti chimici, fisici biologici maschere, tute speciali, guanti, caschi etc.)	
	I lavoratori usano DPI impermeabili al vapore?	

Fattore	Descrizione	SI
DPI e indumenti di lavoro	E' necessario indossare indumenti di lavoro non modificabili in relazione alle condizioni meteo?	
	E' necessario indossare protezioni delle vie respiratorie?	

C.3 Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione"?

Si definisce situazione "giustificabile" (art.181 comma 3 D.Lgs. 81/2008) la condizione prevista dalla normativa generale sugli agenti fisici secondo cui il datore di lavoro può concludere il processo di valutazione del rischio anche in una fase preliminare qualora si riscontri l'assenza di rischio, o una sua palese trascurabilità, considerando anche i soggetti particolarmente sensibili al rischio.

Alla luce di tale definizione, per poter definire *giustificabile* un'esposizione lavorativa ad un ambiente termico è necessario verificare, oltre alla palese assenza di criticità associate all'ambiente termico nel corso della valutazione preliminare (vedi Tab. C.2.1) anche:

- a) che le condizioni di assenza di rischio (vedi FAQ C.2) riscontrate all'atto della valutazione preliminare permangano presumibilmente tali nel corso del tempo, fino all'espletamento della nuova valutazione del rischio, che di norma per il microclima avviene ogni quattro anni, se non intervengono mutamenti significativi nell'attività;
- b) che non sia necessario ai fini del mantenimento delle condizioni di "basso rischio" riscontrate predisporre e mettere in atto specifiche misure di controllo e gestione del rischio (es. procedure di manutenzione, acquisto/sostituzione attrezzature, tutela soggetti sensibili etc.).

Qualora non si verificano tali presupposti la valutazione preliminare del rischio microclima non potrà concludersi con la "giustificazione" del rischio, ma dovrà individuare uno specifico programma di misure di controllo dello stesso (vedi FAQ D.2), da formalizzare nel rapporto di valutazione del rischio (es. procedure di acquisto, manutenzione, sostituzione, collaudo dei sistemi di condizionamento; misure di tutela da attivare in caso di rottura impianti; misure di tutela in caso di ondate di calore etc.).

C.4 È sempre necessario effettuare misurazioni specifiche ai fini della valutazione del rischio microclima?

In molteplici attività lavorative, a seguito di una accurata fase di ricognizione preliminare (vedi FAQ C.2), è possibile individuare azioni da pianificare e mettere in atto per prevenire e tenere sotto controllo il rischio, applicando linee

guida di comparto disponibili e protocolli semplificati illustrati nelle successive sezioni del presente documento. Nel caso risulti effettivamente possibile adottare le appropriate misure di prevenzione senza effettuare misurazioni, è del tutto inutile ricorrere a misurazioni analitiche.

Ad esempio nel caso di lavorazioni outdoor è in genere possibile effettuare la valutazione del rischio utilizzando gli strumenti di calcolo disponibili sul Portale Agenti Fisici (foglio calcolo Heat Index/ PHS) e le previsioni on line WBGT disponibili alla sezione Workclimate del Portale Agenti Fisici senza dovere ricorrere a misure specifiche, come illustrato alla FAQ C.12.

Quanto al possibile utilizzo di banche dati in alternativa all'esecuzione di misure, in analogia a quanto avviene ad esempio nella valutazione dell'esposizione professionale a vibrazioni, esso non è generalmente possibile nel contesto di una valutazione di comfort. L'uso di dati "tipici ambientali" provenienti dalla letteratura o da precedenti indagini non ha infatti (ovviamente) alcun senso in quanto l'indagine si rende necessaria proprio ai fini dell'individuazione di eventuali scostamenti dalle condizioni tipiche, presumibilmente confortevoli.

Viceversa negli ambienti nei quali viene richiesta una valutazione dello stress, come precedentemente richiamato nel caso di lavorazioni outdoor, è sicuramente possibile eseguire calcoli *previsionali*, sia dell'indice WBGT [10] sia con il metodo PHS [11], basati sulle serie storiche dei dati meteorologici reperibili in letteratura o sulle previsioni meteorologiche disponibili in siti web. Analogamente è sicuramente possibile eseguire una valutazione mediante stime previsionali in relazione al rischio termico in ambienti indoor termicamente controllati (es. una cella frigo).

Sul Portale Agenti Fisici alla sezione Microclima sono disponibili calcolatori on line che consentono di effettuare tali simulazioni.

C.5 Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione del comfort (discomfort) termico?

L'indice comunemente utilizzato per la valutazione del comfort termico è il PMV (Predicted Mean Vote), descritto nella norma UNI EN ISO 7730 [9]. L'indice PMV rappresenta la media dei voti relativi alla sensazione termica che un ampio gruppo di soggetti esprimerebbe se fosse esposto alle condizioni da valutare. I voti di cui PMV rappresenta il valore medio vengono espressi in una scala a 7 punti (-3 molto freddo; -2 freddo; -1 leggermente freddo; 0 né caldo né freddo, ovvero condizione di neutralità termica; +1 leggermente caldo; +2 caldo; +3 molto caldo). Secondo quanto indicato dalla norma stessa, l'indice PMV è un affidabile indicatore di comfort/discomfort quando esso assume valori

compresi tra -2 e +2 e quando i sei parametri fondamentali (quelli di cui l'indice stesso è funzione, vedi FAQ C.5) sono compresi nei seguenti intervalli:

$$\begin{aligned}46 \text{ W/m}^2 < M < 232 \text{ W/m}^2 & \quad (0.8 < M < 4 \text{ met}) \\0 \text{ m}^2 \text{ K/W} < I_{cl} < 0,31 \text{ m}^2 \text{ K/W} & \quad (0 < I_{cl} < 2 \text{ clo}) \\10^\circ\text{C} < t_a < 30^\circ\text{C} \\10^\circ\text{C} < \bar{t}_r < 40^\circ\text{C} \\0 \text{ m/s} < v_a < 1 \text{ m/s} \\0 \text{ Pa} < p_a < 2700 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Il PMV quantifica un giudizio medio. Qualunque sia il valore di PMV esiste comunque una percentuale di persone che si dichiarano "insoddisfatte" delle condizioni termiche in esame, definite come coloro che esprimerebbero un voto pari o superiore a 2 in valore assoluto. Tale percentuale viene indicata con l'acronimo PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) e viene calcolata in funzione dell'indice PMV. In corrispondenza della condizione di neutralità termica (PMV = 0), l'indice PPD assume il proprio valore minimo pari al 5%, il che implica che, anche nella condizione di neutralità termica, esiste comunque una percentuale di persone non soddisfatte delle condizioni termiche dell'ambiente.

Il PMV è un indice di comfort globale, e per una più approfondita valutazione del discomfort è stato integrato da quattro indici di discomfort locale (vedi FAQ C.2).

Classificazione degli ambienti termici

Nella norma UNI EN ISO 7730 tre diversi limiti di accettabilità, sia relativi all'indice PMV sia relativi agli indici di discomfort locale, vengono definiti per tre diverse categorie (A, B, C). Gli intervalli di accettabilità dell'indice PMV sono i seguenti: categoria A: $\pm 0,2$; categoria B: $\pm 0,5$; categoria C: $\pm 0,7$.

La norma UNI EN ISO 7730 non fornisce alcuna indicazione su eventuali criteri oggettivi per l'assegnazione della situazione in esame ad una di tali categorie.

Il Decreto 11 ottobre 2017 [5](CAM) richiede il conseguimento della classe B secondo la norma ISO 7730.

Un criterio per individuare l'intervallo di accettabilità da utilizzare ai fini della valutazione del comfort, è stato sviluppato dalle norme EN 16798-1 e EN 16798-2 (Tabella C.5.1). Tali norme classificano gli ambienti ai fini del comfort in quattro categorie: i limiti di accettabilità delle categorie classificate come I II e III coincidono con i limiti che la UNI EN ISO 7730 propone per le categorie A B e C. La categoria IV della EN 16798-1 e EN 16798-2 si configura come

una categoria aggiuntiva: ad essa è associato un PMV compreso tra -1 e +1. La classificazione è riportata alla Tabella C.3.1

Tabella c.3.1 Definizione delle categorie ai sensi delle norme EN 16798-1 e EN 16798-2

categoria I: $PMV \pm 0,2$ Livello che dovrebbe essere adottato in presenza di soggetti termicamente vulnerabili (bambini, anziani, persone con disabilità)
categoria II: $PMV \pm 0,5$ Livello di riferimento di progetto
categoria III: $PMV \pm 0,7$ Livello ai limiti di accettabilità ai fini del comfort: introduce perdita di prestazioni nell'espletamento delle attività.
categoria IV: $PMV \pm 1,0$ Livello da riscontrarsi solo in spazi con permanenza limitata

Alcuni autori [47] hanno definito un metodo che consente di effettuare una oggettiva classificazione termica degli ambienti moderati, allo scopo di identificare la corretta categoria e quindi il corretto intervallo di accettabilità ai fini della valutazione del comfort. Esso si fonda sulla quantificazione ed elaborazione di tre elementi correlabili alla percezione dell'ambiente termico: la sensibilità termica del soggetto, l'accuratezza del compito svolto, la praticabilità delle soluzioni tecniche di controllo del microclima [46].

Applicabilità del metodo PMV

All'interno degli intervalli nei quali il metodo PMV è stata validato (vedi sopra), esso risulta generalmente applicabile, secondo quanto descritto nella norma UNI EN ISO 7730 [9]. L'unica eccezione è rappresentata da situazioni lavorative caratterizzate da abbigliamento con isolamento termico fortemente disomogeneo. A questo proposito va verificata la presenza di indumenti che, a causa della loro particolare posizione (es. in stretta aderenza ai luoghi nei quali avvengono inspirazione ed espirazione) siano in grado di alterare significativamente lo scambio termico con conseguente perdita di validità del metodo PMV che produce una significativa sottostima del discomfort caldo. Quanto a situazioni esterne a tali intervalli, un caso interessante è quello di situazioni lavorative caratterizzate da dispendio metabolico superiore a 4 met. Studi sperimentali [65] hanno dimostrato che anche a 6 met, con temperatura 26°C e umidità relativa 50%, dato un flusso d'aria opportunamente intenso, è possibile ottenere una ragionevole condizione di comfort, quantificata mediante elevate (> 80%) percentuali di soddisfatti. Lo stesso studio ha altresì dimostrato che le condizioni di massimo comfort identificate dai soggetti corrispondono a PMV molto vicino a zero. In sintesi la valutazione con il metodo PMV è percorribile, in ambienti moderati, per valori di dispendio metabolico presumibilmente fino a 6 met e velocità fino a 3 m/s.

C.6 Cosa s'intende con "comfort/discomfort locale" e come si valuta?

Il discomfort locale è legato all'esistenza di effetti termici che possono indurre discomfort su specifiche parti del corpo.

La norma UNI EN ISO 7730 [9] individua quattro fattori di discomfort locale:

1. Correnti d'aria
2. Differenza verticale di temperatura tra testa e caviglie
3. Pavimenti caldi o freddi
4. Asimmetria radiante, dovuta a soffitti caldi o freddi, o pareti calde o fredde.

1 Correnti d'aria

Discomfort determinato dal raffreddamento localizzato del corpo dovuto ad un flusso d'aria diretto. È una delle cause di disagio locale più frequenti riscontrabili negli ambienti indoor anche in condizioni di neutralità termica globale. Il discomfort da corrente d'aria è quantificato dall'indice DR (Draught Rate)

$$DR = (34 - t_a) \cdot (v_a - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 v_a \cdot Tu + 3,14)$$

dove

t_a è la temperatura locale dell'aria, ovvero la temperatura del flusso d'aria in prossimità della zona in cui viene lamentato il discomfort;

v_a è la velocità media locale del flusso d'aria in prossimità della zona in cui viene lamentato il discomfort;

Tu è l'intensità della turbolenza, definita in termini percentuali come il rapporto tra la deviazione standard e la velocità media locale del flusso d'aria.

Gli intervalli di accettabilità sono i seguenti: categoria A → DR < 10%, categoria B → DR < 20%, categoria C → DR < 30%.

Il modello mediante il quale è stata derivata l'espressione di DR riportata sopra risulta validato soltanto all'interno di opportuni intervalli, ovvero

$$20^\circ\text{C} < t_a < 26^\circ\text{C};$$

$$v_a < 0,5 \text{ m/s};$$

$$10\% < Tu < 60\%.$$

Per valutare il discomfort dovuto alle correnti d'aria al di fuori di questi intervalli può essere utile estrapolare, almeno in forma qualitativa, gli andamenti mostrati dall'equazione per DR, secondo i quali il discomfort: a) aumenta al diminuire della temperatura dell'aria; b) aumenta all'aumentare della velocità dell'aria; c) aumenta all'aumentare dell'intensità della turbolenza.

Il discomfort dovuto alle correnti d'aria dipende inoltre da alcune quantità di cui l'attuale modello non tiene conto:

- 1) dalla zona del corpo che viene investita dal flusso. Nella versione attuale il modello si applica in presenza di correnti d'aria al collo. A livello di braccia e piedi, il modello potrebbe sovrastimare il discomfort.
- 2) dalla sensazione termica globale. Nella versione attuale il modello si applica a soggetti con una sensazione termica globale prossima alla neutralità. Per soggetti con un discomfort globale non trascurabile il modello potrebbe sovrastimare il discomfort.
- 3) dall'attività metabolica del soggetto esposto. Nella versione attuale il modello si applica a persone che svolgono attività leggera, soprattutto sedentaria. Il discomfort diminuisce progressivamente all'aumentare del metabolismo.

2 Differenza verticale di temperatura

Discomfort determinato dalla stratificazione termica verticale. Il discomfort è quantificato dalla differenza verticale di temperatura dell'aria $\Delta T_{a,v}$ fra il livello della testa e il livello delle caviglie.

I limiti di accettabilità mostrati nella sottostante tabella si riferiscono al caso in cui la temperatura a livello delle caviglie è inferiore a quella presente a livello della testa. Il caso opposto in cui la temperatura a livello delle caviglie è superiore a quella presente a livello della testa determina un discomfort inferiore.

Categoria	Differenza verticale di temperatura dell'aria ^{a)} °C
A	< 2
B	< 3
C	< 4
^{a)} 1,1 m e 0,1 m dal pavimento	

La norma UNI EN ISO 7730 [9] fa esplicito riferimento ad altezze sul pavimento rispettivamente pari a 1,1 m e 0,1 m dalle quali si deduce che ci si riferisce ad un soggetto seduto. Non sembrano esistere tuttavia impedimenti all'applicazione di questo schema valutativo, con gli stessi valori limite di accettabilità, anche a soggetti in piedi la cui attività non implichi spostamenti significativi.

3 Temperatura del pavimento

Discomfort determinato dal contatto piedi-pavimento nel caso in cui la temperatura del pavimento t_p sia troppo alta o troppo bassa. In questo caso la sensazione termica può essere influenzata dal tipo di calzature e dai materiali di cui sono composte e dal fatto che un individuo sia seduto o in piedi.

Categoria	Intervallo di temperatura del pavimento °C
A	da 19 a 29
B	da 19 a 29
C	da 17 a 31

4 Asimmetria piana radiante

Discomfort determinato dalla presenza di significativi squilibri nei flussi radianti incidenti nella postazione in cui è presente l'operatore, provenienti da direzioni contrapposte, a loro volta associati alla presenza di vaste superfici radianti (calde o fredde) a differente temperatura, quali vetrate, forni, pannelli radianti, ecc. Il parametro che si utilizza per quantificare questo tipo di disagio è rappresentato dalla differenza $\Delta t_{p,r}$ delle temperature piane radianti rilevate sulle facce opposte di una superficie, perpendicolare alla direzione dell'asimmetria considerata, idealmente passante per il baricentro del corpo.

Le superfici radianti sono generalmente rappresentate o dalle superfici che limitano l'ambiente (pareti, soffitto, pavimento) o da elementi ad esso paralleli. Vengono di conseguenza identificate quattro tipologie di asimmetria radiante denominate soffitto caldo, soffitto freddo, parete calda e parete fredda, che vanno più genericamente interpretate rispettivamente come asimmetrie verticali dall'alto verso il basso e viceversa, e come asimmetrie orizzontali caratterizzate dalla presenza di un elemento radiante verticale più/meno caldo del resto dell'ambiente.

Come si deduce dagli intervalli di accettabilità per le diverse categorie, riportati nella tabella seguente, a parità di $\Delta t_{p,r}$ il discomfort decresce passando da soffitto caldo a parete fredda, soffitto freddo (dove peraltro il limite è raramente superato), parete calda (dove peraltro il limite non è sostanzialmente mai superato).

Categoria	Asimmetria della temperatura radiante °C			
	Soffitto caldo	Parete fredda	Soffitto freddo	Parete calda
A	<5	<10	<14	<23
B	<5	<10	<14	<23
C	<7	<13	<18	<35

C.7 Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione dello stress termico da ambiente caldo?

La valutazione dello stress termico da ambiente caldo può essere effettuata mediante uno dei due schemi illustrati nella vigente normativa tecnica:

- 1) WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), descritto nella norma UNI EN ISO 7243 [10].

Il WBGT è un indice empirico che in sostanza serve soltanto a stabilire se in una determinata situazione è possibile escludere la presenza di un rischio termico da caldo.

L'indice WBGT è dato da una media di due o tre temperature, pesate con opportuni coefficienti. Esso può poi essere corretto con un opportuno fattore CAV (Clothing Adjustment Value) nel caso in cui il vestiario in esame differisca da quello di riferimento (camicetta di cotone a maniche lunghe e pantaloni in cotone, $I_{cl} = 0,6$ clo).

Il valore dell'indice WBGT così ottenuto viene confrontato con un valore di riferimento che dipende unicamente dall'attività eseguita, ovvero dal metabolismo energetico, e dall'acclimatamento del soggetto. Se il valore dell'indice WBGT supera il valore di riferimento, secondo quanto indicato nella sezione 4 della norma occorre ridurre lo stress termico mediante metodi appropriati oppure effettuare una valutazione più approfondita mediante il modello PHS [11].

Il valore dell'indice WBGT così ottenuto viene confrontato con un valore di riferimento ($WBGT_{ref}$) il cui valore dipende unicamente dall'attività eseguita, ovvero dal metabolismo energetico, e dall'acclimatamento del soggetto. $WBGT_{ref}$ può essere calcolato utilizzando una delle due relazioni di seguito riportate

- Per soggetto acclimatato:
 $WBGT_{ref} = 56,7 - 11,5 \times \log_{10}(M)$
- Per soggetto non acclimatato:
 $WBGT_{ref} = 59,9 - 14,1 \times \log_{10}(M)$

dove M è espresso in W.

L'andamento delle due espressioni di $WBGT_{ref}$ in funzione del metabolismo energetico è riportato nella Figura C.7.1 di seguito riportata

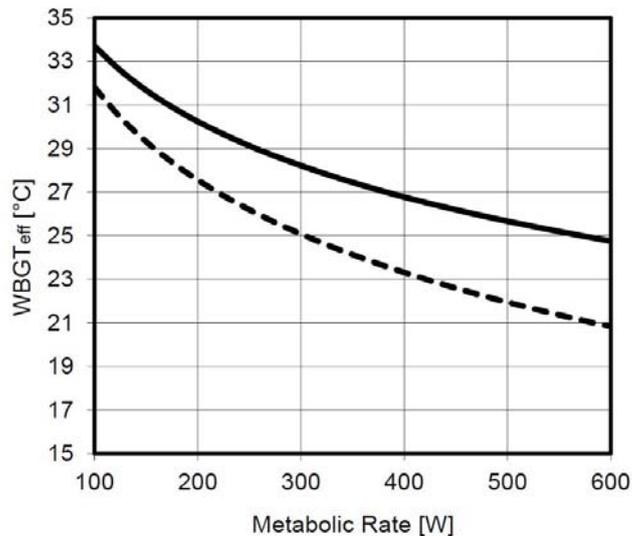


Figura C.7.1. Andamento di $WBGT_{ref}$ in funzione del metabolismo energetico, sia per un soggetto acclimatato (curva a tratto pieno) che per un soggetto non acclimatato (curva tratteggiata)

Se il valore dell'indice $WBGT$ supera il valore di riferimento, secondo quanto indicato nella sezione 4 della norma occorre ridurre lo stress termico mediante metodi appropriati oppure effettuare una valutazione più approfondita mediante il modello PHS [11].

- 2) PHS (Predicted Heat Strain) descritto nella norma UNI EN ISO 7933 [11]. Il modello PHS permette di effettuare una valutazione più approfondita dello stress da caldo tenendo in conto fattori più complessi come la dipendenza dal tempo delle variabili fisiologiche, l'effetto del movimento sull'isolamento termico dell'abbigliamento, l'effetto del metabolismo energetico sulla temperatura del nucleo.

Il modello è applicabile quando i sei parametri fondamentali sono contenuti nei seguenti intervalli di valori:

$$15^{\circ}\text{C} < t_a < 40^{\circ}\text{C}$$

$$0 \text{ KPa} < p_a < 4,5 \text{ KPa}$$

$$0^{\circ}\text{C} < t_r - t_a < 60^{\circ}\text{C}$$

$$0 \text{ m/s} < v_a < 3 \text{ m/s}$$

$$100 \text{ W} < m < 450 \text{ W}$$

$$0,1 \text{ clo} < I_{cl} < 1 \text{ clo}$$

Il modello PHS si basa su un codice iterativo che simula la risposta dell'organismo in presenza di determinate quantità fisiche ambientali e quantità soggettive (metabolismo e resistenza termica del vestiario). Esso

restituisce gli andamenti nel tempo della temperatura rettale t_{re} e della perdita totale di acqua D .

Confrontando tali andamenti con i corrispondenti valori limite:

- $t_{re,max} = 38^{\circ}\text{C}$;
- $D_{max,95} = 5\%$ del peso corporeo del soggetto o 3% del peso corporeo in assenza di apporto di acqua,

si ottengono due stime indipendenti del tempo di esposizione massimo ammesso. Per ovvie considerazioni di cautela, ai fini della valutazione del rischio va utilizzata la più piccola delle due stime.

Esistono inoltre situazioni nelle quali nessuna delle due norme tecniche UNI EN ISO 7243 [10] o UNI EN ISO 7933 [11] risulta adeguata per eseguire una valutazione dello stress termico da ambiente caldo.

Il primo caso è quello nel quale il soggetto esposto indossa abbigliamento protettivo. La norma UNI EN ISO 7243 consente, in linea di principio, di tener conto del particolare isolamento termico determinato dall'uso di abbigliamento protettivo aggiungendo al valore dell'indice WBGT un "CAV" (Clothing Adjustment Value). Tuttavia la limitata disponibilità di valori di CAV disponibili, la formulazione assai generica delle definizioni degli abbigliamento a cui associare un CAV, unite alla natura approssimativa dell'indice WBGT, non rendono questa opzione particolarmente attraente. In alternativa è possibile fare uso dei fattori proposti dalla norma tecnica inglese BS 7963 mediante i quali correggere il risultato ottenuto con il metodo PHS. Ciò implica tuttavia un percorso piuttosto complesso ed un risultato finale la cui affidabilità non è al momento quantificabile.

Il secondo caso è quello delle esposizioni in ambienti termicamente violenti. Con questo termine si identificano ambienti nei quali i valori limite citati in precedenza per la temperatura e per la perdita di liquidi ($t_{re,max} = 38^{\circ}\text{C}$, $D_{max,95} = 5\%/3\%$ del peso corporeo del soggetto) vengono raggiunti in tempi molto brevi (indicativamente inferiori a 30 minuti). Considerato il rischio potenzialmente associato ad un'esposizione ad ambienti così estremi, qualsiasi valutazione basata su una modellistica relativa a soggetti "medi" come il PHS, per quanto sofisticata, risulta inadeguata. Si raccomanda pertanto che esposizioni in questi ambienti avvengano esclusivamente sotto diretta ed individuale supervisione medica, come peraltro esplicitamente indicato nella norma UNI EN ISO 7933 (punto 6.3).

In questi casi al fine di prevenire il rischio da stress termico, qualora non sia possibile evitare l'esposizione del lavoratore, sarà necessario ricorrere a misure di prevenzione e di monitoraggio da valutarsi caso per caso, in stretta collaborazione con il Medico Competente .[39,57,63]

C.8 Quali sono gli indici descrittivi (e i relativi valori di riferimento) che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione dello stress termico da ambiente freddo?

La valutazione dello stress termico da ambiente freddo prevede che vengano valutati sia il raffreddamento globale, ovvero del corpo nella sua interezza, sia i raffreddamenti locali di singole parti del corpo (soprattutto mani, piedi e testa).

Il raffreddamento globale viene valutato utilizzando l'indice IREQ (Insulation REQuired) descritto nella norma UNI EN ISO 11079 [12]. L'indice IREQ è definito come l'isolamento termico richiesto nelle condizioni termiche in esame per mantenere il corpo in uno stato con livelli accettabili di temperatura del corpo e della pelle.

L'indice IREQ può essere applicato quando sono soddisfatte le seguenti condizioni:

$$t_a < 10 \text{ °C}$$

$$0,4 \text{ m/s} \leq v_a \leq 18 \text{ m/s}$$

$$I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2\text{K/W (0,5 clo)}$$

La valutazione si esegue confrontando l'isolamento termico "risultante" ($I_{cl,r}$) dell'abbigliamento di cui dispone il lavoratore con due valori di riferimento $IREQ_{min}$ e $IREQ_{neu}$.

L'isolamento termico "risultante" ($I_{cl,r}$) si ottiene correggendo (in pratica riducendo) il valore di isolamento termico statico (I_{cl}) per tener conto della penetrazione dell'aria ambiente attraverso il vestiario. Il fattore di correzione dipende dalla velocità con cui si sposta il lavoratore (deducibile dal metabolismo energetico), dalla velocità dell'aria nell'ambiente (misurabile) e dalla permeabilità all'aria del vestiario (riguardo alla quale si veda la FAQ B.2). Non è richiesto il calcolo esplicito dell'isolamento termico risultante ($I_{cl,r}$) in quanto esso viene eseguito implicitamente dal software (fornito a supporto della centralina di misura oppure on-line) che esegue la procedura di valutazione indicata dalla norma UNI EN ISO 11079. E' sufficiente che al software vengano forniti i valori dei sei parametri fondamentali e della permeabilità all'aria dell'abbigliamento indossato (vedi FAQ B.4).

Quanto ai due valori di isolamenti termico richiesto:

- il valore $IREQ_{min}$ rappresenta l'isolamento termico minimo in grado di mantenere il corpo in equilibrio termico a livelli subnormali di temperatura corporea;
- il valore $IREQ_{neu}$ rappresenta l'isolamento termico necessario per garantire la neutralità termica ovvero l'equilibrio termico mantenuto per livelli normali di temperatura media del corpo,

risultando sempre $IREQ_{min} < IREQ_{neu}$.

Confrontando l'isolamento termico risultante dell'abbigliamento $I_{cl,r}$ con i due valori di riferimento $IREQ_{min}$ e $IREQ_{neu}$ possono verificarsi 3 casi:

- $I_{cl,r} < IREQ_{min}$:
l'abbigliamento in esame risulta insufficiente, ovvero non fornisce un adeguato isolamento termico per prevenire il raffreddamento globale. E' necessario quindi aumentare l'isolamento termico oppure ridurre la durata dell'esposizione al di sotto delle 8 ore della giornata nominale.
- $IREQ_{min} < I_{cl,r} < IREQ_{neu}$:
l'abbigliamento risulta sufficiente per prevenire il raffreddamento globale. Non è necessaria alcuna altra azione relativamente agli aspetti legati al raffreddamento globale ad eccezione di una valutazione degli eventuali effetti del raffreddamento locale;
- $I_{cl,r} > IREQ_{neu}$:
l'abbigliamento risulta eccessivo e c'è il rischio di surriscaldare il corpo facendolo sudare. Tale condizione è da evitare e pertanto è necessario ridurre l'isolamento.

La stessa norma UNI EN ISO 11079 fornisce anche il criterio con il quale valutare il raffreddamento locale. In questo caso si valuta il "convective cooling", ovvero il raffreddamento che si verifica quando la bassa temperatura si combina con la presenza di vento che, accelerando la perdita di calore dal corpo, raffredda la pelle abbassandone la temperatura.

Questo tipo di raffreddamento viene quantificato mediante una quantità detta Wind Chill Temperature (t_{wc} , temperatura di raffreddamento da vento), calcolata mediante la relazione:

$$t_{wc} = 13,12 + 0,6215 \cdot t_a - 11,37 \cdot v_{10}^{0,16} + 0,3965 \cdot t_a \cdot v_{10}^{0,16}$$

dove

t_a è la temperatura dell'aria;

v_{10} è la velocità locale del vento ad una quota di 10 m dal suolo, ricavabile dalle stazioni meteo oppure misurando la velocità dell'aria al suolo e amplificandola di 1,5 volte.

Una volta nota t_{wc} si determina la classe di rischio e l'effetto provocato sulla pelle utilizzando la Tabella D.2 della norma UNI EN ISO 11079.

Table D.2 — Wind chill temperature (t_{WC}) and freezing time of exposed skin

Classification of risk	t_{WC} °C	Effect
1	-10 to -24	Uncomfortably cold
2	-25 to -34	Very cold, risk of skin freezing
3	-35 to -59	Bitterly cold, exposed skin may freeze in 10 min
4	-60 and colder	Extremely cold, exposed skin may freeze within 2 min

Un altro tipo di raffreddamento locale è legato al contatto con superfici fredde (conductive cooling) che può causare effetti acuti quali dolore, intorpidimento e congelamento.

Tale problematica viene trattata nella norma UNI EN ISO 13732-3 [17] dove attraverso una serie di grafici si possono stabilire i valori limite di temperatura per le superfici fredde solide in funzione della tipologia di contatto, del materiale con cui è realizzata la superficie, del tipo di effetto procurato.

C.9 Quali sono le grandezze fisiche ambientali ed i parametri personali/soggettivi che devono essere stimati nell'ambito di una valutazione microclimatica?

Per la valutazione del comfort secondo il metodo PMV [9] viene richiesta la conoscenza delle quattro grandezze ambientali temperatura dell'aria (t_a , espressa in °C), temperatura media radiante (t_r , espressa in °C), velocità dell'aria (v_a , espressa in m/s) e umidità relativa (UR o RH, espressa in %), e dei parametri individuali attività metabolica (M , espressa in W/m^2), lavoro meccanico eseguito (W , espresso in W/m^2) e isolamento termico del vestiario indossato (I_{cl} , espresso in m^2K/W). Tutte le altre quantità necessarie alla soluzione dell'equazione dell'equilibrio energetico, e quindi al calcolo dell'indice PMV, vengono determinate a partire da queste sette quantità (ad esempio la velocità di spostamento del soggetto nell'esecuzione della sua attività è dedotta dall'attività metabolica), oppure sono assunte note. In ambienti moderabili il lavoro meccanico è sempre trascurabile.

Il metodo PMV fornisce un giudizio mediato sulla popolazione e quindi non è applicabile alla previsione del comfort di uno specifico individuo. Di conseguenza esso non richiede che siano specificate le quantità antropometriche dell'individuo.

Per la valutazione del rischio in ambienti caldi mediante l'indice WBGT [10] va distinto il caso indoor dal caso outdoor. In caso di esposizione in ambiente indoor è necessario misurare la temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale (t_{nw} , espressa in °C) e la temperatura di globotermometro (t_g , espressa in °C). Nel caso di esposizione in ambiente outdoor si deve aggiungere la misura della temperatura dell'aria (t_a , espressa in °C). L'indice viene poi calcolato come somma "pesata" (secondo opportuni coefficienti) delle due (tre) temperature. Si rimanda alla norma di riferimento [10] per gli opportuni approfondimenti.

Per la valutazione del rischio in ambienti caldi mediante il metodo PHS [11] viene richiesta la conoscenza delle stesse quantità ambientali e degli stessi parametri soggettivi già elencati per la valutazione del comfort. A meno di casi molto particolari, anche in ambienti industriali caldi il lavoro meccanico è sufficientemente piccolo da poter essere trascurato (UNI EN ISO 7933, punto 5.1.3); in ogni caso per questo tipo di ambienti tale assunzione è sufficientemente cautelativa.

Il metodo PHS non è in grado di eseguire una previsione dello strain termico individuale in senso stretto, ovvero tenendo conto delle peculiari caratteristiche di uno specifico individuo. Tuttavia esso è in grado di tener conto sia delle caratteristiche antropometriche (altezza, peso) sia di altri elementi che intervengono nel definire l'esposizione del soggetto, quali la postura nella quale

esso svolge l'attività, l'accesso ai liquidi e l'acclimatamento. Tutte queste quantità vanno di conseguenza specificate.

Anche per la valutazione del rischio in ambienti freddi mediante il metodo IREQ [12] viene richiesta la conoscenza delle stesse quantità ambientali e degli stessi parametri soggettivi già elencati per la valutazione del comfort.

In ambienti freddi industriali, a meno di casi molto particolari, il lavoro meccanico può essere trascurato (UNI EN ISO 11079, punto 5.3.3). E' da considerarsi al riguardo che in taluni casi tale approssimazione può portare ad una sottostima del rischio, pertanto si raccomanda di utilizzare criteri molto cautelativi nella scelta del dispendio metabolico M (FAQ B.3).

Al contrario del metodo PHS, e analogamente al metodo PMV, il metodo IREQ non è in grado di tener conto delle caratteristiche antropometriche (altezza, peso) né degli altri elementi individuali citati sopra a proposito del metodo PHS (la postura nella quale il soggetto svolge l'attività, l'accesso ai liquidi e l'acclimatamento). Di conseguenza queste quantità non vanno specificate.

Il metodo IREQ richiede invece la conoscenza della permeabilità all'aria del vestiario indossato, ed in particolare degli indumenti che compongono lo strato più esterno (UNI EN ISO 11079 [12] sezione A.8). Riguardo alla quantificazione della permeabilità all'aria si veda la FAQ B.4.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i parametri d'ingresso richiesti da ciascun metodo di valutazione, con i relativi intervalli di applicabilità.

INDICE PMV

grandezza	simbolo	unità di misura	intervallo di applicabilità
temperatura dell'aria	t_a	°C	+10 ÷ +30
temperatura media radiante	t_r	°C	+10 ÷ +40
pressione parziale di vapore	p_a	Pa	0 ÷ 2700
velocità dell'aria	v_a	m/s	0 ÷ 1
attività metabolica	M	met	0,8 ÷ 4
resistenza termica del vestiario	I_{cl}	Clo	0 ÷ 2

INDICE WBGT

grandezza	simbolo	unità di misura	intervallo di applicabilità
temperatura di globotermometro	t_g	°C	---
temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale	t_{nw}	°C	---
temperatura dell'aria (solo outdoor)	t_a	°C	---

METODO PHS

grandezza	simbolo	unità di misura	intervallo di applicabilità
temperatura dell'aria	t_a	°C	+15 ÷ +50
temperatura media radiante	t_r	°C	$t_r - t_a$: 0 ÷ +60
pressione parziale di vapore	p_a	Pa	0 ÷ 4500
velocità dell'aria	v_a	m/s	0 ÷ 3
attività metabolica	M	met	0,95 ÷ 4,3
resistenza termica del vestiario	I_{cl}	Clo	0,1 ÷ 1

INDICE IREQ

grandezza	simbolo	unità di misura	intervallo di applicabilità
temperatura dell'aria	t_a	°C	< +10
temperatura media radiante	t_r	°C	---
pressione parziale di vapore	p_a	Pa	---
velocità dell'aria	v_a	m/s	0,4 ÷ 18
attività metabolica	M	met	---
resistenza termica del vestiario	I_{cl}	Clo	> 0,5
permeabilità all'aria	ap	l / (m ² s)	---

C.10 È possibile effettuare la media su più giorni/settimane/mesi ai fini della valutazione dei parametri di comfort/rischio associati all'ambiente termico?

Per quanto riguarda gli ambienti moderabili, e dunque la valutazione del comfort, esistono dei criteri di valutazione a lungo termine proposti nell'appendice H della norma UNI EN ISO 7730 [9]. L'appendice è "Informativa" e possiede quindi una valenza piuttosto bassa. Al di là di questo aspetto formale, esiste un robusto argomento sostanziale contro l'adozione di schemi di valutazione a lungo termine, in relazione alla tutela del comfort dei lavoratori, legato al fatto che il comfort è un concetto che si applica a segmenti temporali brevi, in quanto è appunto su tempi brevi (minuti) che il discomfort si manifesta e potrebbe comportare effetti avversi sulla salute/sicurezza. Gli schemi di valutazione del comfort integrato su tempi lunghi (mesi) appaiono al contrario più orientati alla gestione dell'edificio e quindi alla ottimizzazione delle risorse economiche e ambientali.

Per quanto riguarda gli ambienti vincolati, valutazioni basate su esposizioni lunghe non hanno ugualmente senso dato che possibili ipertermie o ipotermie si manifestano in tempi largamente inferiori alla durata di una singola giornata lavorativa.

In entrambi i casi l'esposizione è da valutare in condizioni rappresentative di situazioni critiche riscontrabili nell'ambiente in esame, in relazione alle differenti attività lavorative ivi svolte, ai fini dell'adozione delle appropriate misure di tutela per i lavoratori esposti.

C.11 Quali sono i co-fattori di rischio da valutare in relazione all'esposizione a microclima?

Come già discusso nella FAQ A.3, esistono numerosi fattori di suscettibilità individuale che vanno considerati nella valutazione del microclima. Nella tabella A.3.1 sono inoltre indicate una serie di patologie che possono incrementare la suscettibilità individuale all'ambiente termico in relazione al caldo/freddo, o ancora l'assunzione di sostanze o farmaci che possono concorrere ad incrementare il rischio espositivo.

Non risultano al contrario elementi certi relativi a possibili fattori sinergici associati ad altre esposizioni professionali, che possano amplificare il rischio associato alla esposizione ad ambienti termici stressanti.

C.12 Come si valuta il rischio microclima in lavorazioni outdoor?

Un ambiente outdoor è una fattispecie particolare di ambiente termico vincolato, per il quale va sempre effettuata una valutazione del rischio microclima.

In ambienti outdoor, come in generale negli ambienti vincolati, è per definizione impossibile operare significative modifiche nei parametri fisici ambientali che caratterizzano l'esposizione. A fronte dell'esito della valutazione del rischio, andranno dunque predisposte opportune procedure di lavoro che permettano di ridurre al minimo i rischi connessi all'esposizione ad ambienti termici caldi/freddi (vedi FAQ D.5).

a) Microclima outdoor Caldo

In genere per lavorazioni all'aperto o in ambienti chiusi non climatizzati le cui condizioni termiche siano influenzate dalle condizioni termoisolometriche esterne, è sempre necessario effettuare un'attenta valutazione del rischio microclima, finalizzata all'attuazione di appropriate misure di tutela all'insorgere di condizioni di criticità legate al caldo (FAQ D.5). Nel caso di impiego di DPI impermeabili, tute in tyvek etc. andrà effettuata sempre una valutazione specifica, in relazione alla attività svolta.

In una fase di valutazione preliminare, al fine di individuare le condizioni di insorgenza di criticità, e predisporre un adeguato piano d'azione, a partire dalla tutela dei soggetti sensibili, è possibile utilizzare l' "indice di calore" ("Heat Index) che richiede la conoscenza di temperatura ed umidità dell'aria, valutabili rendendo disponibile un termoisometro sul luogo di lavoro, ovvero - in sede di valutazione previsionale - utilizzando i dati storici per il sito in esame. Esso rappresenta un indice semplificato, che combina la temperatura dell'aria e l'umidità relativa restituendo il valore di una temperatura apparente ovvero una stima del caldo percepito. Sulla base dell'indicatore vengono individuate 3 fasce di rischio (giallo/arancione/rosso) e le corrispondenti misure di tutela da prevedere.

Il foglio di calcolo che ne consente la valutazione è scaricabile dal Portale Agenti Fisici https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_metodiche.php?lg=IT.

E' possibile procedere a valutazioni previsionali più approfondite, e stabilire le condizioni di temperatura ed umidità relativa che - se riscontrate sul posto di lavoro - determinano valori dell'indice PHS [11] critici, che richiedono l'attuazione di misure di prevenzione dello stress termico, in relazione alle differenti attività svolte, utilizzando il calcolatore on line PHS disponibile sul Portale Agenti Fisici alla sezione Microclima.

Anche in questo caso l'uso di un semplice termoisometro sul posto di lavoro consentirà di individuare l'insorgenza di condizioni termiche critiche e la necessità di attivare il piano di prevenzione del rischio predisposto (FAQ D.5)

Sul sito del Portale Agenti Fisici nella sezione microclima è altresì disponibile il link al sito della piattaforma previsionale sperimentale di allerta caldo Worklimate che fornisce previsioni a 3 giorni dell'indice WBGT in relazione a diversi scenari espositivi outdoor (ombra/sole/attività fisica intensa/attività fisica moderata), su tutto il territorio nazionale. Dal momento in cui dalla previsione meteo emergano condizioni di possibile stress da caldo (aree "arancioni" e "rosse"), dovranno essere programmate ed attuate idonee misure di tutela per i lavoratori. Ciò potrà essere realizzato utilizzando il protocollo semplificato presentato nella FAQ D.5.

Si ricorda in merito che il parametro WBGT che è usato ai fini della valutazione del rischio è utilizzabile per prevenire il rischio termico solo per soggetti che non siano in condizioni di vulnerabilità termica. Per i soggetti vulnerabili, anche in presenza di rischio basso (aree in giallo) andranno previste ed attuate misure di tutela ad hoc. Stesso criterio è da applicarsi nel caso di lavorazioni che richiedano l'impiego di DPI impermeabili od indumenti da lavoro pesanti.

b) Microclima outdoor Freddo

La valutazione dello stress da freddo va effettuata utilizzando l'indice IREQ [5], che potrà essere valutato utilizzando il calcolatore disponibile sul Portale Agenti Fisici alla sezione microclima.

Anche in questo caso la disponibilità di un termoigrometro sul luogo di lavoro consentirà la verifica dell'insorgenza di condizioni di criticità rilevate in fase preliminare e la conseguente attuazione del piano di prevenzione del rischio da microclima freddo.

C.13 Esistono criteri specifici per la valutazione del microclima nei mezzi di trasporto?

Il fattore di rischio microclima nei mezzi di trasporto andrà sempre attentamente valutato, non essendo in genere individuabili per tale tipologia di attività condizioni che ne consentano la "giustificazione" (vedi FAQ C.1).

E' da tenere presente il disagio termico percepito a bordo di un mezzo di trasporto può ridurre la capacità di attenzione del conducente e conseguentemente aumentare il rischio di incidenti. Inoltre condizioni microclima avverse a bordo possono causare malori con conseguenti infortuni o incidenti a bordo del mezzo.

Si ritiene che anche in questi ambiti si possano e debbano applicare modelli di valutazione relativi al comfort termico riportati nelle faq precedenti, adattando alla particolare tipologia di ambiente in questione i criteri di misura e valutazione, sia per aspetti globali che locali, indicati nella UNI EN ISO 7730 [9] (vedi FAQ B.7).

AUTOBUS, AUTOCARRI, AUTOVETTURE

La norma UNI EN ISO 14505-2 [30] fornisce linee guida per la valutazione delle condizioni termiche all'interno di un veicolo quando le deviazioni dalla neutralità termica sono relativamente piccole. La valutazione dell'ambiente termico viene effettuata mediante la stima della temperatura equivalente (riferita al soggetto), definita nella norma come la temperatura di un ambiente omogeneo, dove la velocità dell'aria sia nulla e la temperatura media radiante sia uguale alla temperatura dell'aria, in cui un individuo sia soggetto agli stessi scambi termici per convezione e irraggiamento dell'ambiente reale in questione. La norma definisce differenti metodi di stima della temperatura equivalente che prevedono l'utilizzo di un manichino riscaldato o di un sistema di sensori disposti in diversi segmenti/punti che individuano la posizione di un soggetto seduto. Si rimanda alla norma [30] per ulteriori approfondimenti.

La norma UNI EN ISO 14505-3 [31] fornisce un metodo di prova per la valutazione del benessere termico nei veicoli. Essa non è limitata ad un particolare tipo di veicolo, il suo campo di applicazione è generale (autovetture, autocarri, bus, ecc.) e può essere utilizzata per lo sviluppo e valutazione dei veicoli. La norma fornisce un metodo per determinare la misura della prestazione di un veicolo nelle condizioni di interesse, in termini della probabilità di garantire condizioni di benessere termico alle persone. Il metodo si basa sull'interpretazione delle risposte fornite da un campione di almeno 8 persone ad una serie di questionari. Le risposte sono fornite in relazione ad una serie di scale di prestazione di tipo soggettivo, finalizzate a quantificare la percezione, accettabilità e preferenza che il soggetto è tenuto ad esprimere in merito alle condizioni ambientali del veicolo in questione. Si rimanda alla norma [31] per ulteriori approfondimenti.

TRENI

Il REGOLAMENTO (UE) N. 1302/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo a una specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema «Materiale rotabile — Locomotive e materiale rotabile per il trasporto di passeggeri» del sistema ferroviario dell'Unione europea (STI) richiede che ci sia "disponibilità per il macchinista di un microclima consono al lavoro" .

Al punto 4.2.9.1.7 prescrive in particolare quanto segue:

All'altezza della testa e delle spalle del macchinista seduto nella posizione di guida (definita al punto 4.2.9.1.3) non devono transitare flussi d'aria causati dal sistema di ventilazione con una velocità dell'aria superiore al valore limite riconosciuto per assicurare un ambiente di lavoro adeguato.

La valutazione dell'adeguatezza delle condizioni microclimatiche a bordo dei treni, e la valutazione della conformità al regolamento UE sia in fase di

collaudo che di manutenzione va condotta applicando i criteri indicati dagli standard UNI EN 14813-1: Applicazioni ferroviarie - Condizionamento aria per cabine di guida - Parte 1: Parametri di comfort [35]

Le modalità di verifica di tali prestazioni, da effettuarsi soprattutto in fase di collaudo o di verifica periodica in fase di manutenzione, sono dettagliate nella norma UNI EN 14813-2 [36]

La norma UNI EN 14813-1 [35] specifica i requisiti minimi da soddisfare a bordo della cabina macchinista, in relazione alla classificazione della cabina (tab. 1) ed alle fasce climatiche del territorio (tab. 2).

Ai sensi del regolamento UE STI l'Italia si colloca nella fascia II nel periodo invernale e nella fascia I nel periodo estivo. Pertanto le prestazioni minime dell'impianto di climatizzazione andranno garantite per temperature esterne da -20°C a 40 °C.

PRESTAZIONI MINIME

Le prestazioni minime prescritte dalla norma sono le seguenti:

Condizioni limite invernali: Temperatura interna non deve essere inferiore a 18°C per qualsiasi categoria di cabina in assenza di irraggiamento solare diretto, alla massima velocità di esercizio con immissione di aria esterna al minimo.

Condizioni limite estive: La temperatura interna non potrà superare 27°C per le cabina di categoria A e 30°C per le cabine in categoria B. I valori di umidità relativa devono soddisfare quanto specificato in fig. 1.

CRITERI DI COMFORT

Il sistema di climatizzazione a bordo della cabina di guida dovrebbe avere la possibilità di regolare la temperatura tra 10 °C e 26 °C.

La temperatura interna dovrebbe corrispondere alla temperatura impostata all'interno dei limiti di prestazione precedentemente riportati.

Lo scostamento tra il valore impostato ed il valore effettivo in cabina non dovrebbe superare ± 1 K per cat. A e ± 2 K per cat. B.

Il gradiente verticale di temperatura (testa - piedi) del macchinista in posizione seduta non dovrebbe superare i 3 K per category A e 6 K per cat. B

L'umidità relativa dovrebbe essere conforme ai valori riportati nel grafico di figura 2.

La differenza della temperatura del pavimento, del soffitto, delle porte (esclusi finestrini) rispetto alla temperatura dell'aria non può discostarsi di più di 7 K cat. A per tutte le situazioni di esercizio e 12 K cat. B in condizioni stazionarie.

Per i finestrini e pareti frontali e per le porte esterne la differenza di temperatura deve essere contenuta entro i 12 K per cat. A in tutte le condizioni di esercizio e 15 K cat. B in condizioni stazionarie.

Tutte le superfici o i macchinari posti in contatto diretto e permanente con il macchinista devono essere in materiale a bassa conduttività termica per evitare sensazione di freddo e se necessario essere dotati di sistema di riscaldamento locale.

La temperatura di superfici calde a diretto contatto con il macchinista utilizzate per il riscaldamento localizzato (es. sedili riscaldati o pedane riscaldate) non deve superare i + 35 °C.

La temperatura di qualsiasi pannello radiante accessibile che non sia in permanente contatto con il macchinista non deve superare i + 60 °C.

Tabella 1 – Classificazione della cabine di guida

Table 1 — Driving cab classification

	Category A	Category B
Cab interior volume	$\geq 9 \text{ m}^3$	$< 9 \text{ m}^3$
Typical duration of continuous driver presence in the cab	$> 60 \text{ min}$	$\leq 60 \text{ min}$

NOTE Driving cab for main line and suburban/regional trains are in general category A and other vehicles are category B. Where driving areas are not physically separated from the passenger areas they are considered as category B.

Tabella 2 – Fasce climatiche: ai sensi del regolamento UE STI l'Italia si colloca nella fascia II nel periodo invernale e nella fascia I nel periodo estivo

Table D.1 — Definition of climatic zones — Winter

Zone (winter)	Minimum exterior temperatures °C
I	- 10
II	- 20
III	- 40

Table D.2 — Definition of climatic zones — Summer

Zone (summer)	Maximum exterior temperatures °C	Relative humidity %	Equivalent solar load (E_s) W/m ²
I	+ 40	40	800
II	+ 35	50	700
III	+ 28	45	600

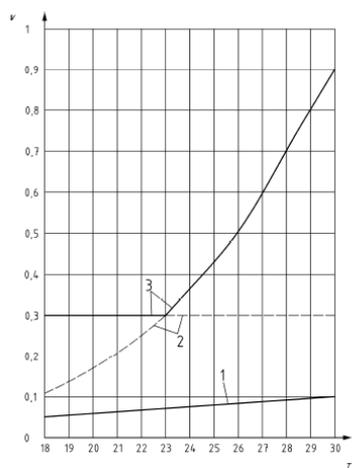


Figura 1 – Intervalli accettabilità velocità dell'aria in funzione della temperatura per le categorie A-B (misure in posizione operatore secondo protocollo specificato dalla norma norma UNI EN 14813-2

- 1: Velocità minima ammissibile aria per Cat. A e B
- 2: Velocità max. aria Cat. A
- 3: Velocità max aria Cat. B

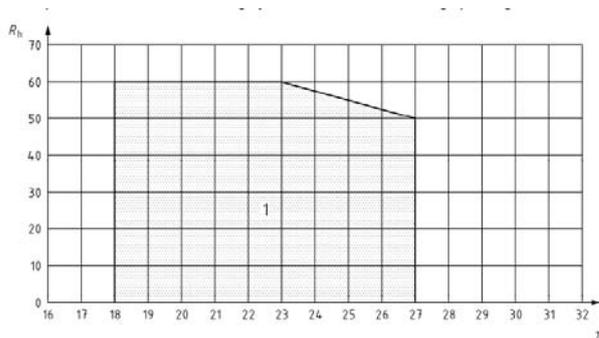


Figura 2- Criterio accettabilità umidità relativa in funzione della temperatura (Classe A). L'area sotto la curva indicata con il numero 1 rappresenta l'area di accettabilità dei valori di umidità relativa in funzione della temperatura in cabina. misure in posizione operatore secondo protocollo specificato dalla norma norma UNI EN 14813-2

C.14 Come si effettua la valutazione del rischio per soggetti con suscettibilità individuale al rischio microclima?

La norma UNI EN ISO 28803 [28] fornisce una guida sull'applicazione delle esistenti norme internazionali per le persone con speciali necessità. La norma riassume le disabilità che possono avere un impatto durante l'esposizione ad ambienti termici.

La norma puntualizza che le persone con requisiti speciali generalmente non rientrano nell'ambito di applicazione dei valori di riferimento definiti dalla maggior parte degli standard internazionali. Questi infatti sono in genere

applicabili solo per le persone con caratteristiche specifiche che vengono spesso definite "normali" o "tipiche".

Relativamente agli indici di valutazione la norma fa le seguenti considerazioni:

Indici PMV e PPD (FAQ C.5)

Il modello potrebbe richiedere delle modifiche per adeguare la previsione della sensazione termica per le persone con disabilità e per le persone anziane con alterazioni della termoregolazione. Per i soggetti a ridotta mobilità si dovrà tener conto del loro stato nella scelta del valore del metabolismo energetico.

Per le persone con disabilità motoria è importante che la temperatura dell'aria sia vicina a quella neutrale ed è necessario tener conto della presenza della sedia a rotelle nel calcolo dell'isolamento termico. Per le persone anziane, a causa di problemi nella vasocostrizione e a fronte di sensazioni termiche ridotte, sarebbe meglio evitare sensazioni termiche sul versante del freddo e quindi selezionare un intervallo di temperature che corrisponda a $0 < PMV < +0,5$ (UNI EN ISO 28803 [28]).

Indice WBGT, PHS (FAQ C.7)

Entrambi gli indici sono stati sviluppati per la prevenzione degli effetti termici su soggetti sani in assenza di condizioni individuali di suscettibilità termiche (Tab. A.1). Per i soggetti che presentino condizioni individuali di suscettibilità termica, andrà sempre effettuata una valutazione specifica, individuando, caso per caso, le appropriate misure di tutela da mettere in atto, di concerto con il Medico competente e, se, del caso, con il medico curante (vedi FAQ D.7).

Indice IREQ (FAQ C.8)

L'indice IREQ è stato sviluppato per la prevenzione degli effetti termici su soggetti sani in assenza di condizioni individuali di suscettibilità termiche (Tab. A.1) e non è in genere utilizzabile nel caso di soggetti particolarmente sensibili.

Non esistono indicazioni quantitative per tenere conto dell'esposizione dei soggetti sensibili. In questi casi deve essere effettuata una valutazione individuale ("ad personam") per ogni soggetto esposto e validata sul campo.

Per i soggetti che presentino condizioni individuali di suscettibilità termica, andrà sempre effettuata una valutazione specifica, individuando, caso per caso, le appropriate misure di tutela da mettere in atto, di concerto con il Medico competente e, se, del caso, con il medico curante (vedi FAQ D.7).

Al fine di rendere consapevoli i lavoratori della necessità del tempestivo riconoscimento delle condizioni di suscettibilità individuale, è raccomandato che nell'ambito della valutazione del rischio venga predisposta una lista di

controllo, che metta in grado ciascun lavoratore di segnalare al Medico Competente, nel rispetto delle normative sulla privacy, la presenza o l'insorgenza di fattori di rischio individuali prima di svolgere il lavoro in condizioni di stress termico, per poter pianificare, le opportune misure di tutela. Un esempio di lista di controllo è proposta nella tabella C.14.1.

Tabella C.14.1 - LISTA DI AUTOVALUTAZIONE PER PREVENIRE L'ESPOSIZIONE DI LAVORATORI IN CONDIZIONI DI SUSCETTIBILITA' INDIVIDUALE

ATTENZIONE: SE TI RICONOSCI IN UNA DI QUESTE SITUAZIONI DI SUSCETTIBILITA' CONTATTA IMMEDIATAMENTE IL MEDICO COMPETENTE O IN SUA ASSENZA IL PREPOSTO PRIMA DI LAVORARE AL CALDO O AL FREDDO

Stai assumendo o devi cominciare ad assumere farmaci quali:

- farmaci per ipertensione, per malattie cardiovascolari, per disturbi della coagulazione;
- farmaci per disturbi della tiroide, per malattie respiratorie croniche;
- tranquillanti, sedativi, antidepressivi, farmaci per il trattamento dell'insonnia;
- farmaci anti infiammatori ed analgesici;
- antistaminici

Hai la febbre?

Sei in stato di gravidanza?

Hai diarrea, vomito?

Segui particolari diete o sei in regime di restrizione idrica (esempio Ramadan)?

Hai meno di 20 anni o più di 55 anni?

Rientri al lavoro dopo un periodo di malattia o ferie o inizi ora il lavoro?

Hai avuto in passato un colpo di calore?

Fai uso di alcol o sostanze stupefacenti?

Sei obeso?

SEI AFFETTO DA UNA DI QUESTE PATOLOGIE?

- patologie cardiovascolari rilevanti (es. cardiopatia ischemica, cardiopatia ipertensiva, turbe del ritmo cardiaco);
- patologie respiratorie (es. BPCO, asma bronchiale, bronchiti ricorrenti);
- patologie metaboliche (es. diabete mellito insulino-dipendente;
- iper/ipotiroidismo obesità grave);
- patologie renali (insufficienza renale cronica e/o dialisi, calcolosi renale, alterazioni elettrolitiche);
- disturbi psichici, patologie neurologiche (es. epilessia, episodi sincopali)

SEZIONE D

GESTIONE DEL RISCHIO

D.1 Come comportarsi all'esito della valutazione?

A seguito degli esiti della valutazione del rischio è necessario:

- a) definire procedure di riduzione e controllo del rischio in relazione alle tipologie di attività lavorative svolte e all'ottimale organizzazione del lavoro, individuando date e tempi di realizzazione degli stessi (vedi tabella D.1.1)
- b) definire le specifiche misure di prevenzione e protezione da mettere in atto, qualora insorgano situazioni di non conformità e criticità, per le diverse categorie di lavoratori;
- c) definire le necessità di sorveglianza sanitaria in relazione alle criticità termiche emerse nell'ambito della valutazione del rischio, con particolare riguardo alla tutela dei soggetti particolarmente sensibili;
- d) determinare l'efficacia delle azioni di riduzione e controllo del rischio messe in atto, cui al punto a), confrontando i parametri valutativi ottenuti con gli appropriati valori di riferimento considerando la tipologia all'ambiente lavorativo (moderabile / vincolato);
- e) decidere se sia necessario un ulteriore approfondimento valutativo;
- f) definire il programma di sorveglianza sanitaria, in relazione agli esiti della rivalutazione (dovrebbe essere necessario solo nel caso di ambienti vincolati) (punto b).

La tabella D.1.1 riporta una rappresentazione schematica delle possibili misure tecniche da mettere in atto.

Tabella D.1.1 – Esempi di misure tecniche di prevenzione

Temperatura dell'aria
Posizionare le sorgenti calde o fredde in aree esterne ai luoghi di lavoro abitualmente occupati dai lavoratori.
Eliminare le sorgenti di aria calda/fredda. Isolare le superfici calde. Isolare gli sfiati di aria calda o fredda. Prevedere indumenti di lavoro per il caldo /freddo.
Umidità
Eliminare scarichi di vapore o acqua nell'ambiente. Isolare le superfici raffreddate con acqua o qualsiasi superficie che produca vapori. Se sono usati indumenti impermeabili accertarsi che siano traspiranti.
Radiazione Termica
Ridurre le superfici radianti. Usare schermi riflettenti. Isolare o schermare opportunamente le superfici radianti. Posizionare le aree di lavoro lontano da superfici radianti. Usare indumenti speciali di protezione per calore radiante (se necessario).

Flussi di aria
Ridurre o eliminare flussi/ correnti d'aria che investano in maniera diretta i lavoratori. Usare schermi per proteggere localmente da correnti d'aria. Posizionare le aree di lavoro il più possibile lontano da correnti/flussi d'aria.
Ambienti moderabili
Per tutti gli ambienti non vincolati predisporre una procedura di verifica dell'efficienza dell'impianto di climatizzazione e del sistema di controllo delle condizioni microclimatiche interne. Qualora non sia presente un idoneo impianto di climatizzazione, prevedere la possibilità di adeguata climatizzazione; predisporre nell'immediato un efficiente sistema di controllo delle condizioni microclimatiche interne (es termoigrometri), per prevenire e fronteggiare l'insorgenza di condizioni di lavoro critiche mediante l'adozione di idonee procedure organizzative. Predisporre un piano di azione in caso di insorgenza di condizioni microclimatiche critiche.

Esempi di azioni preventive di carattere organizzativo e procedurale da mettere in atto per prevenire il rischio microclima in ambienti caldi e freddi sono riportati schematicamente nella tabella D.1.2.

Tabella D.1.2 – Esempi di misure organizzative e procedurali di prevenzione per ambienti vincolati

AMBIENTI CALDI
<ul style="list-style-type: none"> • rendere disponibile sui luoghi di lavoro un termometro ed igrometro; • programmare i lavori più faticosi, ove possibile, in orari con temperature favorevoli; • programmare pause - definendone durata e periodicità - in aree di lavoro in condizioni di comfort termico; • prevedere un programma di acclimatamento per i lavoratori alle condizioni termiche di esercizio; • programmare, laddove possibile, una rotazione nel turno fra i lavoratori esposti; • garantire disponibilità di acqua per l'idratazione con specifici protocolli di assunzione dei liquidi; • fornire ai lavoratori - ove possibile - indumenti da lavoro leggeri di tessuto traspirante; • formare ed informare i lavoratori sulle problematiche legate all'esposizione al caldo, sulle procedure di lavoro da adottare, sulle metodiche di acclimatamento e a seguito dell'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale; • fornire ai lavoratori pasti adeguati ricchi in frutta e verdura, evitando cibi ricchi in grassi e sale che rallentano la digestione e predispongono a stress da caldo.
AMBIENTI FREDDI
<ul style="list-style-type: none"> • programmare pause - definendone durata e periodicità - in aree di lavoro in condizioni di comfort termico; • asciugarsi regolarmente il sudore in caso di sforzo fisico; • fornire ai lavoratori DPI antifreddo per il corpo e per il capo conformi alla norma UNI EN 342:2018 e per le mani conformi alla norma UNI EN 511:2006 (vedi FAQ D.3); • indossare berretti antifreddo (se necessario al di sotto del casco antinfortunistico); • evitare che l'abbigliamento per il freddo risulti aderente e verificarne la buona traspirazione per consentire la dispersione del sudore eventualmente accumulato; • formare ed informare i lavoratori sulle problematiche legate all'esposizione al caldo, sulle procedure di lavoro da adottare, sulle metodiche di acclimatamento e a seguito dell'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale; • fornire ai lavoratori pasti adeguati, bevande calde e vietare l'uso di bevande alcoliche che non aiutano a combattere il freddo.

PROGRAMMA DI MISURE TECNICHE

Come specificato nella FAQ D.2, nell'ambito del documento di valutazione del rischio andranno sempre indicate le misure tecniche e/o organizzative che si adotteranno per eliminare o ridurre il rischio e garantire nel tempo il miglioramento della condizione espositiva, indicazione delle modalità, tempistiche e figure aziendali preposte all'attuazione del programma.

AMBIENTI VINCOLATI

Gli articoli 28 e 29 del Titolo I, e per gli agenti fisici il Capo I del Titolo VIII all'articolo 181 comma 3, prescrivono che nella valutazione dei rischi vada precisato quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate. In quest'ambito si ribadisce esplicitamente come anche il programma delle misure di prevenzione e riduzione del rischio trova riferimento nella redazione di una relazione che costituisce parte integrante del documento di valutazione dei rischi.

In sintesi, se al termine della valutazione del rischio microclima si sono riscontrate non conformità con i limiti riportati nelle norme tecniche relative a possibili stress termici, che ricordiamo essere la norma UNI EN ISO 11079 [12] per gli ambienti freddi, le norme UNI EN ISO 7243 [11] e UNI EN ISO 7933 [10] per gli ambienti caldi, il documento di valutazione dei rischi dovrà contenere un "programma di intervento" nel quale risultino esplicitate le azioni di natura tecnica e/o organizzativa da intraprendere in quanto ritenute efficaci ai fini della riduzione del rischio e per la tutela dei lavoratori. In questo documento vanno incluse la modalità e le tempistiche realizzative degli interventi programmati, l'individuazione della figura responsabile del processo di attuazione e infine i risultati attesi, su base previsionale, in termine di contenimento dell'esposizione a completamento del programma.

AMBIENTI MODERABILI (FAQ E.2)

Anche nel caso degli ambienti moderabili, che ricade invece sotto la giurisdizione dell'Allegato IV del D. Lgs. 81/2008 [1], l'esito della valutazione può comportare la richiesta di redigere un programma di misure tecniche o organizzative, soprattutto nei casi in cui la dimostrata inadeguatezza delle condizioni termo-igrometriche ambientali alla situazione lavorativa in esame e/o alle condizioni individuali del lavoratore sia in grado di comportare effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori.

È fondamentale che la valutazione del microclima preveda un programma di procedure ad hoc da mettere in atto per la prevenzione degli effetti sulla salute e sulla sicurezza legati all'insorgenza di condizioni microclimatiche critiche anche in ambienti "moderabili" ove le condizioni climatiche sfavorevoli possono

comportare effetti rilevanti (incidenti, infortuni, stress etc.) dovuti al disagio e alla disattenzione (es. trasporti, terziario, logistica, commercio etc). Il piano degli interventi e delle azioni da mettere in atto per garantire il conseguimento delle condizioni di comfort nei differenti possibili scenari sarà a beneficio sia del datore di lavoro, che può pianificare in modo sistematico e ragionato gli interventi da eseguire, sia dell'organo di controllo e degli RLS che possono verificare rapidamente se, e in che misura, si è dato seguito, nei tempi e nei modi indicati, agli impegni presi.

D.2 Come deve essere strutturato e che cosa deve riportare il Documento di Valutazione dell'esposizione professionale al microclima?

Alla luce del D.Lgs. 81/2008 [1] (ex art. 28) e in particolare per gli agenti fisici in riferimento al Titolo VIII, il documento di valutazione dell'esposizione al microclima (DVRm) va inteso come una sezione del Documento di Valutazione di tutti i Rischi per la salute e sicurezza (DVR).

Premesso che le modalità di presentazione dei risultati della valutazione da parte del *personale qualificato* sono libere, si forniscono le seguenti indicazioni sui contenuti minimi richiesti. Il DVRm dovrà riportare:

- data/e di effettuazione delle eventuali misurazioni e della valutazione;
- dati identificativi delle persone che hanno partecipato a vario titolo alla stesura del documento (personale qualificato, RSPP, Medico Competente, ecc.);
- descrizione del ciclo di lavoro, mansioni, compiti lavorativi correlati al processo di valutazione;
- classificazione degli ambienti termici oggetto della valutazione (vedi FAQ C.1);
- informazioni relative agli impianti di climatizzazione esistenti nei locali di lavoro e, se disponibili, parametri ambientali garantiti da progetto;
- informazioni relative alle misurazioni (se eseguite) quali ad esempio:
 - identificazione delle postazioni di misura (con l'ausilio ad esempio di: layout aziendale, foto, descrizione, ecc.);
 - identificazione e caratteristiche della strumentazione utilizzata;
 - condizioni meteorologiche esterne durante l'effettuazione dei campionamenti;
 - ora, durata, intervallo di acquisizione delle grandezze ambientali;
 - esito dei campionamenti per ogni postazione;
- caratterizzazione dei parametri personali in relazione a mansioni / compiti / ambiente termico considerato;
- stima degli indici termici descrittori correlati alla mansione/lavoratore;

- classificazione dell'esposizione e definizione delle fasce di rischio, quadro di sintesi degli esposti, eventuale individuazione delle aree a rischio;
- modalità di consultazione dei lavoratori o loro rappresentanti;
- misure di tutela da adottare per i lavoratori particolarmente sensibili e all'insorgere di condizioni di suscettibilità termica;
- individuazione delle misure preventive e protettive da adottarsi a seguito degli esiti della valutazione per le diverse categorie di lavoratori e per le diverse attività lavorative svolte con indicazione delle figure aziendali preposte all'attuazione ed alla sorveglianza delle stesse;
- individuazione - ove necessario - delle misure di tutela e procedure di lavoro da adottarsi in condizioni microclimatiche critiche, in presenza di allerte meteo riscontrabili nell'ambiente di lavoro a seguito di eventi saltuari e non ordinari che potrebbero incidere in modo critico sulle condizioni microclimatiche (guasti, manutenzioni, condizioni meteo eccezionali, ecc.)
- programma delle misure tecniche e/o organizzative che si adotteranno per eliminare o ridurre e tenere sotto controllo il rischio e garantire nel tempo il miglioramento della condizione espositiva; indicazione delle modalità, tempistiche e figure aziendali preposte all'attuazione del programma (vedi FAQ D.1).
- individuazione delle procedure di acquisto, manutenzione, sostituzione e collaudo dei sistemi di climatizzazione e di tutti gli apparati che possano avere influenza sulle condizioni microclimatiche dell'ambiente di lavoro.

D.3 Esistono dispositivi di protezione individuali o dispositivi ausiliari indossabili?

Esistono diversi capi d'abbigliamento per i quali è prevista una certificazione, ovvero una dichiarazione del costruttore ai sensi di una normativa europea armonizzata, relativa alle prestazioni dell'indumento.

Per quanto riguarda la protezione contro il freddo: isolamento termico I_{cl} , permeabilità all'aria p , resistenza alla penetrazione dell'acqua. I capi d'abbigliamento certificati come DPI sono pochi e orientati a protezione da condizioni di grande freddo. Le norme tecniche di riferimento sono:

- UNI EN 342:2018 Indumenti di protezione – Completi e capi di abbigliamento per la protezione contro il freddo [19];
- UNI EN 511 Guanti di protezione contro il freddo [22];
- UNI EN 14058 Indumenti di protezione – Capi di abbigliamento per la protezione contro gli ambienti freddi [23].

Per quanto riguarda la protezione contro il caldo esistono DPI che agiscono in difesa dal calore e dal fuoco ovvero protettivi contro brevi contatti con la

fiamma, contro i flussi di calore convettivi e radiativi. Le norme tecniche di riferimento sono:

- UNI EN 166 Protezione personale degli occhi – Specifiche [24];
- UNI EN 407 Guanti di protezione contro rischi termici (calore e/o fuoco) [25];
- UNI EN ISO 11612 Indumenti di protezione – Indumenti per la protezione contro il calore e la fiamma - Requisiti prestazionali minimi [26].

Esistono inoltre indumenti refrigeranti e sistemi di raffrescamento ausiliari indossabili che possono essere utili per prevenire l'insorgenza dello stress termico. I più comuni sistemi ausiliari refrigeranti consistono in:

- applicazione di materiale freddo (tipicamente ghiaccio o gel refrigerati) tra indumento da lavoro e corpo del lavoratore;
- indumenti refrigerati ad aria;
- indumenti refrigerati ad acqua;
- indumenti refrigerati a cambio di fase

Come avviene per i DPI l'adozione di tali sistemi dovrà essere attentamente vagliata in relazione ai requisiti ergonomici e sottoposta a giudizio di accettabilità da parte del lavoratore. E' sempre da considerare che molti sistemi di raffreddamento indossabili sono talvolta ingombranti o poco pratici nell'impiego lavorativo.

D.4 Informazione e formazione: quando e con quali contenuti?

Nel D.Lgs. 81/2008 [1] l'attivazione della informazione e formazione dei lavoratori esposti a condizioni microclimatiche sfavorevoli non è legata, a differenza di quanto accade per il rumore, al raggiungimento o superamento di determinati valori di esposizione, indicati nel D.Lgs. 81/2008 stesso, ma, in analogia con gli altri agenti fisici, alla sola presenza del rischio stesso.

In ambienti moderati può essere necessario, a fini prevenzionistici, fornire l'informazione necessaria per il corretto utilizzo di climatizzatori e condizionatori, in particolare sulla corretta impostazione dei parametri termigrometrici per evitare che possano diventare causa di discomfort. È inoltre richiesta la formazione sulle corrette procedure di acquisto, manutenzione e sostituzione dei sistemi di climatizzazione, per le diverse figure aziendali con competenza in materia.

La formazione dovrà essere incentrata sulle specifiche misure di prevenzione e protezione previste, ivi incluse le misure di tutela da attuarsi per i soggetti particolarmente sensibili. Qualsiasi lavoratore che rientri in uno dei gruppi «a rischio» riconosciuti sarà così consapevole della necessità di comunicarlo ai

dirigenti, per attivare, se necessario, un processo di valutazione "specifica" del rischio e di sorveglianza sanitaria (vedi FAQ A.3). Tale informazione è indispensabile anche per rendere consapevoli tutti i lavoratori che, qualora nel corso degli anni intervenga un possibile cambiamento nella situazione individuale che li faccia rientrare nella categoria di *"soggetto particolarmente sensibile"* per un determinato rischio, devono darne tempestiva comunicazione al datore di lavoro che provvederà all'effettuazione di una valutazione specifica di concerto con il Medico Competente.

L'informazione e formazione specifica sul rischio microclimatico deve essere senz'altro sempre attivata, in tutti gli ambienti di lavoro sottoposti a condizioni microclimatiche severe.

Pertanto il lavoratore deve ricevere un'adeguata informazione e formazione sui rischi che corre durante l'esposizione ad ambienti caldi o freddi (sia indoor che outdoor) e questo ovviamente deve avvenire prima della sua esposizione. In riferimento ai contenuti della informazione/formazione sul rischio microclimatico devono essere innanzitutto fornite le informazioni obbligatoriamente previste dall'art. 184 del D.Lgs. 81/2008, e, dunque:

- i risultati della valutazione del rischio;
- le misure adottate dal datore di lavoro ai fini di ridurre il rischio;
- le modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- le circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e gli obiettivi della stessa;
- le procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione;
- l'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e le relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all'uso.

Nella informazione/formazione dovrà essere anche dato conto:

- dei possibili sintomi e problemi di salute causati dal calore o dal freddo intenso e le relative procedure da seguire nel caso tali sintomi si presentassero;
- dei segni e sintomi premonitori delle patologie causate dalla permanenza in ambienti termici severi;
- delle condizioni di suscettibilità individuale;
- opportunità di consultare il medico competente o il proprio medico di fiducia su eventuali modifiche/sospensioni dei trattamenti farmacologici in corso;
- quali procedure seguire nel caso un lavoratore presentasse sintomi compatibili con le patologie da caldo/freddo, incluse le procedure di emergenza;
- come utilizzare i dati meteo (se pertinente);

- come rispondere agli avvisi meteo (se pertinente).

Formazione specifica degli addetti al Primo Soccorso aziendale su:

- possibili problemi di salute causati dal calore/freddo;
- segni e sintomi premonitori;
- nozioni di primo soccorso;
- procedure di emergenza da mettere in atto in caso di insorgenza di sintomi da patologie da caldo (chiamare il 118....);
- condizioni di suscettibilità individuale.

FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO SPECIFICI

Per tutti i lavoratori ed i preposti che devono effettuare delle lavorazioni in condizioni microclimatiche severe dovrebbe essere previsto un corso specifico di addestramento allo stress termico.

I contenuti del corso dovrebbero riguardare la prevenzione ed il primo soccorso in caso di presenza di patologie dovute al caldo/freddo. La parte di prevenzione ha come scopo quello di far riconoscere i segnali ed i sintomi delle patologie dovute al caldo/freddo in modo da mettere in atto il primo soccorso e le opportune procedure correttive/di emergenza in tempi brevi.

In aggiunta agli argomenti illustrati, il preposto dovrebbe essere formato sui seguenti aspetti:

- le procedure da adottare per sviluppare adeguatamente e correttamente l'acclimatamento del lavoratore;
- quali procedure seguire nel caso un lavoratore presentasse sintomi compatibili con le patologie da caldo/freddo, incluse le procedure di emergenza;
- come monitorare i rapporti/bollettini meteo (particolarmente per i lavoratori outdoor o lavoratori in ambienti non climatizzati);
- come rispondere agli avvisi meteo in relazione alle procedure aziendali messe in atto;
- modalità di assunzione di liquidi e modalità di effettuazione delle pause in condizioni abituali e in condizioni di emergenza meteo.

D.5 Come gestire il rischio per i lavoratori outdoor?

I seguenti criteri sono utilizzabili anche nel caso di lavori in ambienti chiusi non climatizzati, ove le condizioni termoigrometriche interne siano influenzate dalle condizioni climatiche esterne.

Caldo

La azioni preventive da mettere in atto per prevenire il rischio microclima in ambienti caldi outdoor consistono nel:

- Individuare un responsabile, presente sul luogo dove si svolge l'attività, che potrà coincidere con il preposto o con l'addetto al pronto soccorso, per la sorveglianza delle condizioni meteorologiche, formato sull'appropriato uso dell'indice di calore e sugli indicatori di rischio di stress termico, preposto all'attuazione delle misure di tutela specifiche in caso di insorgenza delle condizioni di stress termico;
- Rendere disponibile sui luoghi di lavoro un termometro ed igrometro;
- Garantire disponibilità di acqua fresca sul posto di lavoro. A tal fine è necessario predisporre quanto segue:
 - ✓ Identificare un'area dove sia accessibile il rifornimento di acqua potabile per ciascun lavoratore;
 - ✓ Rendere sempre disponibili almeno 1 litro d'acqua/ora per ogni lavoratore e che siano disponibili bicchieri, borracce, taniche di acqua individuali per ciascun lavoratore;
 - ✓ Verificare periodicamente (almeno ogni ora) il rifornimento d'acqua ed il consumo d'acqua;
 - ✓ L'acqua fornita dovrà essere fresca, a temperatura inferiore alla temperatura ambiente, (temperatura intorno a 14-16 °C), potabile e disponibile gratuitamente per tutti i lavoratori. Essa dovrà essere resa disponibile in contenitori individuali (borracce, bottiglie, bicchieri etc.) in dotazione a ciascun lavoratore;
 - ✓ I contenitori dell'acqua dovranno essere situati in posizioni facilmente raggiungibili e vicine alle postazioni di lavoro. Qualora ciò non sia facilmente realizzabile, dovranno essere forniti ai lavoratori contenitori individuali, bottiglie o borracce, da conservare in luogo fresco in prossimità del posto di lavoro. Attenzione: disporre l'approvvigionamento d'acqua in un unico posto in prossimità ad esempio di spogliatoi o servizi non è in genere sufficiente a garantire accesso all'acqua ai lavoratori, se l'area ove si svolgono le lavorazioni è molto estesa;
 - ✓ Ad inizio turno dovrà essere ribadita a ciascun lavoratore la necessità di bere ad intervalli regolari;
 - ✓ Raccomandare di bere prima di iniziare il lavoro, per non cominciare il lavoro in condizioni di disidratazione;
 - ✓ Raccomandare di bere un bicchiere d'acqua ogni 20 minuti circa. Preferibile bere poco e frequentemente, anche se non si avverte lo stimolo della sete. Orientativamente bere $\frac{3}{4}$ litro - 1 litro per ora;

- ✓ Evitare di bere più di 1.5 litri di acqua in un'ora. L'eccesso di liquidi provoca carenza di sali minerali e può causare effetti sulla salute;
- ✓ L'assunzione di bevande energetiche utilizzate in ambito sportivo per compensare i sali minerali persi con il sudore può avere effetti negativi in termini di eccesso di calorie ingerite, o provocare scompensi. In genere un'alimentazione equilibrata è in grado di reintegrare la perdita di sali dovuta alla sudorazione;
- ✓ L'assunzione di integratori salini o altre sostanze diverse dall'acqua potrà avvenire solo sotto supervisione medica;
- ✓ Si raccomanda di utilizzare segnali acustici, messaggi audio, qualsiasi tipo di comunicazione efficace per ricordare ai lavoratori di effettuare pause al fresco e bere;
- programmare i lavori più faticosi in orari con temperature favorevoli (ad esempio la mattina presto o nel tardo pomeriggio - sera);
- prevedere, laddove possibile, lavorazioni all'ombra o al chiuso in ambiente fresco nelle ore più calde altrimenti sospendere i lavori nelle ore critiche;
- programmare pause in luoghi freschi e comunque in aree ombreggiate; le aree ombreggiate dovranno essere situate il più possibile in prossimità delle aree di lavoro. Esse dovranno essere di dimensioni e numero tali da garantire il riposo all'ombra di tutti i lavoratori in ciascuna area. Qualora le aree ombreggiate non siano sufficienti per tutti lavoratori, dovranno essere predisposte idonee turnazioni.
- I pasti dovranno essere consumati sempre in aree ombreggiate;
- fornire ai lavoratori pasti adeguati ricchi in frutta e verdura, evitando cibi ricchi in grassi e sale che rallentano la digestione e predispongono a stress da caldo;
- prevedere un programma di acclimatamento per i lavoratori alle condizioni termiche di esercizio;
- programmare, laddove possibile, una rotazione nel turno fra i lavoratori esposti;
- fornire ai lavoratori:
 - ✓ cappelli a tesa larga e circolare per la protezione di capo, orecchie, naso e collo;
 - ✓ abiti leggeri di tessuto traspirante;
 - ✓ scarpe di sicurezza /protezione di modello estivo;
 - ✓ indumenti da lavoro refrigeranti, da valutare di concerto con i lavoratori e MC, in situazioni specifiche in cui le misure di tutela attuate non siano sufficienti a prevenire lo stress termico.
- formare ed informare i lavoratori sulle problematiche legate all'esposizione al caldo; liste di autocontrollo fattori individuali; come rispondere alle allerte;
- formare in modo specifico i lavoratori sottoposti ad autorestrizione idrica (vedi FAQ D.6).

Freddo

Le azioni preventive da mettere in atto per prevenire il rischio microclima in ambienti freddi outdoor consistono nel:

- definire turni di lavoro solo nel periodo diurno (dalle 8 alle 17);
- predisporre periodi di pausa in ambienti confortevoli;
- predisporre ove possibile ripari dal vento e dalla pioggia;
- asciugarsi regolarmente il sudore in caso di sforzo fisico;
- fornire ai lavoratori DPI antifreddo per il corpo e per il capo conformi alla norma UNI EN 342:2018 e per le mani conformi alla norma UNI EN 511:2006 (vedi FAQ D.3);
- fornire ai lavoratori DPI per la protezione dalla pioggia conformi alla norma UNI EN 343:2019;
- indossare berretti antifreddo (se necessario al di sotto del casco antinfortunistico);
- evitare che l'abbigliamento per il freddo risulti aderente e verificarne la buona traspirazione per consentire la dispersione del sudore eventualmente accumulato;
- fornire ai lavoratori opportuna formazione ed informazione sulle problematiche legate all'esposizione al freddo;
- fornire ai lavoratori pasti adeguati, bevande calde e vietare l'uso di bevande alcoliche che non aiutano a combattere il freddo.

D.6 Come gestire il rischio per lavoratori in regime di auto restrizione idrica per motivi religiosi o altri motivi?

Tutti i datori di lavoro pubblici e privati hanno l'obbligo, individuato dal legislatore nell'art. 1 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., di garantire "l'uniformità della tutela delle lavoratrici e dei lavoratori sul territorio nazionale attraverso il rispetto dei livelli essenziali delle prestazioni concernenti i diritti civili e sociali, anche con riguardo alle differenze di genere, di età e alla condizione delle lavoratrici e dei lavoratori immigrati". E' pertanto indispensabile che nella prevenzione dello stress termico si attuino protocolli specifici di tutela per lavoratori esposti a rischio microclima che pratichino il Ramadan.

In particolare, l'obbligo è ulteriormente sottolineato all'art. 28 "valutazione dei rischi", che recita: "La valutazione di cui all'articolo 17, comma 1, lettera a), anche nella scelta delle attrezzature di lavoro e delle sostanze o dei preparati chimici impiegati, nonché nella sistemazione dei luoghi di lavoro, deve riguardare tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari, tra cui anche quelli collegati allo stress lavoro-correlato, secondo i contenuti dell'Accordo Europeo dell'8 ottobre 2004, e quelli riguardanti le lavoratrici in stato di

gravidanza, sulla base di quanto previsto dal Decreto Legislativo 26 marzo 2001, n. 151, nonché quelli connessi alle differenze di genere, all'età, alla provenienza da altri Paesi e quelli connessi alla specifica tipologia contrattuale attraverso cui viene resa la prestazione di lavoro”.

Il principale accorgimento per prevenire la disidratazione del lavoratore che pratica il Ramadan e che si trovi a dover operare in ambiente caldo è far sì che il lavoratore beva almeno 2 litri d'acqua dopo il tramonto e 2 litri d'acqua prima dell'alba: l'idratazione è cumulativa e quindi questo accorgimento è fondamentale. Sarà compito e cura del MC o del RSPP formare in tal senso il lavoratore e spiegare la necessità di tale accorgimento.

Andranno inoltre attuate le stesse misure di tutela previste per gli altri lavoratori, predisponendo eventualmente pause più frequenti al fresco per consentire la refrigerazione.

Importante è inoltre il regime alimentare da seguire dopo il tramonto e prima dell'alba, assumere/non assumere determinati cibi e bevande dopo il tramonto e prima dell'alba, quando si interrompe il digiuno, adottando uno stile alimentare appropriato, come di seguito indicato:

- evitare di saltare il pasto del Suhoor (mattina prima dell'inizio del digiuno);
- preferire cibi con elevato contenuto di fibre e poveri di grassi insaturi;
- se possibile consumare i pasti dopo il digiuno in 2-3 pasti ridotti per evitare gli effetti dell'iperglicemia;
- assumere carboidrati complessi all'inizio del giorno e carboidrati semplici la sera dopo il tramonto.

Anche su tali importanti aspetti dovrà essere formato il lavoratore, in stretto coordinamento con il MC.

D.7 Quali criteri per gestire l'acclimatemento?

In caso di primo ingresso al lavoro in ambiente caldo o in caso di rientro da ferie o interruzioni dell'attività lavorativa al caldo di più di una settimana, è indispensabile prevedere un percorso di acclimatemento nelle lavorazioni al caldo.

A tal fine è necessario che sia disponibile una procedura aziendale relativa all'acclimatemento, e che su questa siano stati formati i lavoratori.

I punti essenziali per pianificare un programma efficace di acclimatemento sono i seguenti:

- I risultati ottimali si raggiungono prevedendo un piano di lavoro che preveda un incremento graduale delle durate delle lavorazioni in ambiente caldo in un periodo di 7-14 giorni , pianificando pause che prevedano il

raffreddamento e l'idratazione del lavoratore. (vedi tabella D.7.1)

- Tenere presente che forzare la durata espositiva fino al raggiungimento dell'esaurimento da calore porta a compromettere e non migliorare la tolleranza al calore
- Tipicamente l'acclimatamento prevede almeno due ore/giorno di esposizione al caldo , che possono essere spezzate in due periodi di 1 ora ciascuno.
- L'acclimatamento deve essere specifico per il tipo di lavoro svolto al caldo. Essere semplicemente in ambiente caldo non è sufficiente ai fini dell'acclimatamento. Svolgere un lavoro leggero al caldo rende acclimatati SOLO all'esecuzione di lavoro leggero al caldo: lavori più lunghi ed impegnativi dal punto di vista dello sforzo fisico richiedono un acclimatamento più lungo .
- Controllare sempre l'idratazione: La disidratazione riduce i benefici dell'acclimatamento
- Il consumo di pasti regolari favorisce l'acclimatamento. Con il cibo si reintegrano gli elettroliti persi con il il sudore, specialmente durante i primi giorni di acclimatamenti, quando si perdono sali con il sudore .
- Una buona forma fisica ed un corretto regime alimentare favoriscono l'acclimatamento.

In tabella D7.1 si riporta un esempio di protocollo per l'acclimatamento su un periodo di 1 settimana.

Tabella D.7.1 esempio di protocollo di acclimatamento per lavori al caldo [40]

a) Esempio di scheda per l'acclimatamento di lavoratori nuovi allo specifico lavoro al caldo	
N.B. In alcuni casi può essere richiesta una settimana aggiuntiva per raggiungere l'acclimatamento. Si raccomanda di prevedere una seconda settimana di acclimatamento seguendo il protocollo b)	
I giorno	20% dell'abituale durata del lavoro al caldo
II giorno	40% dell'abituale durata del lavoro al caldo
III giorno	60% dell'abituale durata del lavoro al caldo
IV giorno	80% dell'abituale durata del lavoro al caldo
V giorno	100% dell'abituale durata del lavoro al caldo
b) Esempio di scheda per l'acclimatamento di lavoratori con esperienza nella specifica lavorazione al caldo (es. rientro da ferie, permessi etc.)	
I giorno	50% dell'abituale durata del lavoro al caldo
II giorno	60% dell'abituale durata del lavoro al caldo
III giorno	80% dell'abituale durata del lavoro al caldo
IV giorno	100% dell'abituale durata del lavoro al caldo
V giorno	100% dell'abituale durata del lavoro al caldo

L'acclimatamento si mantiene alcuni giorni dopo l'interruzione dell'esposizione al caldo, ma non è più garantito dopo circa 1 settimana dall'esposizione al caldo.

Dopo circa un mese dall'esposizione la tolleranza al caldo per la maggior parte delle persone è quella di base in assenza di esposizione al caldo.

Se il lavoro al caldo viene interrotto lavorando per 1-2 giorni in ambienti freschi con aria condizionata l'acclimatamento non ne risulta compromesso.

D.8 Quali indicazioni operative in relazione all' insorgenza di malattie da calore sul luogo di lavoro?

La malattia da calore può insorgere rapidamente: è indispensabile che ciascun lavoratore ne sappia riconoscerne i sintomi.

I lavoratori che presentino l'insorgenza di malattie da calore devono cessare immediatamente di svolgere le attività che stavano svolgendo, rinfrescarsi bagnandosi con acqua fresca e bere acqua potabile.

Essere in stato confusionale può essere un segno di colpo di calore e richiede un'immediata assistenza medica.

Nel trattamento di una grave malattia da calore, il raffreddamento è l'azione prioritaria da intraprendersi immediatamente, ed è indispensabile prevedere che venga sempre messa in atto all'insorgenza dei sintomi.

I segni e sintomi riportati in tabella D.8.1 possono manifestarsi in qualsiasi ordine. Ad esempio, non necessariamente l'esaurimento da calore è preceduto dai crampi di calore.

E' da tenere sempre presente che:

- Sentirsi male mentre si lavora al caldo è un serio segnale di allerta. Qualsiasi lavoratore che riferisca di sentirsi male durante il lavoro in condizioni di caldo potrebbe essere in esaurimento da calore, situazione clinica che può rapidamente progredire in un colpo di calore se non trattata prontamente.
- Il primo intervento di soccorso in caso di sospetto esaurimento da calore o colpo di calore comporta il RAFFREDDAMENTO del corpo il più rapidamente possibile, oltre al dare da bere acqua potabile.
- Le persone con una grave malattia da calore non sempre sono in grado di riconoscere i rischi che stanno correndo. Se un lavoratore mostra segni di esaurimento da calore o colpo di calore, non deve essere mai lasciato solo fino a quando non arrivano i soccorsi.

TABELLA D.8.1 CRITERI OPERATIVI DI GESTIONE MALATTIE DA CALORE

Colpo di calore
<ul style="list-style-type: none">✓ Stato confusionale, alterazione mentale, linguaggio confuso, perdita di coscienza✓ Pelle calda e secca o sudorazione profusa✓ Convulsioni✓ Temperatura corporea molto elevata✓ È una condizione letale se viene ritardato il trattamento
Azioni da intraprendere: <ul style="list-style-type: none">• Questa è un'emergenza! Chiama immediatamente il 118 o il numero unico 112!• Sposta il lavoratore in un'area fresca e rimuovigli gli indumenti esterni• Raffredda il lavoratore con acqua fredda, impacchi freddi, immergendolo in una vasca di acqua fredda o con l'uso di ventilatori• Fai circolare l'aria intorno al lavoratore per accelerare il raffreddamento• Posiziona panni freddi e bagnati o ghiaccio su testa, collo, ascelle e inguine• Resta con il lavoratore fino all'arrivo dell'ambulanza.
Esaurimento da calore
<ul style="list-style-type: none">✓ Mal di testa✓ Nausea✓ Vertigini, debolezza✓ Irritabilità✓ Sete, forte sudorazione✓ Elevata temperatura corporea✓ Diminuzione della produzione di urina
Azioni da intraprendere: <ul style="list-style-type: none">• Richiedi assistenza medica immediata (chiama il 118)• Allontana il lavoratore dalla zona esposta al caldo e dagli da bere• Resta con il lavoratore fino all'arrivo dei soccorsi• Rimuovigli gli indumenti non necessari, compresi scarpe e calzini• Raffredda il lavoratore con acqua, impacchi freddi o con l'uso di ventilatori• Incoraggialo a bere acqua fresca a piccoli ma frequenti sorsi
Sincope da calore (svenimento)
<ul style="list-style-type: none">✓ Svenimento, vertigini o stordimento dopo essersi fermati o alzandosi all'improvviso da una posizione seduta / sdraiata
Azioni da intraprendere: <ul style="list-style-type: none">• Fare sedere o sdraiare il lavoratore in un luogo fresco quando inizia a sentirsi debole o stordito• Dare da bere lentamente dell'acqua o un succo
Crampi: Crampi muscolari, dolore o spasmi all'addome, braccia o gambe
Azioni da intraprendere: <ul style="list-style-type: none">• Bere liquidi ogni 15-20 minuti e mangiare uno spuntino o bere una bevanda sportiva• Evitare l'assunzione di pastiglie di sale• È necessario richiedere l'intervento di un medico se il lavoratore ha una malattia cardiaca cronica, segue una dieta a basso contenuto di sodio o se i crampi non si attenuano entro 1 ora

SEZIONE E

VIGILANZA

E.1 Nell'ambito del D.Lgs. 81/2008, in ottemperanza a quali riferimenti deve essere effettuata la valutazione del microclima?

La valutazione del rischio derivante dall'esposizione al microclima deve essere effettuata ai sensi dell'art. 181 del D.Lgs. 81/2008 [1], secondo cui il datore di lavoro, come chiaramente indicato nel comma 1 dell'art. 28, valuta tutti i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici. Non essendo previsto nel Titolo VIII un Capo specifico per il microclima, normativamente occorre considerare quanto richiesto dall'intero Capo I, ossia la finalità della valutazione del rischio, che deve essere tale da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione, con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi (art. 182 comma 1), l'attenzione ai lavoratori particolarmente sensibili (art. 183), gli obblighi di informazione e formazione (art. 184), la sorveglianza sanitaria e la tenuta della cartella sanitaria di rischio (artt. 185 e 186).

Pertanto qualora il rischio microclima non sia giustificabile, esiste da parte del datore di lavoro, ai sensi dell'art. 17 del D. Lgs. 81/2008 l'obbligo, sanzionabile e non delegabile, della valutazione del rischio microclima e della elaborazione del documento di cui all'art. 28, in cui dovranno essere identificate le opportune misure preventive e protettive da adottarsi per minimizzare il rischio.

Il datore di lavoro deve altresì provvedere affinché i luoghi di lavoro corrispondano ai requisiti di salute e sicurezza, richiamati dall'art. 63 del Titolo II, sanzionato e, in relazione al microclima, ai punti 1.9.2 e 1.9.3 dell'Allegato IV. A tali punti si richiede che la temperatura dei locali di lavoro sia adeguata all'organismo umano, tenuto conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori e senza trascurare il grado di umidità e il movimento dell'aria e la possibilità di irraggiamento eccessivo. In aggiunta si specifica che gli impianti di ventilazione o condizionamento non diano luogo a correnti d'aria fastidiose per i lavoratori, e che è necessario garantire il buon funzionamento degli impianti di aerazione sottoponendoli a controllo, manutenzione, pulizia e sanificazione.

La non applicabilità degli indici di comfort costituisce già una condizione di criticità.

Il Titolo VII prescrive i requisiti per i "posti di lavoro al videoterminale" (non solo uffici, ma anche sportelli, reception, etc.). In questo caso il legislatore impone al datore di lavoro di analizzare le condizioni ergonomiche e di igiene ambientale delle postazioni di lavoro (art. 174) e di rispettare requisiti minimi in dette postazioni, fissati all'allegato XXXIV. Per il microclima, al punto 2), lettera e) prescrive che le condizioni microclimatiche non siano causa di discomfort per i lavoratori.

E.2 In quali casi è appropriato che la valutazione sia eseguita in riferimento al Titolo VIII, ed in quali in riferimento al Titolo II (e all'Allegato IV) del D.Lgs. 81/2008?

Ambienti moderabili

La valutazione va eseguita in riferimento alle indicazioni contenute nel Titolo II art. 63 e nell'Allegato IV del D. Lgs 81/2008 [1] quando la realizzazione di condizioni di comfort nell'ambiente in esame risulta realisticamente perseguibile (ambienti "moderabili").

In queste condizioni il microclima è un agente di discomfort e l'obiettivo del processo di valutazione è il raggiungimento di uno stato di benessere termico che contribuisce ad un più generale stato di benessere psicofisico per i lavoratori esposti.

Nel caso in cui risulti realisticamente impossibile dotare l'intero luogo di lavoro di impianti tecnologici per la realizzazione della condizione di comfort dovrà essere considerata la possibilità di realizzare tali condizioni in sezioni localizzate dell'intero luogo di lavoro, privilegiando le postazioni di lavoro fisse.

Va ricordato che, sebbene i fattori termo-igrometrici siano unanimemente riconosciuti come fra i più rilevanti, al benessere psico-fisico contribuiscono molti altri fattori sia di tipo fisico (rumore, illuminazione) sia di tipo psicosociale, quali impegno dell'attività lavorativa, responsabilità e accuratezza richiesta dal compito, sensibilità personale, ecc. Scostamenti significativi dalle condizioni ottimali di questi fattori possono essere percepiti con manifestazioni di disagio. E' noto inoltre come negli ambienti indoor possano presentarsi patologie che presentano sintomi aspecifici acuti e ripetitivi, non correlabili ad un preciso agente contaminante, ma di cui il microclima potrebbe essere una concausa (Sick Building Syndrome - Sindrome da Edificio Malato).

E' comunque necessario che anche negli ambienti di lavoro dove si realizzano di norma condizioni di comfort venga prestata attenzione nel caso in cui ci si discosti, anche solo temporaneamente, dalle condizioni di comfort, come nel caso di ondate di calore o di freddo e guasti o malfunzionamenti degli impianti. Fermo restando che il datore di lavoro dovrà provvedere a ripristinare, nel più breve tempo possibile, le condizioni di comfort, nel caso di presenza di lavoratori in condizioni di elevata suscettibilità al rischio termico sarà necessario coinvolgere il medico competente/curante per l'adozione di misure temporanee in attesa del ripristino del buon funzionamento degli impianti e delle condizioni di comfort.

E' in genere opportuno che la valutazione del microclima preveda procedure ad hoc da mettere in atto per la prevenzione di effetti sulla salute e sulla sicurezza legati all'insorgenza di condizioni microclimatiche critiche anche in ambienti moderabili ove tipicamente possono lavorare soggetti in condizioni individuali

di suscettibilità al rischio termico. (es. trasporti, terziario, logistica, commercio etc) (vedi FAQ C.2 e C.3).

Ambienti vincolati

La valutazione va eseguita in riferimento alle indicazioni contenute al capo I del Titolo VIII del D.Lgs 81/2008 quando la realizzazione di condizioni di comfort risulta realisticamente non perseguibile (ambienti vincolati).

Non essendo previsto nel Titolo VIII un Capo specifico per il microclima, normativamente occorre considerare quanto richiesto dall'intero Capo I, ossia la finalità della valutazione del rischio, che deve essere tale da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione, con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi (art. 182 comma 1), l'attenzione ai lavoratori particolarmente sensibili (art. 183), gli obblighi di informazione e formazione (art. 184), la sorveglianza sanitaria e la tenuta della cartella sanitaria di rischio (artt. 185 e 186).

E.3 Esistono ambienti nei quali i valori limite di accettabilità delle quantità microclimatiche sono stabiliti da legislazione specifica?

Per limiti di accettabilità delle quantità microclimatiche si intendono restrizioni tali da incidere sull'applicazione dei metodi e criteri di valutazione dell'esposizione. In tal senso si possono escludere dalla trattazione gli ambienti "severi" in quanto la valutazione è subordinata a vincoli sui parametri microclimatici determinati dal ciclo produttivo.

Per gli ambienti moderabili esistono diversi riferimenti normativi che entrano nel merito dei criteri di accettabilità delle quantità microclimatiche sostanzialmente con due finalità: garantire un adeguato livello di qualità dell'ambiente oppure per questioni di efficienza e risparmio energetico.

Il DPR 16 aprile 2013, n. 74 [6] fornisce, per quanto riguarda l'ambiente termico le seguenti indicazioni:

Durante il funzionamento dell'impianto di climatizzazione invernale, la media ponderata delle temperature dell'aria, misurate nei singoli ambienti riscaldati di ciascuna unità immobiliare, non deve superare:

- a) 18°C + 2°C di tolleranza per gli edifici adibiti ad attività industriali, artigianali e assimilabili;
- b) 20°C + 2°C di tolleranza per tutti gli altri edifici.

Durante il funzionamento dell'impianto di climatizzazione estiva, la media ponderata delle temperature dell'aria, misurate nei singoli ambienti raffrescati di ciascuna unità immobiliare, non deve essere minore di 26°C - 2°C di tolleranza per tutti gli edifici.

Sono esclusi edifici con specifica destinazione d'uso (edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili, piscine, saune e assimilabili - si rimanda al DPR 16 aprile 2013, n. 74 per eventuali approfondimenti).

Per gli ambienti scolastici e per le strutture sanitarie bisognerà anche tener conto di due specifiche norme di legge:

- Legge 11 gennaio 1996, n. 23 "Norme per l'edilizia scolastica" [7];
- Decreto del Presidente della Repubblica 14 gennaio 1997 n. 37 [8].

Le Linee Guida del 2006 "*Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro*" [38], forniscono indicazioni su temperatura, umidità e velocità dell'aria in funzione della categoria di edificio tra: "locali di pubblico spettacolo, attività ricreative e associative", "locali adibiti ad attività commerciali e assimilabili", "edifici scolastici", "edifici adibiti ad attività sanitarie, ospedaliere e veterinarie", "ambienti industriali, locali ausiliari e uffici".

Il Decreto 11 ottobre 2017 [5] (CAM) indica che al fine di assicurare le condizioni ottimali di benessere termoisometrico bisogna garantire condizioni conformi almeno alla categoria B secondo la norma UNI EN ISO 7730:2005 [9] in termini di PMV (Voto medio previsto) e di PPD (Percentuale prevista di insoddisfatti).

I riferimenti normativi e tecnici citati definiscono indicazioni e/o vincoli su uno o più parametri microclimatici. Tuttavia si osserva che, nel rispetto di tali indicazioni, il modello di Fanger oggetto della norma UNI EN ISO 7730 [9] resta lo strumento più completo e collaudato attualmente a disposizione nella valutazione dell'ambiente termico.

E.4 Esistono dei limiti di riferimento per le situazioni in cui i lavoratori passano da ambienti freddi ad ambienti caldi o viceversa?

I lavoratori possono essere esposti a sbalzi relativamente rapidi di temperatura sia in ambienti moderabili che in ambienti vincolati.

Nel primo caso ciò avviene nel caso di transiti fra ambiente esterno ed ambiente interno condizionato, ad esempio in attività di logistica o nel commercio. La combinazione di indicazioni:

- sul differenziale esterno interno massimo, tratte dai regolamenti delle (poche) regioni italiane che si sono espresse su questo tema,
- sulla temperatura minima estiva in locali condizionati, tratte da leggi di alcune nazioni europee e da regolamenti di alcune regioni italiane e ispirate a considerazioni di risparmio energetico,
- sulla temperatura massima estiva determinata imponendo valori moderati di PMV,

produce una zona raccomandata per la temperatura interna che consente di limitare lo sbalzo termico non oltre i 10°C. È auspicabile che, al di là della verifica di questi limiti che difficilmente in piena estate o in pieno inverno darà esito positivo, il medico competente accerti che i lavoratori esposti non abbiano patologie o condizioni di vulnerabilità termica, per i quali dovranno essere messe in atto specifiche misure di tutela.

Si richiama inoltre che l'esposizione a sbalzi improvvisi di temperatura può essere pregiudizievole per la salute per gestanti, nascituro e puerpere, e pertanto è da valutare attentamente, ai fini della predisposizione di idonee misure di tutela, ai sensi dell'allegato C lettera A 1.f del D.Lgs 151/2001, così come aggiornato dal D.Lgs. 39/2016.

Nel secondo caso ciò avviene quando il ciclo produttivo impone l'ingresso in ambienti molto caldi come fornaci e forni per la cottura di alimenti, o in ambienti molto freddi come le celle frigo. Le norme tecniche relative ad ambienti vincolati non sono applicabili a esposizione di durata breve (indicativamente inferiori a 30 minuti) a causa della difficoltà a simulare correttamente l'attivazione del sistema di termoregolazione umano che a seconda dei casi promuove una vasodilatazione (quando percepisce il caldo) o una vasocostrizione (quando percepisce il freddo) della circolazione sanguigna periferica. In tali i luoghi di lavoro possono essere create delle zone di transizione o dei percorsi di adattamento termico che consentano di diluire l'altrimenti rapido shock termico. Va inoltre raccomandata l'interruzione della ventilazione durante l'accesso alle celle frigorifere.

E.5 Come deve essere gestito il rischio microclima nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?

Nel caso di interferenza di lavorazioni tra più datori di lavoro, il datore di lavoro committente promuove la cooperazione e il coordinamento delle diverse attività lavorative al fine di mettere in atto misure adeguate per prevenire l'insorgenza di situazioni di rischio per tutti i lavoratori, fornendo dettagliate informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambiente in cui i lavoratori in appalto opereranno e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate e da adottare. L'interferenza tra le lavorazioni è da intendersi sia spaziale sia temporale, e riguarda anche le condizioni ambientali microclimatiche in cui i lavoratori in appalto sono chiamati a lavorare.

Come per tutti gli agenti di rischio occorre distinguere due casi:

1. Per i lavori connessi ai contratti d'appalto, d'opera o di somministrazione, ex art. 26 del D.lgs. 81/2008, il rischio di esposizione al microclima deve

essere gestito attraverso la redazione del Documento Unico di Valutazione dei Rischi Interferenziali (DUVRI).

2. Nel caso di interferenza di lavorazioni in un cantiere, Titolo IV del D.lgs. 81/2008, il rischio di esposizione microclima deve essere valutato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), redatto da parte del Coordinatore per la sicurezza, e nel Piano Operativo di Sicurezza (POS), redatto dal datore di lavoro della ditta in appalto.

In entrambi i casi il DL committente dovrà fornire al DL appaltante tutte le informazioni utili alla valutazione e prevenzione mettendo comunque a disposizione luoghi di lavoro che presentino caratteristiche di salute e sicurezza.

- Nel primo caso il committente dovrà fornire dettagliate indicazioni in merito all'eventuale rischio microclima degli ambienti di lavoro presso i quali si svolgerà l'appalto (presenza o meno di impianti per la climatizzazione, di particolari vincoli microclimatici legati alla attività produttiva, necessità lavorative che possono incidere sul dispendio metabolico, necessità di indossare DPI specifici, ...) e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate in relazione alla propria attività. I datori di lavoro, ivi compresi i subappaltatori, dovranno cooperare all'attuazione delle misure di prevenzione e protezione, mettendo in atto tutte le misure preventive di propria competenza. Di tale processo, valutativo e decisionale dovrà essere trovato formale riscontro nel DUVRI, elaborato dal datore di lavoro della ditta committente e sottoscritto da tutti i datori di lavoro che interverranno nell'appalto.
- Nelle attività ricadenti nel Titolo IV "Cantieri", definite all'Allegato X del D.lgs. 81/2008, il Coordinatore per la progettazione (CSP) all'atto dell'elaborazione del Piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) dovrà prendere in considerazione anche il rischio microclima; in questo comparto riveste particolare importanza il rischio microclimatico nelle lavorazioni all'aperto, legato anche a ondate di calore estivo o ad inverni rigidi. Ad es. occorrerà verificare che vi possano essere a disposizione luoghi di ristoro adeguati per le pause contro il clima rigido invernale, o che in caso di ondate di calore estive si possano variare l'inizio delle lavorazioni e la durata delle pause. Il Coordinatore per l'Esecuzione (CSE) dovrà adottare le misure previste nel PSC allo sviluppo temporale del cantiere, anche in relazione all'agente microclima. I datori di lavoro delle ditte in appalto dovranno prevedere all'interno dei propri POS le misure specifiche di organizzazione delle lavorazioni in cantiere (idoneità dei DPI alla stagione in corso, possibilità di pause, o anticipo/posticipo delle lavorazioni, fornitura di bevande, accesso all'ombra etc., vedi FAQ D.5).

BIBLIOGRAFIA

NORMATIVA

1. D.Lgs 9 aprile 2008, n.81. Testo coordinato con D.Lgs 3 agosto 2009, n.106. Ed. gennaio 2020 scaricabile da <https://www.ispettorato.gov.it/it-it/strumenti-e-servizi/Pagine/Testo-unico-salute-e-sicurezza.aspx> (ultimo accesso: 24 aprile 2020);
2. D. Lgs. 26 marzo 2001, n. 151. Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n. 53. (GU Serie Generale n.96 del 26-04-2001 - Suppl. Ordinario n. 93);
3. D. Lgs. 18 agosto 2000, n. 262. Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 345, in materia di protezione dei giovani sul lavoro, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128 pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 224 del 25 settembre 2000;
4. LEGGE 17 ottobre 1967, n. 977 Tutela del lavoro dei fanciulli e degli adolescenti. (GU Serie Generale n.276 del 06-11-1967);
5. Decreto 11 ottobre 2017. Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici. (pubblicato nella gazzetta ufficiale Serie Generale n.259 del 06-11-2017);
6. DPR 16 aprile 2013, n. 74, "Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192. (13G00114) (GU Serie Generale n.149 del 27-06-2013);
7. L. 11 gennaio 1996, n. 23. Norme per l'edilizia scolastica pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* n. 15-Serie generale- del 19 gennaio 1996;
8. D.P.R 14 gennaio 1997 n. 37. Approvazione dell'atto d'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. (Pubblicato sul supplemento ordinario alla G.U. n. 42 del 20 febbraio 1997);

NORME TECNICHE

9. UNI EN ISO 7730. Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale; UNI, Milano, Italia, 2006;
10. UNI EN ISO 7243. Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT (temperatura globo del bulbo bagnato. UNI, Milano, Italia, 2017;
11. UNI EN ISO 7933. Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile. UNI, Milano, Italia, 2005;
12. UNI EN ISO 11079. Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale. UNI, Milano, Italia, 2008;
13. UNI EN ISO 15743. Ergonomia dell'ambiente termico - Posti di lavoro al freddo - Valutazione e gestione del rischio. UNI, Milano, Italia, 2008;
14. UNI EN ISO 9886:2004 Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche;

15. UNI EN ISO 7726:2002 Ergonomia degli ambienti termici – Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche;
16. UNI EN ISO 15265:2005 Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro;
17. UNI EN ISO 13732-3. Ergonomia degli ambienti termici - Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici - Parte 3: Superfici fredde. UNI, Milano, Italia, 2009;
18. UNI EN ISO 8996. Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico. UNI, Milano, Italia, 2005;
19. UNI EN 342. Indumenti di protezione - Completi e capi di abbigliamento per la protezione contro il freddo. UNI, Milano, Italia, 2018;
20. UNI EN ISO 7726. Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche. UNI, Milano, Italia, 2002;
21. UNI/TR 10349-2. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto. UNI, Milano, Italia, 2016;
22. UNI EN 511. Guanti di protezione contro il freddo. UNI, Milano, Italia, 2006;
23. UNI EN 14058. Indumenti di protezione – Capi di abbigliamento per la protezione contro gli ambienti freddi. UNI, Milano, Italia, 2018;
24. UNI EN ISO 9920. Ergonomia dell'ambiente termico - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento. UNI, Milano, Italia, 2009;
25. UNI EN 166. Protezione personale degli occhi – Specifiche. UNI, Milano, Italia, 2004;
26. UNI EN 407. Guanti di protezione contro rischi termici (calore e/o fuoco). UNI, Milano, Italia, 2004;
27. UNI EN ISO 11612. Indumenti di protezione - Indumenti per la protezione contro il calore e la fiamma - Requisiti prestazionali minimi. UNI, Milano, Italia, 2015;
28. UNI EN ISO 28803. Ergonomia degli ambienti fisici - Applicazione di norme internazionali alle persone con speciali necessità. UNI, Milano, Italia, 2012;
29. UNI EN 343. Indumenti di protezione - Protezione contro la pioggia. UNI, Milano, Italia, 2019;
30. UNI EN ISO 14505-2. Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'ambiente termico nei veicoli. Parte 2: Determinazione della temperatura equivalente. UNI, Milano, Italia, 2007;
31. UNI EN ISO 14505-3. Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'ambiente termico nei veicoli. Parte 3: Valutazione del benessere termico mediante l'utilizzo dei soggetti umani. UNI, Milano, Italia, 2007;
32. UNI EN ISO 12894. Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi. UNI, Milano, Italia, 200
33. UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura" UNI, Milano, Italia, 2018;
34. UNI EN ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti" UNI, Milano, Italia, 2015;
35. UNI EN 14813-1: Applicazioni ferroviarie - Condizionamento aria per cabine di guida - Parte 1: Parametri di comfort;
36. UNI EN 14813-2: Applicazioni ferroviarie - Condizionamento aria per cabine di guida - Parte 2: Prove di tipo.

LINEE GUIDA NAZIONALI

37. INAIL (2018-07) La valutazione del microclima
38. Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome. Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro. Linee Guida, 2006. https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_documentazione.php?lg=IT

LINEE GUIDA INTERNAZIONALI

39. NIOSH [2016]. NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. By Jacklitsch B, Williams WJ, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication 2016-106; scaricabile da <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/default.html>
40. DHHS (NIOSH) Heat stress - Acclimatization No. 2017-124 <https://www.cdc.gov/niosh>
41. DHHS (NIOSH) Heat stress - Hydration Publication No. 2017-126 <https://www.cdc.gov/niosh>
42. DHHS (NIOSH) Heat stress - Risk Factors Publication No. 2017-125 <https://www.cdc.gov/niosh>
43. DHHS (NIOSH) Heat stress - First Aid fo Heat Illness Publication No. 2017-128 <https://www.cdc.gov/niosh>

ALTRE PUBBLICAZIONI

44. M. J. Buller et al. (2015) Real-time core body temperature estimation from heart rate for first responders wearing different levels of personal protective equipment, *Ergonomics*, 58:11, 1830-1841
45. D'Ambrosio Alfano F.; Palella B., Riccio G. The role of measurement accuracy on the thermal environment assesment by means PMV index *Building and Environment* 46 (2011) 1361-1369
46. Del Gaudio, M.; Freda, D.; Lenzuni, P.; Nataletti, P.; Sabatino, R. La valutazione del Microclima. L'esposizione al caldo e al freddo. Quando è un fattore di discomfort, quando è un fattore di rischio per la salute". INAIL – 2018.
47. Del Gaudio, M.; Freda, D.; Lenzuni P. Proposta di classificazione degli ambienti termici moderati. In atti del convegno Nazionale dBA 2010. Rischi fisici: valutazione, prevenzione e protezione nei loghi di lavoro, pp 315 – 326. Modena, 6 – 7 ottobre 2010
48. Del Ferraro, S.; Molinaro, V. studio dell'attività metabolica per una corretta valutazione del rischio da esposizione ad ambienti termici. *Med Lav*, 2010, 101,6:38-48;
49. Dell'Isola M, Palella B, Frattolillo A. Influence of Measurement Uncertainties on the Thermal Environment Assessment *Int J Thermophys* (2012) 33:1616–1632
50. C. Ekici Calibration of Heat Stress Monitor and its measurement uncertainty, *International Journal of Thermophysics* ·2017 38(6), 85
51. Heus R., Den Hartog E. A., Maximum allowable exposure to different heat radiation levels in three types of heat protective clothing, *Ind Health*. 2017 Nov; 55(6): 529–536.
52. Istituto Superiore di Sanità. Atti del Workshop "La qualità dell'aria indoor: attuale situazione nazionale e comunitaria. L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale" a cura di Anna Santarsiero, Loredana Musmeci e Sergio Fuselli per il Gruppo di Studio Nazionale sull'Inquinamento Indoor. Rapporti ISTISAN 15/4 – 2015 ;
53. Istituto Superiore di Sanità Parametri microclimatici e inquinamento indoor". Istituto Superiore di Sanità. Rapporti ISTISAN 15/25 – 2015;
54. Lenzuni P., Limiti di accettabilità termica in ambienti lavorativi aperti verso l'esterno, Atti del Convegno dBA 2010, Modena, 6 – 7 Ottobre 2010, pag. 327 – 336.
55. Lenzuni, P.; Capone, P.; Freda, D. "La qualità dell'aria in ambienti antropizzati – l'effetto dei parametri termo-igrometrici". *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2012, 3(3): 144-154;
56. P.Lenzuni, D. Freda, P. Capone, M. del Gaudio. "Is driving in hot vehicle safe" *International Journal of Hypertermia*. 2014, 30 (4), 250-257. ISSN 0265-6736 (I.F. 2019 3,574)
57. A. Merlino, G. Gambino, G. Quadrio (2018) Valutazione dello stress termico per lavoratori sottoposti ad alti carichi, in regime di non applicabilità delle metodiche WBGT e PHS, atti del convegno nazionale dBA 2018 (Bologna, 17 ottobre 2018)
58. A. Merlino, G. Gambino, D. Meda, G. Quadrio (2019) Accertamenti di stress termico mediante monitoraggio della frequenza cardiaca degli esposti, atti del convegno nazionale dBA 2019 (Bologna, 17 ottobre 2019)
59. Molinaro, V.; Del Ferraro S. La noma UNI EN ISO 9920: principali aspetti per la valutazione dell'isolamento termico dell'abbigliamento. In atti del convegno Nazionale dBA

2010. Rischi fisici: valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro, pp 337 – 349. Modena, 6 – 7 ottobre 2010
60. R. Rameezdeen, A. Elmualim The Impact of Heat Waves on Occurrence and Severity of Construction Accidents Int. J. Environ. Res. Public Health 2017, 14, 70
61. Tura, P.; Lenzuni, P.; Cervino, P.F. Identificazione del numero minimo di misure necessarie alla valutazione del comfort termico in ambienti di grandi dimensioni. In atti del 35° Congresso Nazionale di Igiene Industriale ed Ambientale, pp 384: 393. Torino, 13 – 15 giugno 2018.
62. Tura P., Fontana M., Biamino G. Ambiente termico moderato. Indagine strumentale e valutazione dell'ambiente microclimatico in alcune cabine di guida di locomotori. Atti dBA 2010 6-7 Ottobre 2010
63. USARIEM Core Body Temperature Estimation From Heart Rate, US Army Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM), 13 June 2014, http://www.usariem.army.mil/index.cfm/modeling/cbt_algorithm
64. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION and WORLD HEALTH ORGANIZATION Heatwaves and Health: Guidance o Warning-System Development WMO-No. 1142, 2015
65. Zhai Y., Elsworth C., Arens E., Zhang H., Zhang Y., Zhao L., Using air movement for comfort during moderate exercise. Building and Environment, Sep 2015, 19

Sitografia

66. <https://www.portaleagentifisici.it>
67. <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/>

CREDITS

***Il testo è stato redatto dal Gruppo Tematico Agenti Fisici del
Coordinamento Tecnico Interregionale - INAIL***

coordinatrice Iole Pinto

GRUPPO DI LAVORO MICROCLIMA composto da:

Coordinatori: Paolo Lenzuni (INAIL); Pierangelo Tura (ARPA Piemonte)

Sandra Bernardelli (Regione Emilia Romagna)

Lucia Bramanti (Regione Toscana)

Giovanni De Vito (Regione Lombardia);

Miriam Levi (Regione Toscana)

Martina Grisorio (Regione Piemonte)

Nicola Marisi (Regione Abruzzo);

Sara Quirini (Provincia Autonoma Bolzano)

Laura Filosa (INAIL)

Antonio Moschetto (INAIL),

Simona Del Ferraro (INAIL),

Vincenzo Molinaro (INAIL)

Michele Del Gaudio (INAIL)

Referenti Regione Toscana: Giovanna Bianco, Elisabetta De Melis, Trofimen
Galibardi; Vincenzo Di Benedetto.

Appendice 1 - Osservazioni e Commenti

Osservazione pervenuta da :

Dr. Raffaello Maria Bellino Direttore medico Dipartimento di Prevenzione -
Referente Regione Puglia

OSSERVAZIONE SU FAQ D.4 MICROCLIMA

Gli autori, evidenziando l'importanza della formazione dei lavoratori, scrivono: "Qualsiasi lavoratore che rientri in uno dei gruppi «a rischio» riconosciuti sarà così consapevole della necessità di comunicarlo ai dirigenti, per attivare, se necessario, un processo di valutazione "specifico" del rischio e di sorveglianza sanitaria (vedi FAQ A.3). Tale informazione è indispensabile anche per rendere consapevoli tutti i lavoratori che, qualora nel corso degli anni intervenga un possibile cambiamento nella situazione individuale che li faccia rientrare nella categoria di "soggetto particolarmente sensibile" per un determinato rischio, devono darne tempestiva comunicazione al datore di lavoro che provvederà all'effettuazione di una valutazione specifica di concerto con il Medico Competente." Secondo l'art. 41 comma 1 lett. b del D.Lgs 81/08, la sorveglianza sanitaria è effettuata dal medico competente qualora il lavoratore ne faccia richiesta e la stessa sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi lavorativi. Non è assolutamente previsto da alcuna norma che il lavoratore debba comunicare ai dirigenti o al datore di lavoro dettagli circa il proprio stato di salute.

REPLICA del Coordinatore Gruppo Tematico Agenti Fisici

La presente formulazione è stata mutuata dalle FAQ relative ai CEM (FAQ D.3.2), approvate il 20 luglio 2019 e pubblicate on line sul Portale Agenti Fisici, ed è stata elaborata sulla base di quanto espresso in merito dalle Linee Guida Non Vincolanti dell'UE per l'applicazione della Direttiva CEM. Questa formulazione ricorre anche per tutti gli altri Agenti Fisici, laddove i Valori di Azione fissati per i lavoratori non tutelano i soggetti sensibili, come nel caso di Rumore, Vibrazioni, Radiazioni Ottiche, CEM e il Microclima stesso.

Molti infortuni o malattie professionali causate da agenti fisici riguardano proprio soggetti sensibili inconsapevolmente esposti a valori che, sia pure inferiori ai Valori di Azione fissati per i lavoratori, possono risultare estremamente pericolosi nel caso di esposizione di soggetti vulnerabili.

Un esempio per tutti il caso di esposizione a CEM a valori inferiori ai Valori di Azione ed effetti avversi (anche molto gravi) per portatori di dispositivi elettronici impiantati o ancora effetti avversi causati da lavorazioni che comportino esposizioni a vibrazioni meccaniche inferiori ai valori di azione in soggetti sottoposti ad interventi chirurgici o portatori di protesi meccaniche etc.

Nel caso di esposizioni inferiori ai valori di azione per tutti gli agenti fisici non è obbligatoria la sorveglianza sanitaria, questa andrebbe richiesta dal lavoratore ai sensi dell'art. 41 ma in genere ciò non può avvenire se il lavoratore non è consapevole dell'insorgenza di una condizione di suscettibilità individuale e/o in assenza di procedure specifiche di comunicazione aziendale ai fini dell'attuazione dell'art. 41

Anche nel caso del microclima i criteri valutativi relativi alla prevenzione dello stress da caldo/freddo non si applicano per soggetti che si trovino in condizioni di vulnerabilità termica: per gli stessi vanno effettuate valutazioni ad hoc da definirsi caso per caso di concerto con il medico competente. E' noto che molti malori e infortuni da caldo /freddo si riscontrano nel caso di lavoratori esposti a valori inferiori ai valori limite indicati dalle raccomandazioni internazionali ed in condizioni di vulnerabilità termica (es. a causa di assunzione farmaci o in condizioni di termoregolazione alterata.)

Considerato che secondo l'art. 41 comma 1 lett. b del D.Lgs 81/08, "*la sorveglianza sanitaria è effettuata dal medico competente qualora il lavoratore ne faccia richiesta e la stessa sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi lavorativi*", è indispensabile, affinché il lavoratore ne faccia richiesta, che lo stesso sia consapevole dell'insorgenza di una condizione di suscettibilità individuale a quel determinato rischio e ne dia comunicazione immediata al DL che attiverà conseguentemente la sorveglianza sanitaria prevista dall'art. 41 e potrà mettere in atto specifiche misure di tutela in relazione al caso specifico, come previsto dal D.lgvo 81/08.

E' vero che non è assolutamente previsto da alcuna norma che il lavoratore debba comunicare ai dirigenti o al datore di lavoro dettagli circa il proprio stato di salute, ma la norma stessa (art. 28 D.lgs 81/08) prevede che per i soggetti sensibili si attuino SPECIFICHE ED EFFICACI MISURE DI TUTELA.

In particolare, l'art. 28, comma 1, del d.lgs. n. 81/2008 prevede, per il datore di lavoro, l'obbligo di valutare tutti i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti **gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari** ed adottare, conseguentemente, le misure di prevenzione e protezione che reputi idonee allo scopo.

Presupposti imprescindibili affinché per i soggetti sensibili /esposti a rischi particolari si attui un'efficace tutela in azienda sono :

- a) Che ciascun lavoratore sia reso consapevole di quali siano le condizioni di suscettibilità individuale per il rischio specifico a cui è esposto ;
- b) Che ciascun lavoratore sia posto nelle condizioni di accedere ad una immediata valutazione specifica - di concerto con il medico competente - per mettere in atto le opportune misure di prevenzione e protezione in relazione all'insorgenza del cambiamento nelle proprie condizioni fisiche che lo fanno rientrare tra i soggetti "con suscettibilità individuale" al rischio specifico.



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di
lavoro delle Regioni e delle Province autonome
Gruppo Tematico Agenti Fisici**

Decreto Legislativo 81/2008 Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a RUMORE

Indicazioni operative

in collaborazione con:



INAIL – Istituto Nazionale

per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro



Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di
Lavoro il 21/07/2021*

Indice

<u>SEZIONE A</u> <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?	9
A.2	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio rumore?	12
A.3	In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?	16
A.4	Che cosa significa per il medico competente fornire "informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese ... quelle reperibili nella letteratura scientifica"?	17

<u>SEZIONE B</u> <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DEL RUMORE</i>		
B.1	Quali sono oggi le metodiche per fare una misurazione corretta del rumore? A quali indicazioni tecniche è utile riferirsi?	21
B.2	Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura?	21
B.3	Cos'è, come si calcola e come si tiene conto dell'incertezza delle misure ai fini della valutazione dell'esposizione e del confronto con i valori limite?	22
B.4	Quando, in presenza di attività variabili, le oscillazioni del livello giornaliero di esposizione ($L_{EX,8h}$) possono essere ritenute tali da giustificare l'uso del livello di esposizione settimanale ($L_{EX,W}$)?	23
B.5	Come presentare il dato di esposizioni molto variabili su tempi lunghi (oltre la settimana)?	23
B.6	In quali casi considerare "il livello settimanale massimo ricorrente" ai fini della valutazione dell'esposizione?	24
B.7	Come misurare il rumore impulsivo e come tenerne conto in sede di valutazione del rischio?	24

<u>SEZIONE C</u> <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>		
C.1	È sempre necessario effettuare la valutazione del rumore con misurazioni?	31
C.2	Che caratteristiche deve avere il personale qualificato che esegue correttamente la valutazione del rischio e le misurazioni?	31
C.3	Quali criteri per considerare "giustificabili" attività lavorative che non abbiano lavoratori esposti al di sopra dei valori inferiori d'azione?	32
C.4	Cosa significa che la valutazione del rischio deve "tener conto.....dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore"?	33
C.5	Cosa significa che la valutazione del rischio deve tener conto "... dell'interazione fra rumore e sostanze ototossiche ... e vibrazioni"?	34

C.6	Cosa significa che la valutazione del rischio deve tener conto di "... tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento"?	35
C.7	In quali occasioni occorre tener conto del prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile il datore di lavoro	35
C.8	Con quali modalità operative si valuta l'efficienza e l'efficacia dei DPI uditivi (DPI-u) che il D.Lgs.81/2008 esplicitamente richiede all'art.193, comma 1, lettera d)?	36
C.9	Come scegliere i DPI-u in caso di esposizione a rumore impulsivo?	37
C.10	Nel caso in cui, in considerazione di livelli sonori molto elevati, si rendesse necessario l'utilizzo di 2 DPI-u contemporaneamente, come si valuta l'efficacia di tali dispositivi?	37
C.11	Nel caso di esposizioni a livelli di rischio molto variabili è necessario adottare più di un DPI-uditivo?	37
C.12	Con quali modalità operative deve essere valutato il rispetto dei valori limite di esposizione (VLE: 87 dB(A) e 140 dB(C)) tenuto conto dell'attenuazione prodotta dai DPI uditivi?	38
C.13	Per decidere la classificazione dei lavoratori nelle diverse classi di rischio è necessario che vi sia il superamento o della sola pressione acustica di picco ovvero del solo livello di esposizione giornaliero/settimanale al rumore oppure è invece necessario che siano superati entrambi?	39
C.14	Si tiene conto dell'efficacia dei DPI-u per adottare le misure di prevenzione previste per le diverse fasce di rischio?	39
C.15	Come si effettua la valutazione del rischio rumore nei cantieri temporanei o mobili?	40
C.16	Quali criteri per la valutazione del rischio in attività che comportano esposizioni molto variabili al rumore?	41
C.17	Secondo quali criteri deve essere effettuata la valutazione del rischio rumore in ambienti di lavoro ad obiettivo "comfort acustico"?	42
C.18	Quali sono i criteri da seguire per la valutazione del rischio rumore nei mezzi di trasporto?	45
C.19	Quali sono i criteri da seguire nella valutazione rischio rumore negli ambienti scolastici?	47
C.20	Quali sono i criteri da seguire nella valutazione rischio rumore nelle strutture sanitarie e nei laboratori di analisi/ricerca?	48
C.21	Quali sono i criteri da seguire nella valutazione del rischio rumore negli uffici?	50
C.22	Quali criteri per la stima preventiva dell'esposizione sonora mediante uso di banche dati ai sensi del comma 5-bis dell'art. 190 del D.Lgs. 81/08?	52

SEZIONE D <i>GESTIONE DEL RISCHIO</i>		
D.1	Alla luce delle indicazioni del D.Lgs. 81/08, Capo II, come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica?	55
D.2	Come deve essere fatto il programma delle misure tecniche e organizzative ex art.192, comma 2, del D.Lgs. 81/08 quando si superano gli 85 dB(A) / 137 dB(C)?	58
D.3	Quali sono le indicazioni su segnaletica e perimetrazione delle aree a rischio? Da che livelli sono obbligatori e/o consigliati?	58
D.4	Quali sono degli esempi di ambienti utilizzati come locali di riposo nei quali il rumore deve essere ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e con le loro condizioni di utilizzo (art.192, comma 4) del D.Lgs. 81/08? Quali criteri ai fini della valutazione dell'esposizione a rumore in detti ambienti?	59

SEZIONE E <i>VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI</i>		
E.1	Le aziende hanno obblighi di riduzione del rischio al di sotto dei valori superiori di azione (85 dB(A) / 137 dB(C))? La loro omissione può essere oggetto di sanzioni?	63
E.2	Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 occupati dal punto di vista delle documentazioni?	63
E.3	A quali obblighi debbono attenersi i datori di lavoro nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center?	63
E.4	Quando occorre fare la valutazione del rischio ed adottare le misure di prevenzione e protezione nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una ristrutturazione di un luogo di lavoro?	64
E.5	Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui livelli sonori emessi?	65
E.6	Quali sono le ricadute del rischio rumore sulla cooperazione e coordinamento con le imprese in contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione sui DUVRI?	66
E.7	Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari - attrezzature in relazione al rischio rumore?	67
E.8	Quali effetti avversi sulla salute dovuti al rumore sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	68

Bibliografia		71
--------------	--	----

Allegati		
Allegato 1	ELENCHI DI ATTIVITÀ E MANSIONI con livelli espositivi inferiori ai valori di azione prescritti dal D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II	73
Allegato 2	Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico	77
Allegato 3	Requisiti acustici degli ambienti ad uso ospedali, case di cura e scuole	83
Allegato 4	Requisiti acustici degli ambienti ad uso ufficio	85

SEZIONE A

EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA

A.1 Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?

L'esposizione a rumore può provocare danni all'apparato uditivo, in questo caso si parla di "effetti uditivi del rumore", danni su altri organi o apparati (effetti extra-uditivi) e può comportare conseguenze sulla sicurezza, come di seguito discusso.

Il danno uditivo da rumore

È noto come l'esposizione a rumore sia in grado di danneggiare l'udito.

In Italia il problema rumore è particolarmente evidente rispetto al contesto europeo; pur essendo un rischio in diminuzione rappresenta ancora una delle principali cause di malattia professionale denunciata all'INAIL.

L'energia meccanica trasportata dalle onde sonore, raggiunge l'orecchio sollecitando le cellule del Corti, strutture altamente specializzate che hanno il compito di trasformare lo stimolo meccanico in impulso nervoso. Quest'ultimo attraversa la via nervosa afferente per poi giungere all'encefalo dove verrà elaborato e trasformato in sensazione uditiva. Sfortunatamente queste cellule sono piuttosto delicate e non hanno la possibilità di rigenerarsi una volta che sono state danneggiate gravemente.

I danni che l'eccessiva esposizione sonora provoca all'apparato uditivo sull'apparato uditivo sono i seguenti:

- Tinnitus

Uno dei primi effetti e segni di danni all'orecchio è il fischio nell'orecchio o tinnitus. Esso consiste nell'udire rumore e toni squillanti anche quando nessun suono reale arriva all'orecchio.

- Spostamento temporaneo della soglia (STS)

Un'eccessiva stimolazione delle cellule uditive causa il cosiddetto spostamento temporaneo della soglia (STS), per cui la soglia uditiva si innalza; questo disturbo scompare lentamente una volta terminata l'esposizione al rumore. Una soglia elevata causa una sensazione di perdita della sensibilità uditiva ed è il primo sintomo di affaticamento del sistema uditivo dovuto al rumore.

- Spostamento permanente della soglia (SPS)

Dopo un'esposizione prolungata o ripetuta a un rumore molto forte, l'innalzamento della soglia diventa permanente (SPS). L'innalzamento permanente della soglia uditiva corrisponde alla perdita di udito.

La sordità completa, che si ha a seguito della perdita totale di funzionalità sia delle cellule interne che di quelle esterne, causa anche una degenerazione delle fibre nervose.

L'ipoacusia da rumore può anche insorgere a livelli espositivi inferiori, in caso di alcuni co-fattori di rischio associati all'esposizione o assunzione di sostanze ototossiche o presenza di fattori individuali predisponenti, quali patologie preesistenti di altra natura, spontanee od acquisite, che possano facilitare l'azione dannosa del rumore (vedi FAQ. A.2).

Effetti extra-uditivi del rumore

È da tener presente in merito che il D.Lgs.81/08 non contiene criteri valutativi specifici per la prevenzione di tali effetti: in relazione al genere di attività andranno applicate le norme di buona tecnica specifiche, come verrà illustrato alla sez. D.

Per effetti extra-uditivi si intendono tutte le ricadute determinate dal rumore su organi ed apparati differenti dall'organo dell'udito.

È da tenere presente che i danni extra uditivi associati all'esposizione a rumore possono insorgere a livelli espositivi ben inferiori alle soglie di insorgenza dei danni all'apparato uditivo.

- Effetti fisiopatologici

Il rumore può interferire con le attività mentali che richiedono attenzione, memoria ed abilità nell'affrontare problemi complessi. Le strategie di adattamento messe in atto per minimizzare l'azione di disturbo esercitata dal rumore e lo sforzo necessario per mantenere le prestazioni abituali, sono associate ad un possibile aumento della pressione arteriosa e ad elevati livelli ematici degli ormoni legati allo stress (cortisolo, adrenalina ecc.). Tali effetti possono avere gravi ricadute sulla salute e comportare, in relazione alle condizioni individuali del soggetto esposto, l'insorgenza di:

- Effetti cardiovascolari: ipertensione ed incremento del rischio infarto. Esiste evidenza in letteratura della relazione tra esposizione al rumore ed insorgenza di cardiopatia ischemica ed ipertensione già a partire da livelli espositivi compresi fra 65 e 70 dB(A) di L_{Aeq} . La risposta risulta proporzionalmente crescente al variare dell'intensità sonora.
- Diminuzione delle difese immunitarie.
- Patologie funzionali gastro-intestinali.

- Riposo e sonno

Il rumore può disturbare il sonno, inducendo difficoltà ad addormentarsi, riduzione della fase di sonno profondo, aumento dei risvegli ed effetti avversi dopo il risveglio o dopo un inadeguato riposo. Ciò può comportare affaticamento e deficit delle prestazioni lavorative. Questi effetti si possono evitare se i livelli sonori nell'ambiente indoor destinato al riposo sono mantenuti sotto i 30 dB(A) di L_{Aeq} di livello di fondo, oppure con livello di picco max non oltre i 45 dB(A) di L_{Aeq} . Tali criteri dovrebbero essere scrupolosamente osservati per gli ambienti di lavoro destinati al turno di riposo dei lavoratori.

- Effetti psicologici e comportamentali

La reazione di fastidio (annoyance) e malessere causata dal rumore aumenta ampiamente in base ai livelli di rumore: la maggior parte degli esseri umani risulta infastidita nell'espletamento delle attività che richiedono concentrazione da esposizioni al rumore intorno a 50 dB(A) L_{Aeq} .

Si ricorda in merito che è ben noto che il rumore - anche a livelli inferiori alle soglie di insorgenza del danno uditivo (L_{EX} 80 dB(A)) - può interferire con le attività mentali che richiedono attenzione e concentrazione, può indurre affaticamento e calo di attenzione, incrementando il rischio di disattenzione e di incidenti nelle attività lavorative.

Livelli espositivi superiori a 80 dB(A) di L_{Aeq} riducono i riflessi istintivi in risposta a situazioni di pericolo, con potenziali ricadute in termini di sicurezza.

Il rumore elevato induce aggressività ed incrementa la possibilità di comportamenti in questo senso in soggetti predisposti.

- Comunicazione

La parola è comprensibile al 100% con livelli di rumore di fondo intorno a 45 dB(A) di L_{Aeq} . Per livelli superiori ai 55 dB(A) di L_{Aeq} di livello di fondo (livello medio raggiunto dalla voce umana non alterata) è necessario incrementare il tono della voce.

L'eccessivo rumore di fondo interferisce con la capacità di concentrazione ed induce a comunicare con tono di voce alterato, contribuendo di conseguenza ad innalzare il rumore di fondo dell'ambiente e determinando affaticamento e possibili effetti avversi sull'apparato fonatorio.

- Effetti sulla fonazione

Tali effetti si riscontrano prettamente tra gli insegnanti e in tutte le attività lavorative che comportano un sovraccarico della voce. Il rumore di fondo presente nell'ambiente o un ambiente acusticamente non idoneo può comportare un incremento di rischio per l'insorgenza di tali effetti.

La **disfonia funzionale** è un disturbo della voce che ha luogo in assenza di alterazioni di natura organica. Generalmente è causata da un sovraccarico della voce conosciuto come "**surmenage**", oppure da un uso scorretto della stessa che si definisce "**malmenage**". Questo tipo di disfonie, colpisce maggiormente chi utilizza la voce per ragioni professionali, es: insegnanti, avvocati, cantanti etc. Un elevato rumore di fondo o un ambiente acusticamente sfavorevole concorre a incrementare il rischio di insorgenza di tali disfonie.

Un'alterazione di tipo funzionale trascurata, può evolvere in una forma organica.

Le **disfonie organiche**, si caratterizzano per **lesioni e/o alterazioni** degli organi coinvolti nella fonazione, talvolta secondarie ad un problema funzionale. Tra le forme organiche si segnalano:

- esiti di operazioni chirurgiche;
- laringiti;

- cisti;
- sulcus/vergetures
- noduli;
- polipi alle corde vocali.

Effetti sulla sicurezza

Il rumore può determinare un effetto di mascheramento che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza, con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro.

Ciò in quanto:

- i segnali di pericolo possono essere mascherati dall'elevato rumore di fondo;
- le informazioni e gli avvertimenti forniti da un altoparlante possono diventare incomprensibili;
- le comunicazioni da parte di altri lavoratori o preposti possono risultare incomprensibili.

Inoltre l'affaticamento mentale e la stanchezza indotte dall'esposizione a rumore possono provocare una riduzione dell'attenzione e dei riflessi: ciò può incrementare il rischio di incidenti ed infortuni.

L'ipoacusia da rumore comporta un calo della selettività della frequenza, la difficoltà di percepire le variazioni del suono nel tempo e un aumento dell'effetto di mascheramento del suono. Ciò causa anche difficoltà ad individuare e localizzare le fonti sonore, con effetti sulla sicurezza.

A.2 Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio rumore?

L'art. 190 del D.Lgs. 81/08 prescrive che la valutazione del rischio prenda in esame tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza ed ai minori.

▪ Donne in gravidanza

La normativa per la tutela delle lavoratrici madri (D.Lgs. 151/2001) prescrive che, durante il periodo di gravidanza e per un determinato periodo dopo il parto di sette mesi, il datore di lavoro non adibisca le lavoratrici a lavori pericolosi, faticosi ed insalubri, inserendo nell'elenco di tali lavori "lavori con obbligo di sorveglianza sanitaria (es. rumore, agenti chimici, ecc.)".

Pertanto ai sensi della vigente normativa di tutela delle lavoratrici madri è vietata l'esposizione delle donne in gravidanza a livelli L_{EX} superiori a 85 dB(A).

Si fa presente che tale livello si riferisce all'esposizione all'orecchio della lavoratrice **in assenza di otoprotettori indossati.**

Si rileva in merito che effetti avversi sul feto e sull'esito della gravidanza sono riportati in letteratura a partire da livelli espositivi L_{EX} a partire da 80 dB(A).

▪ **Minori**

Per minori si intendono lavoratrici e lavoratori che non abbiano compiuto il diciottesimo anno di età.

Ai sensi dell'art. 6 della legge n. 977/1967 è vietato "adibire gli adolescenti alle lavorazioni, ai processi ed ai lavori indicati nell'Allegato I della legge", che "elenca tutte le lavorazioni, i processi ed i lavori distinguendo tra esposizioni ad agenti chimici, fisici e biologici".

In particolare, riguardo ai singoli agenti di rischio il Ministero del Lavoro ha fatto alcune precisazioni e per quanto riguarda il rumore scatta a partire da un livello L_{EX} di 80 dB(A).

▪ **Altre condizioni di suscettibilità individuale a rumore**

In genere la valutazione del rischio per i soggetti sensibili è da effettuarsi caso per caso, tenendo conto che i valori di riferimento fissati dalla normativa potrebbero non essere sufficientemente protettivi per tali soggetti.

Taluni individui possono essere più suscettibili di altri per predisposizione individuale, familiare o altro (vedasi elenco) all'insorgenza di disturbi dell'apparato uditivo.

Ciò significa che a parità di esposizione al rumore la risposta degli individui in relazione all'entità del danno uditivo può essere differente.

Si fa presente che in genere il rispetto dei valori di azione fissati dalla normativa non è da considerarsi sempre sufficiente a tutelare i soggetti suscettibili.

I principali fattori che possono incrementare il rischio individuale di danno uditivo sono:

- Predisposizione individuale o familiare
- Età
- Patologie croniche del tipo diabete ed ipertensione
- Fumo
- Patologie pregresse a carico dell'organo dell'udito
- Uso di farmaci ototossici (di seguito trattati)
- Esposizione a sostanze ototossiche (di seguito trattate)
- Esposizione a vibrazioni (di seguito trattate)

Sostanze ototossiche

Le sostanze chimiche, i solventi e i medicinali che possono causare danni

all'udito permanenti o temporanei sono chiamate ototossine. Molti solventi industriali sono ototossici.

Le sostanze chimiche solitamente inalate o assorbite attraverso la pelle possono raggiungere l'orecchio interno attraverso la circolazione sanguigna.

Le sostanze chimiche e i solventi di cui è noto l'effetto di danneggiare l'udito comprendono: tricloroetilene, xilene, stirene, toluene, esano e disolfuro di carbonio.

Danni all'orecchio interno possono venire anche dall'ossido di carbonio, che causa un'ipossia generale dell'organismo.

Farmaci ototossici

L'uso di alcuni medicinali può anch'esso avere effetti ototossici.

Chi assume farmaci di cui è noto l'effetto nocivo per l'udito non dovrebbe essere esposto al rumore. Fra i medicinali che hanno un'influenza sull'udito si trovano alcuni antibiotici, i farmaci per il trattamento del cancro, diuretici e chinine. Non è stato provato un effetto combinato di medicinali e rumore sull'udito nonostante gli effetti individuali di molti farmaci sull'udito siano ben documentati.

In tabella A.1 si riportano gli agenti chimici che agiscono in combinazione col rumore causando perdita dell'udito ed elenco non esaustivo delle industrie maggiormente interessate.

Non sono note, per la maggior parte delle sostanze ototossiche, curve dose risposta che consentano di quantificare l'incremento del rischio di esposizione al rumore in presenza di dette sostanze.

Pertanto, in presenza di tali cofattori di rischio, è raccomandato di attuare le misure di tutela e la sorveglianza sanitaria a valori espositivi inferiori ai livelli che fanno scattare l'azione.

Tabella A.1 Elenco delle sostanze ototossiche e dei più comuni settori di impiego.

Tratta da Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione della direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore).

Agente chimico	Industria
Tricloroetilene (usato solo in regime di autorizzazione)	Sgrassatori di metalli industriali e pulizie tessuti
Xilene	Settore chimico, petrolifero, trasporti, vernici, sanitario (anatomia patologica)
Stirene	Industrie di trasformazione (alimentare, chimica, gomma e materie plastiche, ecc.), commercio, servizi, trasporti, costruzioni
Toluene	Industria delle vernici, gomma e materie plastiche, stampa
Acido cianidrico	Industria estrattiva, galvanoplastica, industria chimica, acciaio, metallurgia, trasformazione (fibre sintetiche, plastiche, coloranti, pigmenti, nylon)
Disolfuro di carbonio	Industria tessile, agricoltura, laboratori chimici
Piombo	Settore minerario, elettricità, chimico
Ossido di carbonio	Trasporti (motori a scoppio), lotta antincendio, acciaio, metallurgia, pasta di cellulosa e carta

Interazione fra rumore e vibrazioni

Esistono evidenze scientifiche relative ad effetti sinergici tra esposizione a rumore ed esposizione a vibrazioni mano braccio o corpo intero. Non sono però disponibili relazioni dose risposta relative a tali interazioni. Al fine di garantire misure preventive, si assume che esposizioni a vibrazioni superiori a valori di azione debbano essere sempre considerate come in grado di incrementare il rischio espositivo a rumore.

Pertanto, in presenza di esposizione a vibrazioni, è raccomandato di attuare le misure di tutela e a sorveglianza sanitaria anche per valori espositivi inferiori ai valori di azione.

Infine, occorre considerare la possibilità di insorgenza di effetti extra-uditivi in soggetti suscettibili: posto che tali effetti possono insorgere a livelli ben inferiori alle soglie di insorgenza degli effetti uditivi, le reazioni individuali in relazione all'insorgenza dei differenti effetti variano notevolmente da individuo a individuo.

I possibili gruppi vulnerabili possono essere individuati sulla base dei possibili differenti effetti extra-uditivi da prevenire, in relazione a:

- effetti sul sistema cardiovascolare: individui con patologie cardiovascolari in atto o con fattori predisponenti alle stesse.

- effetti neurologici e comportamentali: soggetti iperacusici; soggetti con disturbi psichici.

Per iperacusia si intende un aumento aberrante della sensibilità uditiva dovuto a un'alterazione del sistema di elaborazione dei suoni a livello corticale.

L'iperacusia è un sintomo: si tratta di un effetto uditivo che riconosce varie cause (sindrome di Lyme, acufene, otite cronica, sindrome di Ménière, disturbi psichici, utilizzo di taluni farmaci), tra cui, quella che ci riguarda di più ovvero il TAC, trauma acustico cronico, ma anche il TAA, trauma acustico acuto.

Alterazioni dello stato emozionale e stati ansiosi possono rendere l'individuo più sensibile al fastidio indotto dal rumore, incrementando la sensazione soggettiva di irritazione a seconda dello spettro dell'intensità del rumore cui si risulta esposti. Gli individui iperacusici possono soffrire anche di fonofobia ovvero la paura a esporsi a suoni particolari, e ciò può portare ad isolamento e depressione.

L'iperacusia molto spesso è associata alla percezione di acufeni, che rientrano tra gli effetti uditivi del rumore.

Soggetti con disturbi dello spettro autistico o con Sindrome di Down, in presenza di un clima acustico sfavorevole, possono presentare reazioni avverse di tipo comportamentale o neurologico anche gravi.

Relativamente all'esposizione al rumore in ambienti di lavoro, i criteri valutativi e le misure di tutela da attuare in presenza di soggetti vulnerabili andranno individuati caso per caso, in collaborazione con il Medico Competente e con il Medico Specialista Audiologo/ORL.

In taluni casi, nel caso di soggetti iperacusici, un'appropriata protezione acustica può aiutare a filtrare e attenuare i rumori più fastidiosi e/o francamente dannosi.

A.3 In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?

Ai fini della prevenzione degli effetti uditivi del rumore negli ambienti di lavoro, la sorveglianza sanitaria è obbligatoria al superamento del livello superiore di azione L_{EX} di 85 dB(A) e/o $L_{picco,C}$ 137 dB(C). Al superamento del livello L_{EX} di 80 dB(A) essa può essere attivata su richiesta del lavoratore e qualora il Medico Competente ne ravvisi la necessità.

Per quanto riguarda la prevenzione degli effetti extra uditivi, è da considerarsi che per sorveglianza sanitaria (SS) si intende l'insieme degli atti medici di prevenzione atti a verificare la compatibilità tra la salute dei lavoratori e l'esposizione ad un agente di rischio e la conseguente idoneità specifica al lavoro, la permanenza nel tempo delle condizioni di salute del lavoratore, la valutazione sulla efficacia delle misure di prevenzione intraprese, il rafforzamento della compliance su misure e comportamenti corretti. La sorveglianza sanitaria permette anche di monitorare i lavoratori al fine di evidenziare eventuali disturbi/danni alla salute dovuti all'attività lavorativa in modo da intervenire precocemente. La SS consente inoltre di valutare

l'opportunità di sottoporsi ad esami periodici anche successivamente alla cessazione delle attività lavorative.

Pertanto, nel caso di esposizione a rumore a valori inferiori al L_{EX} 85 dB(A), quando il processo di valutazione del rischio evidenzia una esposizione abituale o prevedibile del lavoratore nell'ambito delle attività lavorative espletate a livelli sonori che potrebbero comportare l'insorgenza di effetti non uditivi, il Medico Competente, che partecipa attivamente alla valutazione del rischio ed è a conoscenza dei rischi presenti in azienda, non potrà non tener conto, nell'effettuazione dell'attività di sorveglianza sanitaria, della presenza del rischio di possibile insorgenza di effetti extra-uditivi derivante da condizioni acustiche sfavorevoli, in particolare per quei lavoratori che, a seguito di alcune patologie preesistenti o di specifiche condizioni individuali, possano risultare particolarmente sensibili all'esposizione a rumore. (FAQ A.2).

A.4 Che cosa significa per il medico competente fornire "informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese ... quelle reperibili nella letteratura scientifica"?

Il medico competente deve comunicare al datore di lavoro tutte le informazioni necessarie alla valutazione del rischio ed all'attuazione delle misure per tutelare la salute e l'integrità psicofisica dei lavoratori.

Tali informazioni comprendono sia le comunicazioni individuali relative ad eventuali alterazioni apprezzabili dello stato di salute del singolo lavoratore, che quelle relative ai risultati anonimi collettivi sullo stato di salute rilevato nel corso dei controlli, questi ultimi comunicati e formalizzati ufficialmente per iscritto in occasione delle riunioni periodiche ex art. 35 D.Lgs.81/08.

Ciò a conferma che i risultati della sorveglianza sanitaria costituiscono elementi fondamentali da acquisire per una corretta e completa valutazione del rischio. Qualora infatti documentassero alterazioni dello stato di salute di un lavoratore attribuibili, a qualunque titolo, all'esposizione al rumore, a quel punto impegnerebbero in modo cogente il datore di lavoro a rivedere la valutazione e le misure di prevenzione e protezione sino a quel momento adottate.

I risultati delle visite mediche comprensivi, nel caso di esposizione a rumore, degli esami audiometrici e di eventuali accertamenti sanitari complementari disposti all'occorrenza, nonché le informazioni in merito reperibili dalla letteratura scientificamente validata, permettono al medico competente di contribuire alla gestione aziendale del rischio specifico, confermandone o mettendone "dinamicamente" in discussione la sua efficacia.

SEZIONE B

METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DEL RUMORE

B.1 Quali sono oggi le metodiche per fare una misurazione corretta del rumore? A quali indicazioni tecniche è utile riferirsi?

Nel quadro legislativo attuale il primo riferimento deve essere ai contenuti dei commi 3 e 4 dell'art.190. Fatto salvo il rispetto delle indicazioni ivi contenute, i metodi e le strumentazioni da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme generali UNI EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011 e, nello specifico caso dei lavoratori che utilizzano dispositivi sonori all'orecchio, la norma UNI/TR 11450:2012.

B.2 Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura?

La catena di misurazione deve essere idonea a rilevare correttamente il livello sonoro continuo equivalente ponderato A $L_{Aeq,T}$ e il livello sonoro di picco ponderato C $L_{picco,C}$ (così come descritto dalla norma tecnica UNI 9432:2011 nel paragrafo 4 "Strumentazione"). Inoltre, nel caso risulti necessario calcolare l'attenuazione introdotta dal dispositivo di protezione auricolare, essa deve essere idonea alla rilevazione di almeno una delle seguenti grandezze: $L_{Ceq,T}$ o $L_{eqf,T}$, in funzione del metodo di calcolo scelto (SNR o OBM) nell'ambito della UNI EN 458:2016.

Allo stesso tempo la strumentazione deve essere conforme ai contenuti del punto 5 della UNI EN ISO 9612:2011 nella quale si sostiene che le misure possono essere eseguite utilizzando o fonometri integratori o misuratori personali dell'esposizione sonora. I fonometri integratori, compresi i microfoni e i cavi associati, devono soddisfare ai requisiti della classe 1 o classe 2 ai sensi delle norme IEC 61672 o IEC 651 e IEC 804. La classe 1 è preferibile e dovrebbe essere utilizzata nel caso di esecuzione di misurazioni a temperature molto basse o quando nel rumore vi è una presenza dominante di alte frequenze, dove la strumentazione in classe 2 presenta tolleranze molto ampie. Per la strumentazione in classe 2 l'influenza delle variazioni della temperatura dell'aria sul livello del segnale misurato è specificato da 0 °C a +40 °C. Viceversa per strumenti della classe 1 i limiti di tolleranza sono specificati nell'intervallo di temperatura da -10 °C a +50 °C.

I misuratori personali dell'esposizione sonora, compresi i microfoni e i cavi associati, devono soddisfare ai requisiti della IEC 61252 :1993 / AMD2:2017. L'utilizzo di misuratori personali dell'esposizione sonora conformi ai requisiti della IEC 61672-1:2013, classe 1, sono raccomandati e dovrebbero essere necessari nel caso di esecuzione di misure a temperature molto basse o quando nel rumore vi è una presenza dominante di alte frequenze.

I calibratori devono possedere requisiti compatibili con la classe 1 della IEC 60942.

Taratura

Per gli strumenti, calibratori compresi, deve essere eseguita la verifica periodica, con periodo non maggiore di 2 anni, della rispondenza alle caratteristiche descritte nelle CEI EN 60942, CEI EN 61672-1 e CEI EN 61672-

3, IEC 61252 (indicata per semplicità con taratura), a partire dall'immissione sul mercato. Tale verifica deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per gli strumenti o dopo una riparazione degli stessi.

Le verifiche periodiche devono essere eseguite presso laboratori facenti parte del LAT, Laboratori di Taratura, o della EA (European co-operation for Accreditation), o della ILAC MRA (International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement).

La data dell'ultima taratura ed il nome del laboratorio che l'ha eseguita deve essere registrata ed inclusa nella relazione di misura.

B.3 Cos'è, come si calcola e come si tiene conto dell'incertezza delle misure ai fini della valutazione dell'esposizione e del confronto con i valori limite?

Si definisce incertezza lo scarto tipo da cui è affetta la misura dell'osservabile. L'incertezza di una misura di rumore deve essere calcolata sulla base di metodologie statistiche conformi alle norme di buona tecnica. Il comma 2 dell'art.190 stabilisce che "se a seguito della valutazione del rischio può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione di cui all'art.189 sono superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti...". Il successivo comma 4 stabilisce inoltre che "nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica".

È evidente che, dato che i valori limite di esposizione e i valori d'azione sono indicati nella legge in termini di livello di esposizione giornaliero o settimanale L_{EX} e di $L_{picco,C}$, ciò di cui dovrà in realtà tener conto il datore di lavoro nella valutazione del rischio sono le incertezze su queste quantità. Tali incertezze devono essere calcolate con opportuni metodi a partire dalle incertezze associate alle misure dei livelli sonori equivalenti e di picco. La norma UNI EN ISO 9612:2011 all'allegato C indica dei metodi e propone un software per calcolare l'incertezza sul livello di esposizione giornaliero. Per il calcolo dell'incertezza sul livello di picco l'unico riferimento normativo è l'appendice B.3 della UNI 9432:2011.

Di tali incertezze si dovrà tener conto al fine di stabilire l'eventuale superamento dei valori limite e dei valori di azione cui è legata l'adozione delle misure di tutela e sicurezza stabilite dal Capo II. Il metodo suggerito dall'allegato E della norma UNI 9432:2011 per tener conto dell'incertezza di misura è quello di sommare al valor medio l'incertezza estesa (calcolata con intervallo di confidenza del 95%, ovvero pari a 1,65 volte l'incertezza) e di assumere le azioni di prevenzione e protezione sul valore così ottenuto.

B.4 – Quando, in presenza di attività variabili, le oscillazioni del livello giornaliero di esposizione ($L_{EX,8h}$) possono essere ritenute tali da giustificare l'uso del livello di esposizione settimanale ($L_{EX,W}$)?

Premesso che nel caso di esposizioni molto variabili al rumore è possibile utilizzare i criteri semplificati di valutazione del rischio cui all'art.191 *Valutazione di attività a livello di esposizione molto variabile* (vedi FAQ C.15), qualora i cicli di lavoro prevedano oscillazioni significative del $L_{EX,8h}$ giornaliero su base settimanale, è possibile ricorrere alla valutazione del $L_{EX,W}$.

Il presupposto per utilizzare il $L_{EX,W}$ al posto del $L_{EX,8h}$ è innanzitutto che l'organizzazione del lavoro comporti significative variazioni con periodicità settimanale. In caso contrario – per esposizioni variabili con periodicità diversa (es mensile, trimestrale etc.) non è possibile utilizzare il $L_{EX,W}$.

Ai fini dell'applicazione del Capo II del Titolo VIII del D.Lgs.81/2008 si fornisce l'indicazione di reputare significativa una variabilità che classifica il lavoratore in una fascia di rischio diversa a seconda che la stima venga fatta sul livello di esposizione giornaliero o su quello settimanale.

Su questo punto si è espressa anche la norma UNI 9432:2011 sostenendo che la decisione è a discrezione del valutatore che, in base alla ricognizione sull'ambiente di lavoro, può operare:

- a) selezionando la giornata lavorativa a massimo rischio ricorrente (metodo più rapido, più cautelativo, meno oneroso);
- b) riferendosi ad una intera settimana (metodo meno rapido, meno cautelativo, più oneroso).

Si ricorda che la stima sul livello settimanale in sostituzione del livello giornaliero può essere effettuata verificando, mediante idoneo controllo, il rispetto del valore limite di esposizione e adottando adeguate misure (da indicare nella Relazione Tecnica) per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività in accordo con quanto previsto dall'articolo 189, comma 2.

In caso di variabilità dei livelli settimanali occorrerà riferirsi alla settimana ricorrente a massimo rischio (vedi **B.5**).

B.5 Come presentare il dato di esposizioni molto variabili su tempi lunghi (oltre la settimana)?

Occorre innanzitutto ribadire che il D.Lgs.81/2008, come già i precedenti D.Lgs.626/94 e D.Lgs.277/91, fa esplicito riferimento alla settimana come intervallo di tempo massimo sul quale valutare l'esposizione.

Si evidenzia che il valore di L_{EX} da indicare in relazione sarà quello della settimana ricorrente a massimo rischio, in caso di cicli lavorativi settimanali, quando la variabilità del fenomeno acustico è ampia e trascende il limite settimanale.

Nel caso di esposizioni molto variabili al rumore è possibile utilizzare i criteri semplificati di valutazione del rischio cui all'art.191 *Valutazione di attività a livello di esposizione molto variabile*.(vedi FAQ C.15).

Valori di L_{EX} determinati su tempi superiori alla settimana (ad es. mensili o annuali) non sono ammessi dal D.Lgs.81/2008. L'Allegato A.1 della UNI 9432:2011 definisce un livello di esposizione $L_{EX,LT}$ relativo a tempi di esposizione superiori alla settimana e non superiori a 1 anno, ma solo ai fini del calcolo del livello di esposizione medio nell'ambito del modello previsionale di evoluzione dell'ipoacusia contenuto nella UNI ISO 1999:2015.

B.6 In quali casi considerare "il livello settimanale massimo ricorrente" ai fini della valutazione dell'esposizione?

Premesso che l'indicatore $L_{EX,W}$ è utilizzabile ai fini della valutazione dell'esposizione solo qualora i cicli di lavoro prevedano oscillazioni significative del $L_{EX,8h}$ giornaliero su base settimanale, da un punto di vista statistico riferirsi alla settimana ricorrente a massimo rischio può essere visto come l'indicare quel livello di esposizione che tutela il lavoratore nel 95% delle situazioni lavorative ipotizzabili. In termini ancor più diretti tale condizione può essere identificata nella terza settimana peggiore dal punto di vista dell'esposizione a rumore che è intervenuta nell'anno precedente e che è ragionevole attendersi negli anni successivi. Ciò comporta per il personale qualificato la necessità di campionare con misurazioni un campione rappresentativo di settimane lavorative durante l'anno, per poter identificare la terza settimana peggiore.

Il valore di L_{EX} così determinato sarà quello sul quale il datore di lavoro attiverà i protocolli di prevenzione previsti dal Capo II del Titolo VIII, D.Lgs.81/2008.

B.7 Come misurare il rumore impulsivo e come tenerne conto in sede di valutazione del rischio?

È noto che esposizioni anche di breve durata a suoni intensi e di durata inferiore ad 1 secondo, seguiti da un periodo di quiete - detti suoni impulsivi o impattivi - possono causare danni all'apparato uditivo. Tali rumori sono generalmente generati da esplosioni o impatti.

Attualmente non esiste alcun descrittore matematico in grado di definire univocamente la presenza di suoni impulsivi.

Viceversa, ai fini della protezione dell'udito e la scelta degli appropriati DPI uditivi, la norma UNI EN 458 - Appendice B1 fornisce la classificazione delle sorgenti di rumore impulsivo riportata in tabella B.1. Tale classificazione consente una corretta valutazione del rischio derivante dall'esposizione occupazionale a rumore impulsivo, garantendo il corretto dimensionamento dei DPI-u per i lavoratori esposti.

Tabella B.1 -Classificazione tipologie rumore impulsivo ai fini della corretta scelta DPI-u (norma UNI EN 458 – Appendice B1)

Tipo di rumore	Intervallo di frequenza	Sorgenti di rumore
Tipo 1	Quando la maggior parte dell'energia acustica è distribuita negli intervalli delle frequenze più basse	pressione della punzonatrice
		scossa per compressione
		esplosivo (1 kg)
		esplosivo (8 kg)
Tipo 2	Quando la maggior parte dell'energia acustica è distribuita tra le frequenze medie e più elevate	pistola chiodatrice
		maglio per fucinatura pesante
		pistola punzonatrice
		martello (acciaio)
		martello (alluminio) fucile fuoco di prova
Tipo 3	Dove la maggior parte dell'energia acustica è distribuita nelle frequenze più elevate	Pistola
		pistola (leggera)
		pistola (pesante)

La pressione acustica di picco ($L_{\text{picco,C}}$) è il descrittore che consente di descrivere l'esposizione rumore d'impulso ai fini della valutazione e prevenzione del rischio uditivo.

La normativa prevede che la misurazione dell'esposizione a rumore impulsivo, al fine del confronto con i VA/VLE, avvenga mediante il seguente percorso:

- determinazione del $L_{\text{picco,C}}$, per la quale si utilizza l'impulso di massima ampiezza fra tutti quelli generati dalla sorgente in esame prevedibili;
- il livello $L_{\text{picco,C}}$ così misurato, comprensivo dell'incertezza, deve essere confrontato con i valori di azione (135, 137 dB(C)), e con il valore limite (140 dB(C)) previsti dall'art.189 del D.Lgs.81/2008.

È da tener presente che per poter misurare correttamente tale parametro in prossimità delle sorgenti altamente impulsive è necessario disporre di strumentazione dedicata e di tecniche di misura ad hoc.

In assenza di disponibilità di strumentazione idonea e procedure specifiche per il rumore impulsivo, quando ci si trova a dover valutare il rischio per tali tipologie di sorgenti ed è necessario individuare comunque le appropriate misure di tutela e DPI da utilizzare, si raccomanda di effettuare la valutazione facendo riferimento alle tabelle B.1 e B.2 qui riportate o utilizzando i dati reperibili nella banca dati RUMORE del Portale Agenti Fisici.

Tabella B.2 a) Sorgenti di rumore con elevati valori di picco $L_{\text{picco,C}}$ (tratta da Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione della direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore))

Fonti di rumore con livelli elevati di pressione di picco					
Fonte di rumore	Livello di pressione acustica in dB				
	L_{Cpeak}	L_{AImax}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	$(L_{\text{A,1s}})$
Macchina per la forma dei tacchi nelle calzature	111	97	93	85	
Impianto d'imbottigliamento (a ciclo continuo)	120	105	101	92	
Martello perforate rotatorio	118	100	99	96	
	126	110	108	100	
Martello pneumatico	123	110	109	106	
Chiodo conficcato nel legno: sparachiodi ad aria compressa martello a mano	130	108	105	91	(97)
	120	103	100	90	
Borchiatrice	130	108	104	-	(96)
	149	126	122	-	(111)
Operazione di raddrizzamento	134	114	111	96	(103)
	140	126	123	107	(115)
Pressa eccentrica (10t)	123	107	102	91	
Cesoie e ghigliottina	138	120	115	-	(107)
Silos di carico per pesanti sezioni di acciaio	136	127	125	-	(120)
Maglio da forgia: maglio di caduta libera (750 kg) martello a mano	144	126	118	100	(110)
	144	126	122	113	(115)
Palificazione con battipalo diesel	133	116	113	102	

Tabella 2.1 Fonti di rumore di pressione acustica di picco: Livello di pressione acustica in dB
BIA Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (Istituto Tedesco per la sicurezza sul lavoro)

Tabella B.2 b) Sorgenti di rumore impulsivo con tipici valori di picco $L_{\text{picco,C}}$ (tratta da Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione della direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore))



La valutazione del rumore impulsivo dovrà portare alla corretta scelta di idonei DPI-u, che dovranno essere principalmente dimensionati in relazione alla riduzione del livello $L_{\text{picco,C}}$ (vedi FAQ C.9).

La misura degli elevati valori di picco prodotti dalle sorgenti di rumore precedentemente indicate richiede strumentazione specifica. È da tener presente che la maggior parte dei fonometri in classe 1 di comune impiego garantisce il funzionamento per livelli di pressione sonora fino a 145 - 150 dB(C) e linearità di risposta per misure di livelli di pressione sonora fino a circa 140 dB(C). Per poter misurare livelli sonori di maggiore intensità è necessario disporre di microfoni specifici a bassa sensibilità e della possibilità di incrementare l'estremo superiore dell'intervallo di misura del fonometro fino a 150- 170 dB, in relazione al tipo di sorgente di interesse (vedi tabella B.2). Ciò può essere realizzato tipicamente utilizzando microfoni da 1/4" invece dei tradizionali microfoni da 1/2", accoppiati a fonometri con appropriato range di misura. In tal modo è possibile misurare livelli di pressione sonora fino 160-170 dB. È da tener presente che i microfoni a bassa sensibilità sono maggiormente sensibili alle vibrazioni. È pertanto raccomandato predisporre un buon sistema di isolamento dalle vibrazioni per il microfono ed il cavalletto laddove possano verificarsi importanti vibrazioni strutturali.

È da tener presente che suoni altamente impulsivi e di elevata intensità possono avere elevate componenti alle alte frequenze. Le curve A e C dei fonometri sono definite fino a 20 kHz. La corretta misura dei segnali impulsivi

di elevata intensità richiede di filtrare il segnale con un ulteriore filtro passa basso per tagliare le frequenze superiori a 20 KHz.

Infine, per livelli di pressione sonora dell'ordine di 170 dB (esplosioni, missili etc.) possono essere utilizzati sensori alternativi al posto del microfono, quali idrofoni o altre tipologie di trasduttori, che andranno opportunamente tarati.

In relazione alla prevenzione degli effetti non uditivi, è da considerare che per suoni regolari e altamente impulsivi, ci sono prove che a parità di esposizione sonora (L_{Aeq}) il disturbo provocato da suoni impulsivi è maggiore di quello causato da rumore che non abbia caratteristiche di impulsività. Pertanto ai fini della valutazione del disturbo da rumore impulsivo, il D.M. 16/3/1998, applicativo della Legge Quadro 447/95 sull'inquinamento acustico, penalizza i rumori impulsivi, e fornisce il seguente criterio di caratterizzazione dell'impulsività:

- evento ripetitivo (almeno 10 eventi in un'ora);
- differenza tra L_{AImax} e $L_{ASmax} > 6$ dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore $L_{AFmax} < 1$ s;

dove L_{AImax} , L_{AFmax} e L_{ASmax} sono, rispettivamente, i livelli di pressione sonora massimi ponderati A e misurati con le costanti di tempo Impulse, Fast e Slow.

In presenza di rumore impulsivo è sempre opportuno analizzare, oltre il rispetto dei VA e VLE per la prevenzione degli effetti uditivi, anche gli aspetti inerenti il comfort acustico, in relazione alle differenti attività svolte in aree di lavoro ove tale rumore è immesso.

SEZIONE C

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

C.1 È sempre necessario effettuare la valutazione del rumore con misurazioni?

No, non è sempre necessario.

Nell'ambito della valutazione di cui agli articoli 28, 180 e 190 del D.Lgs.81/2008, il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione a rumore e, se fondatamente ritiene che i valori inferiori di azione di cui all'art. 189 non sono superati, può evitare di ricorrere alle misurazioni. In tal caso, è necessario supportare questa scelta tramite il ricorso a una o più delle seguenti fonti informative:

- banche dati accreditate;
- dati di emissione forniti dal costruttore
- linee guida, circolari ministeriali o regionali;
- valutazioni del rischio effettuate presso aziende simili dello stesso comparto.

In tali circostanze l'effettuazione di misurazioni specifiche non è cogente; la scelta di effettuare o meno misurazioni specifiche scaturisce da esigenze di conseguimento di obiettivi acustici previsti per la specifica attività lavorativa, anche tenendo conto dei rischi extra - uditivi del rumore, qualora si evidenzino criticità al riguardo (vedi FAQ A.2, C.16-C.20).

Nell'allegato 1 si individuano una serie di attività che generalmente non comportano il superamento dei valori inferiori di azione cui al D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II, per le quali l'obbligo della valutazione del rumore con misurazioni strumentali non è cogente; si riportano inoltre attività per le quali le conoscenze attualmente disponibili non consentono un inquadramento predefinito e attività che generalmente comportano il superamento dei valori inferiori di azione cui al D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II. Tale elenco è tratto dalle Linee guida per la valutazione del rischio rumore Ispesl - Regioni del 2005.

C.2 Che caratteristiche deve avere il personale qualificato che esegue correttamente la valutazione del rischio e le misurazioni?

Il personale qualificato risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio sulla base dei requisiti previsti dall'art.190 e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva secondo i requisiti richiesti dal D.Lgs.81/2008.

I requisiti di carattere generale che si intende debba possedere il "personale qualificato" sono quelli definiti al **Punto 1.11 delle FAQ sul Capo I**.

Nello specifico, per quanto riguarda il rischio da esposizione a rumore si suggerisce di giudicare il personale qualificato in termini di competenza nell'applicare le norme tecniche e/o di buona prassi, conoscenza delle tecniche e metodi di misura, conoscenza e capacità di utilizzo della strumentazione adeguata, secondo i requisiti previsti dall'art.190, comma 3 e dalle norme tecniche di EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011.

Maggiori dettagli sui requisiti di questa figura professionale e sulle attenzioni che deve avere il datore di lavoro nella sua individuazione sono indicati sulla Scheda di approfondimento n.7 del secondo Livello (Schede di Approfondimento) del manuale operativo "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro", approvato dalla Commissione consultiva ex art.6 D.Lgs.81/2008 il 28/11/2012.

Il D.Lgs.42/2017 ha definito la figura del Tecnico Competente in Acustica, con competenze in acustica degli ambienti esterni, di vita e di lavoro, acquisite tramite corsi erogati da Università e da enti formatori accreditati dalle regioni e ha istituito un albo nazionale (ENTECA, Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica), consultabile sul sito dell'Ispra all'indirizzo: <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>, con l'obbligo di aggiornamento professionale.

Si fa presente che il programma di studi previsto dal D.Lgs.42/2017 in materia di valutazione del rischio rumore nei luoghi di lavoro non è idoneo a garantire il possesso delle competenze e conoscenze nell'applicare il complesso insieme di norme tecniche e/o di buona prassi richieste ai fini dell'espletamento della valutazione del rischio rumore in ambito occupazionale, che richiede approfondimenti specifici non previsti dal percorso di studi previsto per il conseguimento della qualifica di Tecnico Competente in Acustica.

C.3 Quali criteri per considerare "giustificabili" attività lavorative che non abbiano lavoratori esposti al di sopra dei valori inferiori d'azione?

Il Titolo VIII del D.Lgs.81/2008 prevede che tutte le aziende debbano effettuare la valutazione del rischio rumore (art.190, comma 1) e che per tutte le aziende esista un dovere di ridurre al minimo il rischio (art.190, comma 5 che richiama l'art.192, comma 1).

Si definisce situazione "giustificabile" (art.181 comma 3 D.Lgs.81/08) la condizione prevista dalla normativa generale sugli agenti fisici secondo cui il datore di lavoro può concludere il processo di valutazione del rischio anche in una fase preliminare qualora si riscontri l'assenza di rischio, o una sua palese trascurabilità, in relazione sia agli effetti diretti che agli effetti indiretti, considerando anche i soggetti particolarmente sensibili al rischio.

Per poter definire un'esposizione lavorativa *giustificabile* questa, oltre a risultare innocua per tutte le categorie di soggetti potenzialmente esposti, inclusi i soggetti particolarmente sensibili, dovrebbe essere tale da non dare luogo nel tempo ad alcuna situazione potenzialmente pericolosa, sia in termini di effetti diretti che di effetti indiretti. Pertanto una condizione giustificabile non necessita dell'attuazione di specifiche misure di controllo e gestione del rischio. (es. procedure di manutenzione, acquisto/sostituzione attrezzature, tutela soggetti sensibili etc.)

In relazione alla prevenzione del rischio per l'apparato uditivo - se ricorrono le condizioni di giustificabilità - la valutazione può basarsi su una Relazione

tecnica a firma di personale qualificato che, senza necessariamente ricorrere a misurazioni acustiche, attesti i criteri di giudizio adottati per escludere:

- a) il superamento dei valori inferiori d'azione (es.: manifesta assenza di sorgenti rumorose significative, misurazioni anche estemporanee, confronto con situazioni analoghe, dati di letteratura, dati dei costruttori riferiti a condizioni paragonabili a quelle presenti sul campo);
- b) il mantenimento nel tempo della condizione a basso rischio riscontrata. Ad esempio qualora siano presenti macchinari la cui rumorosità può variare considerevolmente per carenze manutentive la situazione non può essere considerata "giustificabile": andranno comunque previste specifiche misure organizzative tese al controllo della manutenzione dell'apparecchiatura;
- c) che le condizioni acustiche siano comunque idonee a tutelare anche eventuali soggetti sensibili.

Nella valutazione deve essere riportata l'eventuale presenza di sostanze ototossiche, vibrazioni meccaniche, lavoratori particolarmente sensibili (con specifico riferimento a lavoratrici in stato di gravidanza e lavoratori minori), segnali di avvertimento acustico, e le misure prese per eliminare o ridurre al minimo i rischi per la salute e la sicurezza dovuti all'azione sinergica di tali fattori con il rumore presente in azienda. Infine, la valutazione deve riportare le misure adottate per garantire nel tempo il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza.

In relazione alla prevenzione dei rischi non uditivi del rumore, ai fini della giustificabilità la relazione documenterà l'assenza di criticità in relazione ai requisiti acustici richiesti dalle norme di buona tecnica applicabili per la specifica attività, come illustrato ai punti C.17 - C.21 del presente documento.

C.4 Cosa significa che la valutazione del rischio deve "tener conto.....dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore"?

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio di esposizione a rumore (vedi **A.2**), citati all'art.190, comma 1, lettera c), del D.Lgs.81/2008 come soggetti di cui tener conto ai fini della valutazione specifica, sono:

- **i minori** (L.977/67 e s.m.)
- **lavoratrici in gravidanza** (D.Lgs.151/2001). Si ricorda che ai sensi della vigente normativa di tutela delle lavoratrici madri (D.Lgs.151/2001 è vietata l'esposizione delle donne in gravidanza a livelli L_{EX} superiori a 85 dB(A). Si fa presente che tale livello si riferisce all'esposizione all'orecchio della lavoratrice in assenza di otoprotettori indossati. Gli otoprotettori non sono idonei a tutelare dagli effetti avversi che l'esposizione al rumore ha sulla gestazione e sul feto. Vi è evidenza, in studi su donne esposte professionalmente al rumore (80 dB(A) per 8h/die) di riduzione del peso fetale alla nascita e della durata media della gravidanza. È stata altresì

riportata una correlazione tra esposizione a rumore durante la gravidanza e riduzione della capacità uditiva dei neonati alle alte frequenze.

- **lavoratori in condizioni di suscettibilità individuale** al rumore in ragione di patologie, disturbi o condizioni patologiche anche temporanei, di terapie o in presenza di altri fattori .(FAQ A.2).

Il personale qualificato che effettua la valutazione indicherà, in collaborazione con il medico competente, l'esigenza delle particolari tutele previste dalle normative o dalla letteratura rispetto ai gruppi di lavoratori particolarmente sensibili.

Sarà invece compito esclusivo del medico competente, attraverso l'espressione del giudizio di idoneità alla mansione specifica, indicare le particolari e specifiche misure di tutela per i singoli lavoratori ipersensibili al rischio.

I lavoratori dovranno infine essere formati al fine di poter riconoscere l'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale e richiedere l'attivazione delle appropriate misure di tutela, di concerto con il Medico Competente.

C.5 Cosa significa che la valutazione del rischio deve tener conto "... dell'interazione fra rumore e sostanze ototossiche ... e vibrazioni"?

L'art.190, comma 1, lettera d) esplicita che la valutazione del rischio rumore comprende e comporta la raccolta di informazioni relative sia all'esposizione acustica che a quella non acustica che possa comportare un rischio per l'apparato uditivo. L'esposizione non acustica è riferita a fattori di rischio che interagiscono con il rumore e ne amplificano gli effetti, quali le vibrazioni, al sistema mano braccio e/o al corpo intero, e le sostanze ototossiche. Tali fattori concorrono ad incrementare il rischio di insorgenza di danni uditivi, anche per livelli espositivi inferiori ai valori di azione.

Poiché al consulente può anche solo essere richiesta la valutazione del rischio rumore (e non già del rischio chimico e/o delle vibrazioni), si reputa che il valutatore debba, sentito il R-SPP e il medico competente qualora previsto, indicare (almeno con un dato qualitativo) le mansioni per le quali è presente una concomitante esposizione a sostanze ototossiche (indicando il nome della sostanza) e/o a vibrazioni (precisando se HAV o WBV).

Nell'informazione finale sui livelli di rischio, a fianco dei dati acustici andrà così indicata anche la presenza di ototossici e/o vibrazioni e/o segnali impulsivi e/o lavoratori particolarmente sensibili e/o segnali di avvertimento acustici (vedi esempio di **Tabella C.5.1**), di modo che il datore di lavoro riponga ancor maggiore attenzione alla bonifica di questi rischi per la salute e il medico competente, qualora previsto, disponga delle informazioni sulla presenza di questi fattori accentuanti il rischio.

Tabella C.5.1 schema di quadro sinottico delle principali informazioni acustiche e non, rilevanti ai fini della valutazione del rischio rumore

Cognome e Nome	Mansione	Parametro di Riferimento	L _{EX} dB(A)	L _{picco,C} dB(C)	Esposizione a vibrazioni	Esposizione a ototossici	Rumori impulsivi
C4 N4	<i>Sbavatore</i>	L _{EX,8h}	95,5	132	HAV	no	no
C5 N5	<i>Sbavatore</i>	L _{EX,8h}	95,5	132	HAV	no	no
C8 N8	<i>Magazziniere-Raddrizz. tubi</i>	L _{picco,C}	83,8	138	no	no	si
C6 N6	<i>Fresatore</i>	L _{EX,w}	86,3	108	HAV	no	no
C1 N1	<i>Addetto Presse e Cesioie</i>	L _{EX,8h}	81,0	125	WBV	no	si
C2 N2	<i>Addetto Presse e Cesioie</i>	L _{EX,8h}	81,0	125	WBV	no	si
C3 N3	<i>Addetto Presse e Cesioie</i>	L _{EX,8h}	81,0	125	WBV	no	si
C7 N7	<i>Carrellista – Lavaggio pezzi</i>	L _{EX,w}	81,8	112	WBV	Tricloro- etilene	si

C.6 Cosa significa che la valutazione del rischio deve tener conto di "... tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento"?

L'art.190, comma 1, esplicita che la valutazione del rischio rumore è un concetto più ampio della sola misurazione dell'agente di rischio, comprendendo la raccolta di informazioni sulle condizioni più generali della esposizione del lavoratore, inclusa la eventuale compresenza di fattori di rischio non acustici che possono aumentare i rischi per la salute e la sicurezza.

In particolare, per adempiere a quanto indicato alla lettera e) di tale comma, il personale qualificato dovrà valutare e se necessario misurare le caratteristiche acustiche (livello, spettro, incremento dal rumore di fondo ...) dei segnali di avvertimento (ad es. la sirena dell'antincendio), o altri suoni utilizzati al fine di ridurre gli infortuni (ad es. l'avvisatore acustico di retromarcia dei veicoli industriali) presenti nei luoghi di lavoro, qualora ad avviso del R-SPP o per sua esperienza, questi segnali possano risultare mascherati dal rumore presente in azienda. Infatti, per evitare il rischio di infortuni dovuti a tale effetto di mascheramento, i segnali di avvertimento devono sempre essere chiaramente udibili, discriminabili e inequivocabili, indipendentemente dal clima acustico presente nei luoghi di lavoro.

Le regole di base per i segnali acustici sono indicate nel Titolo V del D.Lgs.81/2008, mentre le norme di riferimento sono la UNI EN 981:2009 e la UNI EN ISO 7731:2009.

C.7 In quali occasioni occorre tener conto del prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile il datore di lavoro?

Dal momento che i livelli di esposizione a rumore indicati nel Titolo VIII Capo II fanno riferimento alla giornata lavorativa nominale di otto ore, ai fini di valutare il rispetto dei valori limite e di azione, il datore di lavoro dovrà tener

conto anche degli ulteriori tempi di esposizione al rumore dovuti a lavoro straordinario e a permanenza in orari extra lavorativi in locali di cui il datore di lavoro è responsabile (vedi D.4).

C.8 Con quali modalità operative si valuta l'efficienza e l'efficacia dei DPI uditivi (DPI-u) che il D.Lgs.81/2008 esplicitamente richiede all'art.193, comma 1, lettera d)?

Poiché i DPI-u devono essere messi a disposizione al superamento dei valori inferiori di azione (VIA: 80 dB(A) per L_{EX} e/o 135 dB(C) per $L_{picco,C}$), la valutazione di efficienza ed efficacia deve essere condotta al superamento di tali valori e comunque in ogni caso in cui i DPI-u vengono forniti.

Definita "efficienza" la capacità potenziale di un DPI-uditivo di proteggere la funzionalità uditiva di un lavoratore ed "efficacia" la reale protezione della funzione uditiva ottenuta dal DPI-uditivo, si rileva che l'art.193, comma 2, definisce i valori obiettivo della valutazione di efficienza dei DPI-uditivi, precisando che sono considerati adeguati se, correttamente usati, rispettano le prestazioni richieste dalle normative tecniche. Dal punto di vista metodologico i riferimenti sono la UNI EN 458:2016 e la UNI 9432:2011, che mettono a disposizione dei criteri per la valutazione dell'efficienza e dell'efficacia.

Per il rispetto di questa richiesta legislativa si fornisce l'indicazione di procedere ad una valutazione preventiva d'efficienza affiancata da valutazioni d'efficacia con queste attenzioni:

- 1) per la valutazione d'efficienza si può ovviamente seguire il criterio proposto dalla UNI 9432:2011 (verificando di non superare gli 80 dB(A) di L_{Aeq}), ma è spesso normalmente sufficiente verificare che per i livelli delle lavorazioni più a rischio, utilizzando anche solo il metodo SNR ($L'_{Aeq} = L_{Ceq} - SNR$), non si superi il valore inferiore di azione. Solo qualora questo primo approccio non indichi il rispetto del VIA si provvederà a verificare che il valore di L'_{EX} (determinato dai diversi L'_{Aeq} e dei relativi tempi d'esposizione) non superi il VIA. Il superamento del VIA tenuto conto dell'effetto dei DPI-u indica che quei DPI-u non sono adeguati e vanno sostituiti. Nel percorso prima delineato si suggerisce di tener conto della iper-protezione ($L'_{Aeq} < 65$ dB(A)) solo su specifica segnalazione del lavoratore, accertandosi che sia stato adeguatamente formato al riguardo, indicandogli in particolare in quali situazioni utilizzare i DPI-u e quando no. Si segnala a tale proposito la presenza sul PAF di un calcolatore online dell'efficienza dei DPI-u, che utilizza i metodi SNR e OBM, comprensivi dei coefficienti β consigliati dalla UNI 9432 per il calcolo dell'efficienza reale, con annessa banca dati dei DPI-u presenti sul mercato con i relativi dati di certificazione, all'indirizzo: https://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_calcolo_dpi_doc1.php?lg=IT;
- 2) per la valutazione d'efficacia occorre verificare:
 - che venga svolto un adeguato addestramento dei lavoratori al corretto uso dei DPI-u, come previsto dall'art. 77 del D.Lgs.81/2008 e dal D.Lgs.17/2019, che ha messi i DPI-u in III categoria;

- che sia presente un sistema di controllo dell'uso e manutenzione dei DPI-u, che garantisca quanto meno che il personale indossi correttamente i DPI-u, il loro uso regolare nelle situazioni di rischio, la corretta custodia e manutenzione;
- che non si siano determinati peggioramenti apprezzabili nella funzionalità uditiva dei lavoratori, utilizzando la relazione sanitaria anonima e collettiva redatta dal medico competente. Qualora emergessero peggioramenti uditivi apprezzabili occorrerà verificarne il nesso con le condizioni espositive affrontando il problema con il medico competente stesso.

C.9 Come scegliere i DPI-u in caso di esposizione a rumore impulsivo?

Alcuni costruttori di DPI-u forniscono DPI con attenuazione specifica in relazione al rumore prodotto da sorgenti impulsive di elevata intensità (spari, esplosioni, ecc.).

In tal caso sarà necessario richiedere al produttore i dati di attenuazione specifici per la sorgente di interesse.

Indicazioni per stimare l'attenuazione passiva fornita da un DPI-u in presenza di rumore impulsivo sono reperibili nella norma UNI EN 458, che fornisce una tabella di fattori correttivi da applicare alle attenuazioni fornite dal costruttore in relazione a differenti tipologie di sorgenti individuate in tabella. La tabella fornisce in particolare fattori correttivi relativi a (H, M, L) (ISO 4869-2) in relazione al tipo di sorgente di rumore impulsivo. (vedi tabella 1 **B.7**).

C.10 Nel caso in cui, in considerazione di livelli sonori molto elevati, si rendesse necessario l'utilizzo di 2 DPI-u contemporaneamente, come si valuta l'efficacia di tali dispositivi?

La Norma UNI EN 458:2016 "Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida", prevede nel caso di esposizioni a elevati livelli di esposizione (superiori a 105 dB(A)) la possibilità di ricorrere all'utilizzo di due DPI-u (inserto auricolare più cuffia è la configurazione tipica). In tal caso, la protezione attesa non è la somma delle singole attenuazioni dei due dispositivi, ma al più 6 dB oltre la massima delle due. La Norma non fornisce un metodo di calcolo, ma rimanda all'Allegato F "Improving field performance and special instructions for use" per il corretto indossamento dei DPI-u e il miglioramento dell'efficienza sul campo.

C.11 Nel caso di esposizioni a livelli di rischio molto variabili è necessario adottare più di un DPI-uditivo?

L'art.193 norma l'uso dei dispositivi di protezione individuale nel caso di superamento dei valori inferiori e superiori di azione. Si ricorda che il DPI-uditivo deve da un lato proteggere il lavoratore dal rischio rumore e dall'altro

evitare problemi di iperprotezione e che tale valutazione si effettua sui L_{Aeq} delle diverse lavorazioni (e non sul L_{EX}).

Nel caso di esposizioni a livelli di rischio (L_{Aeq}) molto differenziati, può presentarsi la situazione nella quale i livelli di attenuazione richiesti potrebbero non essere garantiti da un solo DPI.

In linea generale occorre cercare di evitare l'uso di due o più protettori per non indurre difficoltà nei comportamenti del lavoratore e ciò può essere ottenuto privilegiando la protezione dai livelli di rumorosità più elevati dopo aver verificato l'assenza di danni o disturbi alla salute pregiudizievoli di tale scelta e che il lavoratore "accetti" l'iperprotezione. Si ritiene che il metodo di valutazione più idoneo e realistico per verificare ricadute negative dell'iperprotezione sia la verifica diretta sul luogo di lavoro dei comportamenti del lavoratore, a fronte delle segnalazione di pericolo alle quale egli deve poter reagire.

L'uso di più tipologie di DPI-uditivi in diverse condizioni di rischio deve quindi essere limitato a quelle situazioni estremamente particolari, che più frequentemente si hanno quando nell'esposizione del lavoratore confluiscono livelli di rumore estremamente elevati - L_{Aeq} di 100 o più dB(A) - e livelli di poco superiori agli 80 dB(A) - al di sotto di questi valori l'uso dei DPI è da evitare.

Per ulteriori dettagli si rimanda al **Punto** precedente.

C.12 Con quali modalità operative deve essere valutato il rispetto dei valori limite di esposizione (VLE: 87 dB(A) e 140 dB(C)) tenuto conto dell'attenuazione prodotta dai DPI uditivi?

La legislazione vigente stabilisce che, quando i livelli di esposizione misurati sul campo eccedono i valori limite di esposizione [$L_{EX} = 87$ dB(A) e/o $L_{C,picco} = 140$ dB(C)], è necessario valutare se l'adozione dei DPI-uditivi garantisca che non siano superati tali valori limite di esposizione.

Nel caso in cui è garantita l'efficienza dei DPI-uditivi (vedi **C.8**), i valori limite di esposizione sono sempre rispettati.

In casi particolari nei quali tale criterio non possa essere rispettato, si deve effettuare il calcolo di un parametro fittizio che, tenendo conto dell'attenuazione dei DPI-uditivi, possa essere confrontato con i valori limite di esposizione.

Tale calcolo può essere effettuato (come da UNI 9432:2011) mediante l'equazione:

$$L'_{EX} = 10 \times \log \frac{1}{T_0} \left(\sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq})_i} \times t_i + \sum_{j=1}^N 10^{0.1(L'_{Aeq})_j} \times t_j \right)$$

dove:

L'_{EX} è il livello fittizio di esposizione giornaliero da confrontare con il valore limite di esposizione;

T_0 è la durata di riferimento convenzionale della giornata lavorativa pari ad 8 h o 480';

- $(L_{Aeq})_i$ è il livello sonoro continuo equivalente ponderato A misurato nel periodo i-esimo nei quali non sono utilizzati DPI-uditivi;
- t_i è la durata del periodo i-esimo nel quale non viene utilizzato alcun dispositivo di protezione auricolare;
- $(L'_{Aeq})_j$ è il livello sonoro continuo equivalente ponderato A relativo al periodo j-esimo, ottenuto tenendo conto dell'efficienza del dispositivo di protezione auricolare;
- t_j è la durata del periodo j-esimo nel quale viene utilizzato un dispositivo di protezione auricolare.

Nell'ipotetico caso in cui il parametro L'_{EX} risultasse superiore agli 87 dB(A) occorrerebbe immediatamente prevedere una serie di iniziative volte alla rimozione delle cause che determinano tale situazione.

C.13 Per decidere la classificazione dei lavoratori nelle diverse classi di rischio è necessario che vi sia il superamento della sola pressione acustica di picco ovvero del solo livello di esposizione giornaliero/settimanale al rumore oppure è necessario che siano superati entrambi?

L'assegnazione della classe di rischio per ogni lavoratore avviene sulla base del descrittore di rischio (L_{EX} o $L_{picco,C}$) che lo colloca nella classe più elevata, valutato a partire dalle misure condotte a 10 cm dall'orecchio ed in assenza di otoprotettori.

Ricordiamo che le classi di rischio, in ordine crescente, sono:

- al di sotto dei valori di azione inferiori di azione;
- tra i valori inferiori ed i valori superiori di azione;
- maggiore dei valori superiori di azione.

L'interpretazione prima esposta, oltre a confermare la consolidata prassi derivante dal D.Lgs.277/91, è confortata anche dalla lettura dell'art.3, comma 1, della Direttiva 2003/10/CE che (in modo più esplicito rispetto al recepimento italiano) indica come i valori limite e di esposizione che fanno scattare l'azione sono posti in relazione disgiuntamente con il livello di esposizione giornaliero al rumore e alla pressione acustica di picco.

C.14 Si tiene conto dell'efficacia dei DPI-u per adottare le misure di prevenzione previste per le diverse fasce di rischio?

No, non bisogna tenerne conto.

Il comma 2 dell'art.193 precisa che si tiene conto dell'attenuazione dei DPI-u solo ai fini di valutare l'efficienza degli stessi e il rispetto del valore limite di esposizione, nonché per attivare azioni immediate per il contenimento dell'esposizione in caso di superamento. Tutte le altre misure di prevenzione (misure tecniche e organizzative, formazione e informazione, disponibilità e uso dei DPI-u, controllo sanitario ...) si decidono sulla base del valore di esposizione (quello, unico, non corretto con l'attenuazione dei DPI-u).

È quindi necessario che sulla relazione tecnica siano riportati i valori di esposizione (quelli, unici, non corretti con l'attenuazione dei DPI-u) sulla base dei quali si assumono le più importanti misure di prevenzione e il calcolo per la verifica di efficienza dei DPI uditivi (vedi **C.8**). Solo in caso di valori di L_{EX} e $L_{picco,C}$ superiori a 87 dB(A) / 140 dB(C) è richiesto di verificare il rispetto dei valori limite (vedi **C.11**).

C.15 Come si effettua la valutazione del rischio rumore nei cantieri temporanei o mobili?

Premesso che tutte le aziende, comprese quelle che operano nei cantieri temporanei e mobili, devono disporre ai sensi dell'art.190 di una propria valutazione del rumore con propri rilievi e propri tempi di esposizione, si forniscono le seguenti indicazioni:

a) Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione nella redazione del PSC predispose una relazione concernente l'individuazione, l'analisi e la valutazione preventiva del rischio rumore, in modo da utilizzare modalità tecniche e organizzative che limitino il più possibile i livelli di rumorosità ed il numero di lavoratori esposti.

Ai fini della redazione del PSC, l'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine ed impianti potrà essere stimata facendo riferimento (ex art.190, comma 5-bis, D.Lgs.81/2008) ai livelli di rumore standard individuati da banche dati la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente (ex art.6, D.Lgs.81/2008). Ad oggi si può far riferimento ai valori presentati nella banca dati dei livelli di emissione di rumore del FSC di Torino (Banca dati con schede di potenza sonora e pressione sonora all'indirizzo <http://www.fsctorino.it/download/banca-dati-rumore-per-ledilizia/>).

Il Coordinatore alla Sicurezza in fase di Progettazione all'atto dell'elaborazione del PSC dovrà prendere in considerazione il problema relativo all'esposizione al rumore soprattutto in relazione:

- alla presenza di attività lavorative eseguite con attrezzature che potrebbero dar luogo a esposizioni apprezzabili, indicando le misure concrete (sfasamenti temporali delle attività, distanze di lavoro ...) per eliminare o minimizzare le interferenze;
- alla presenza nelle vicinanze di sorgenti sonore di qualunque tipologia che potrebbero dar luogo ad esposizioni apprezzabili, indicando le misure concrete (sfasamenti temporali delle attività, distanze di lavoro, ma anche informazione sui momenti nei quali si verificano le interferenze, esigenze di impiego dei DPI-uditivi, di formazione/informazione, di controllo sanitario ...) per eliminare o minimizzare le interferenze;
- al rispetto degli standard di emissione sonora delle attrezzature di lavoro e/o di valori limite di emissione sonora del cantiere.

Si consiglia inoltre che il PSC richieda alle ditte in cantiere la segnalazione preliminare dell'intenzione di utilizzare macchine rumorose non previste nel POS al Coordinatore alla sicurezza in fase di esecuzione.

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione aggiornerà il PSC in relazione alle attività effettivamente svolte dalle imprese appaltatrici previste nel POS e vigilerà per assicurarne il rispetto e per promuovere ed organizzare la cooperazione, il coordinamento e l'informazione reciproca tra i datori di lavoro, compresi i lavoratori autonomi, in relazione alle possibili interferenze tra le diverse attività lavorative presenti nel cantiere.

b) Piano operativo di sicurezza (POS)

I datori di lavoro, acquisite le disposizioni dei Coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione, potranno verificare, prima dell'avvio dell'attività, se le condizioni di lavoro previste in quello specifico cantiere sono compatibili con i livelli di prevenzione e protezione adottati per i propri lavoratori, cioè potranno e dovranno verificare l'attendibilità della valutazione del rischio rumore specifica della propria azienda in quel determinato cantiere.

Inoltre, il POS conterrà le informazioni (livelli di emissione e fasi di utilizzo) relative alle attrezzature utilizzate che potrebbero comportare il superamento del valore inferiore di azione e le fasi lavorative nelle quali verranno utilizzate.

C.16 Quali criteri per la valutazione del rischio in attività che comportano esposizioni molto variabili al rumore?

L'art.191 del D.Lgs.81/2008 prevede una valutazione semplificata per attività che comportano esposizioni variabili a rumore. In questa tipologia ricadono quelle attività non contraddistinte da modalità espositive costanti, né nell'arco della giornata né in quella settimanale, tali per cui la ricerca delle situazioni ricorrenti a massimo rischio risulterebbe non praticabile oppure si rivelerebbe oltremodo faticosa e dispendiosa, a fronte dell'individuazione di misure di tutela che possono essere correttamente messe in atto attuando quanto disposto dall'art. 191, di seguito riportato:

Fatto salvo il divieto al superamento dei valori limite di esposizione, per attività che comportano un'elevata fluttuazione dei livelli di esposizione personale dei lavoratori, il datore di lavoro può attribuire a detti lavoratori un'esposizione al rumore al di sopra dei valori superiori di azione, garantendo loro le misure di prevenzione e protezione conseguenti e in particolare:

- a) la disponibilità dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;*
- b) l'informazione e la formazione;*
- c) il controllo sanitario.*

In questo caso la misurazione associata alla valutazione si limita a determinare il livello di rumore prodotto dalle attrezzature nei posti operatore ai fini dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione e per formulare il programma delle misure tecniche e organizzative di cui all'articolo 192, comma

2 .

2. Sul documento di valutazione di cui all'articolo 28 , a fianco dei nominativi dei lavoratori così classificati, va riportato il riferimento al presente articolo.

Potrebbero ad esempio ricadere in tali tipologie di attività:

- lavorazioni in cantieri temporanei o mobili con attività molto diversificate (poco specializzate) e/o con uso di macchine rumorose;
- lavorazioni nel settore dell'agricoltura ove si effettuino lavorazioni diversificate con ciclicità annuale e caratterizzate da periodi ad elevata esposizione a rumore (es.: lavorazioni con macchine agricole e forestali);
- lavorazioni dell'industria di trasformazione agro-alimentare collegate all'agricoltura (cantine, aziende per la lavorazione della verdura o della frutta ...);
- lavorazioni che prevedono un uso discontinuo o saltuario di macchinari rumorosi.

C.17 Secondo quali criteri deve essere effettuata la valutazione del rischio rumore in ambienti di lavoro ad obiettivo "comfort acustico"?

Oltre ai rischi di insorgenza degli effetti uditivi da rumore, qualora l'ambiente di lavoro non garantisca adeguate condizioni di ergonomia e di benessere acustico, occorre valutare anche i rischi legati agli effetti non uditivi del rumore (vedi **A.1**), al fine di tutelare il benessere del lavoratore in relazione alla tipologia di attività espletata.

Per quanto riguarda il rischio rumore nei luoghi di lavoro, il D.Lgs.81/2008 (art. 15, comma 1, lettera c) dichiara preliminarmente l'esigenza della "eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico", nonché alla lettera d "rispetto dei principi ergonomici ... nella concezione dei posti di lavoro, ...".

Inoltre, l'art. 63 dello stesso D.Lgs.81/2008 ed il punto 1.3.1 del relativo Allegato IV precisano che i luoghi di lavoro, a meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità delle lavorazioni, devono essere provvisti di un isolamento acustico sufficiente tenuto conto del tipo di impresa e dell'attività dei lavoratori.

È a tal fine da considerare che, ai sensi della Legge Quadro sul rumore (Legge 447/95) si definisce "ambiente abitativo" ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità **ed utilizzato per le diverse attività umane**, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la specifica disciplina per la tutela di lavoratori (D.Lgs. 277/91)".

Si ricorda in merito che nel 1995 la norma a tutela della prevenzione degli effetti uditivi del rumore era il D.Lgs. 277/91, che è stato successivamente sostituito prima dal D.Lgs. 626/94 Titolo V-bis e poi dal D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II. Pertanto, in qualsiasi attività lavorativa ove non sia giustificabile

l'esposizione a rumore a livelli tali da poter comportare un rischio per l'apparato uditivo, e che pertanto non devono essere valutati utilizzando i criteri valutativi del rischio uditivo (D.Lgs. 81/08 titolo VIII), i lavoratori andranno tutelati applicando la normativa vigente a tutela della popolazione generale (Legge 447/1995 e successivi decreti applicativi).

In tali ambienti, per le particolari funzioni che vi si svolgono, è necessaria una qualità acustica che garantisca non solo livelli sonori inferiori alle soglie di legge per gli effetti uditivi, ma anche altri requisiti quali: l'intelligibilità del parlato, la riservatezza delle comunicazioni, la non interferenza con la concentrazione e lo svolgimento di compiti cognitivi. Inoltre, il rumore è concausa di stress lavoro correlato, come riportato in tutti i documenti che lo riguardano, come ad esempio nel manuale Inail "La metodologia per la valutazione e gestione del rischio stress lavoro-correlato".

È necessario quindi, ai fini della valutazione del rischio, applicare le norme di buona tecnica e la normativa di tutela della popolazione generale in vigore, al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di comfort acustico e vibratorio in relazione alle diverse attività svolte. Qualora l'ambiente non presenti i requisiti minimi prescritti dalla normativa, non potrà essere escluso il rischio di insorgenza di effetti non uditivi del rumore (FAQ A.1), in relazione alla specifica attività svolta.

In particolare il DPCM 5/12/1997, nel contesto applicativo della Legge 447/95, fissa i requisiti acustici minimi per le seguenti categorie di edifici, da conseguirsi in sede di progettazione, realizzazione, ristrutturazione e collaudo degli edifici. Il rispetto degli stessi è condizione minima ai fini della prevenzione del disagio causato dal rumore nella fruizione degli stessi, e dovrà pertanto essere opportunamente valutato in sede di valutazione rischio rumore ai fini della prevenzione degli effetti non uditivi.

Tabella C.2 - Classificazione degli ambienti abitativi ai sensi del D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Categoria A	edifici adibiti a residenza o assimilabili;
Categoria B	edifici adibiti ad uffici ed assimilabili;
Categoria C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
Categoria D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
Categoria E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
Categoria F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
Categoria G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

In tabella C.3 si riportano i requisiti minimi fissati dal D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 per le categorie sopra definite, in relazione ai seguenti indici acustici normalizzati:

R_w :	Indice del potere fonoisolante tra due distinte unità immobiliari
$D_{2m,nT,w}$:	Isolamento acustico standardizzato di facciata
$L_{n,w}$:	Indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato
L_{ASmax} :	Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow
L_{Aeq} :	Livello equivalente pressione sonora ponderato A

Tabella C.3 - Tabella relativa ai requisiti acustici fissati dal D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 per le categorie sopra definite

Categoria dell'edificio	Parametri				
	R_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

Per quanto riguarda l'“Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili”, è stato emanato un apposito Decreto del 11 Gennaio 2017, meglio conosciuto come Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.): il legislatore, anche se limitatamente a bandi e gare di appalto di edifici pubblici, ha pubblicato requisiti maggiormente stringenti da perseguire nella costruzione, ristrutturazione per edifici pubblici.

Riassumiamo in breve i requisiti richiesti dal Decreto 11 gennaio 2017, in particolare al punto 2.3.5.6 (comfort acustico):

- i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367:2010;
- nel caso in cui l'edificio sia un ospedale, una casa di cura o una scuola, i requisiti acustici passivi devono soddisfare il livello di “prestazione superiore” riportato nell'Appendice A della norma UNI 11367:2010;
- per gli ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi, devono essere rispettati i valori di “prestazione buona” indicati nell'Appendice B della UNI 11367:2010;
- gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532 (almeno il tempo di riverberazione e lo STI).

La nuova serie della famiglia di norme UNI 11532 “Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati”, richiamata nel Decreto CAM, individua quali sono i descrittori che meglio rappresentano la qualità acustica delle differenti tipologie di ambienti, le tecniche di calcolo previsionale e misura in opera, e specifica i valori di riferimento in funzione della destinazione d'uso degli ambienti stessi.

C.18 Quali sono i criteri da seguire per la valutazione del rischio rumore nei mezzi di trasporto?

La valutazione del rischio rumore a bordo dei mezzi di trasporto deve perseguire il duplice obiettivo di garantire che:

- a) siano rispettati protocolli di acquisto, manutenzione e gestione del parco macchine che escludano il verificarsi del superamento del livello inferiore di azione ($L_{EX} < 80$ dB(A)), per prevenire l'insorgenza del rischio per l'apparato uditivo. Un criterio ai fini del perseguimento di tale obiettivo minimo (esclusione del rischio per l'apparato uditivo) è quello di verificare - nell'ambito della valutazione del rischio rumore - che in qualsiasi condizione di esercizio sia garantito il non superamento del livello L_{eq} 80 dB(A) in posizione operatore. Conseguentemente andranno caratterizzate le condizioni operative di esercizio ove tale criterio non risulti rispettato, identificando gli appropriati interventi mirati alla riduzione del rumore ai fini del rispetto del suddetto criterio.
- b) siano garantite idonee condizioni di comfort alla guida per prevenire l'insorgenza di possibili effetti extra uditivi. Si ricorda in merito che è ben noto che il rumore - anche a livelli inferiori alle soglie di insorgenza del danno uditivo (L_{EX} 80 dB(A)) - può interferire con le attività mentali che richiedono attenzione e concentrazione, inducendo affaticamento e incrementando il rischio di disattenzione e di incidenti per i conducenti dei mezzi di trasporto. Inoltre, le strategie di adattamento messe in atto per "cancellare" il rumore e lo sforzo necessario per mantenere le prestazioni, sono associate ad aumento della pressione arteriosa e ad elevati livelli ematici degli ormoni legati allo stress (vedi **A.1**). Tali effetti possono avere ricadute sulla salute del conducente e comportare, in relazione alle condizioni individuali del soggetto esposto, l'insorgenza di problemi a carico dell'apparato cardiovascolare e neurologici.

Ai fini della valutazione del rischio si richiama che l'Articolo 190 - Valutazione del rischio comma 5 recita: *La valutazione di cui al comma 1 individua le misure di prevenzione e protezione necessarie ai sensi degli articoli 192, 193, 194, 195 e 196 ed è documentata in conformità all'articolo 28, comma 2.*

Si fa presente che tale comma è da applicarsi indipendentemente dal fatto che sia superato o meno il livello di azione.

Pertanto è necessario che la valutazione del rischio rumore riporti le strategie che il datore di lavoro mette in atto per:

- **ridurre l'esposizione a rumore del personale a bordo** (ai sensi di Art. 190 comma 1 punto g e art. 190 comma 5);
- **prevenire la possibilità di superamento del livello L_{EX8h} 80 dB(A)** (prevenzione rischio apparato uditivo) nelle diverse condizioni di esercizio;
- **ridurre** l'esposizione a rumore in relazione all'obiettivo di conseguimento di idonee condizioni di comfort acustico a bordo, riducendo la possibilità di insorgenza di **effetti extra uditivi** (art. 28; art 29; art. 190 comma 5).

A tale riguardo, si fa presente che valori di rumorosità ambientale superiori a 65 dB(A) sono in genere poco confortevoli per l'espletamento di qualsiasi attività che richieda concentrazione. L'obiettivo di non superare il valore L_{Aeq} di 65 dB(A) al posto di guida, nelle normali condizioni di esercizio, dovrebbe essere perseguito nelle procedure di acquisito/manutenzione e gestione del parco macchine.

Particolare attenzione dovrà essere posta sia nella rumorosità trasmessa dal motore al posto di guida sia nella rumorosità prodotta dai sistemi di condizionamento e ventilazione installati a bordo.

TRENI

Fermo restando quanto espresso al precedente paragrafo, il Regolamento (UE) N. 1304/2014 della Commissione del 26 novembre 2014, relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema «Materiale rotabile – rumore», prescrive i seguenti valori limite per il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A ($L_{pAeq,T}$) da conseguire all'interno della cabina di guida, intesi come **obiettivi minimi** da conseguire ai fini della salute e sicurezza degli operatori a bordo delle locomotive.

La dimostrazione di conformità ai valori limite per il rumore all'interno della cabina di guida di cui alla tabella C.4 viene condotta in conformità alla norma UNI EN 15892:2011.

Si fa presente che il parametro di valutazione non è il $L_{EX,8h}$ (livello espositivo mediato su 8 ore) ma il $L_{pAeq,T}$ [dB(A)], cioè il livello di pressione sonora - **L_{Aeq} dB(A)** - rilevato al posto di guida a 10 cm dall'orecchio del macchinista, in campionamenti di durata minima pari a 20 secondi. Tale livello di pressione sonora **in qualsiasi condizione di esercizio** non può superare i valori limite indicati in tabella.

Tabella C.4 - Regolamento (UE) N. 1304/2014 - Valori limite relativi al rumore all'interno della cabina di guida - L_{Aeq} dB(A)

Rumore all'interno della cabina di guida	$L_{pAeq,T}$ [dB(A)]
In stazionamento con avvisatore acustico in funzione	95
Alla velocità massima v_{max} se $v_{max} < 250$ km/h	78
Alla velocità massima v_{max} se 250 km/h $\leq v_{max} < 350$ km/h	80

A tale proposito, l'art. 6 di detto Regolamento ribadisce quanto segue:

Il rispetto dei valori inferiori di esposizione che fanno scattare l'azione di cui all'articolo 3 della direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio **è assicurato dalla conformità al livello di rumore all'interno della cabina** del macchinista, definito al punto 4.2.4 dell'allegato al presente regolamento, **nonché da appropriate condizioni di esercizio che devono essere definite dall'impresa ferroviaria.**

Si fa presente che i valori di Tabella C.4 sono obiettivi finalizzati al conseguimento di requisiti minimi imprescindibili sotto il profilo della tutela della salute, il cui rispetto è necessario venga richiesto in fase di acquisto di nuovi mezzi, in fase di ricondizionamento, manutenzione del parco macchine esistente, e da verificare in sede di collaudo e valutazione periodica del rischio rumore ai sensi del D.Lgs. 81/08.

L'obiettivo del rispetto dei sopracitati livelli in qualsiasi condizione di esercizio deve essere a pieno titolo parte integrante delle procedure messe in atto a seguito della valutazione del rischio rumore ai sensi del D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II. A tal fine il documento di valutazione del rischio rumore includerà sia le misure comprovanti il rispetto di detti requisiti minimi sia la definizione delle appropriate condizioni di esercizio atte a garantire il rispetto degli stessi.

Ai fini del conseguimento degli obiettivi di comfort si fa riferimento ai criteri generali precedentemente esposti

C.19 Quali sono i criteri da seguire nella valutazione rischio rumore negli ambienti scolastici?

Gli ambienti scolastici si caratterizzano per la contemporanea presenza di lavoratori e di frequentatori nello svolgimento di funzioni delicate e di fondamentale importanza, quali l'insegnamento e l'apprendimento. La valutazione del rischio rumore deve essere quindi svolta senza eccezioni in tutte le scuole di ogni ordine e grado e deve essere orientata alla prevenzione di tutti i rischi per la salute, sia uditivi che extra-uditivi, e al raggiungimento delle condizioni di comfort e di benessere acustico.

Al fine della prevenzione degli effetti uditivi -quale requisito minimo - dovrebbe essere in primo luogo verificato che il livello L_{Aeq} in qualsiasi attività espletata ed in qualsiasi condizione di lavoro si mantenga sempre inferiore al valore di 80 dB(A).

Dovranno poi essere verificati e garantiti- già in fase di progettazione dell'edificio scolastico- il rispetto di requisiti acustici idonei all'espletamento delle attività scolastiche ed in particolare una buona comprensione verbale tra allievi e insegnanti, idonea a garantire un buon livello dell'apprendimento, soprattutto nei livelli iniziali del percorso formativo e con particolare attenzione agli allievi particolarmente sensibili (allievi con deficit uditivi, con disturbi dell'attenzione o del linguaggio, allievi di madrelingua straniera). In tali condizioni, sono garantiti anche gli insegnanti, con la riduzione del rischio di ipoacusia e dei rischi di patologie della voce.

Nel caso di una struttura scolastica esistente, il datore di lavoro (Dirigente scolastico) e il personale qualificato, che fanno la valutazione del rischio ai sensi dell'art. 190 del D.Lgs.81/2008, possono effettuare una valutazione preliminare verificando:

- la classe di territorio comunale di appartenenza dell'immobile rispetto alla zonizzazione acustica comunale ex L.Q.447/95 e il rispetto dei livelli minimi di isolamento acustico delle facciate e delle partizioni interne;
- il tempo di riverberazione dei locali (aule, palestre, mense), che condiziona in modo sensibile la regolazione della voce dell'insegnante (forza e ritmo) con conseguente affaticamento. A tale scopo, si segnala la possibilità di utilizzare il calcolatore online presente sul Portale Agenti Fisici (https://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_calcolo_riverbero_bis.php?lg=IT) senza dover ricorrere a misure specialistiche;
- la presenza di disturbi uditivi e/o della voce da parte degli insegnanti e di fatica e/o eccitazione degli allievi.

Successivamente, sulla base delle risultanze di questa prima valutazione, andranno intraprese azioni specifiche mirate a risolvere problemi e criticità emerse, ed attuare gli adempimenti previsti dal D.Lgs.81/2008 ai fini della prevenzione del rischio (formazione, informazione, sorveglianza sanitaria, interventi tecnici e organizzativi per la riduzione del rischio (PARE)).

In Allegato 2 è riportata una tabella tratta dalla norma UNI 11532-2, in cui sono indicati i requisiti acustici degli ambienti scolastici, con riferimento ai requisiti acustici cogenti contenuti nel Decreto 11 gennaio 2017 "Criteri ambientali minimi" (CAM) che interessano tutti gli edifici pubblici di nuova costruzione e/o oggetto di ristrutturazione. In particolare, il decreto CAM prevede per gli edifici scolastici il rispetto dei requisiti acustici passivi delle unità immobiliari definiti nella UNI 11367 e del tempo di riverberazione TR e lo STI (Speech Transmission Index) per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532-2.

C.20 Quali sono i criteri da seguire nella valutazione rischio rumore nelle strutture sanitarie e nei laboratori di analisi/ricerca?

I livelli di esposizione sonora in questo tipo di ambienti non dovrebbero mai essere di entità tale da causare danni all'apparato uditivo, pertanto non è generalmente appropriato utilizzare i criteri valutativi prescritti dal D.Lgs.81/2008 al titolo VIII Capo II, basati sulla valutazione del L_{EX} ed il confronto con i valori limite di esposizione, valevoli per la prevenzione degli effetti uditivi del rumore. Per tale tipologia di ambienti- quale requisito minimo - dovrebbe essere in primo luogo verificato che il livello L_{Aeq} in qualsiasi area accessibile ai lavoratori ed in qualsiasi condizione di lavoro si mantenga sempre inferiore la valore di 80 dB(A).

La valutazione del rischio rumore per questo tipo di ambienti va inquadrata nell'ambito della prevenzione dell'insorgenza di [effetti extra uditivi](#), quali fenomeni di disturbo (annoyance) e di disagio, che possono avere importanti effetti sulla salute dei lavoratori.

Per quanto riguarda il rischio rumore nei luoghi di lavoro, il D.Lgs.81/2008 (art. 15, comma 1, lettera c) dichiara preliminarmente l'esigenza della "eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico", nonché alla

lettera d "*rispetto dei principi ergonomici ... nella concezione dei posti di lavoro, ...*".

Inoltre, l'art. 63 dello stesso D.Lgs.81/2008 ed il punto 1.3.1 del relativo Allegato IV precisano che i luoghi di lavoro, a meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità delle lavorazioni, devono essere provvisti di un isolamento acustico sufficiente tenuto conto del tipo di impresa e dell'attività dei lavoratori.

Tutto questo dà così valore alle indicazioni fornite dalle norme tecniche, dalle buone prassi, dalle linee guida e dalla letteratura pertinente.

Il documento approvato dalla Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro il 28 novembre 2012: Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro: [Manuale operativo a cura di Coordinamento Tecnico Regioni – INAIL](#) richiama proprio tali requisiti prestazionali ed in particolare i criteri individuati dal DPCM 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici e passivi degli edifici", ai fini della valutazione del rischio rumore in relazione alle strutture sanitarie, negli uffici, nelle attività di laboratorio.

Il Decreto 11 gennaio 2017 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "*Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili*" ha introdotto specifici valori dei requisiti acustici passivi da rispettare nell'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici» (allegato 2 punto 2.3.5.6), adeguando i criteri individuati dal DPCM 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici e passivi degli edifici", in relazione allo stato dell'arte degli standard di buona tecnica in materia.

In particolare, il Decreto 11 gennaio 2017 richiede che i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio corrispondano almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma UNI 11367.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari;
- almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.

Il progettista deve dare evidenza del rispetto del criterio, sia in fase di progetto iniziale che in fase di verifica finale della conformità, conseguendo rispettivamente un progetto acustico e una relazione di conformità redatta tramite misure acustiche in opera, che attestino il raggiungimento della classe

acustica prevista dal criterio e i valori dei descrittori acustici di riferimento ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444, UNI 11532. In Allegato 3 si riporta un estratto dei requisiti acustici della norma 11367.

C.21 Quali sono i criteri da seguire nella valutazione del rischio rumore negli uffici?

I livelli di esposizione sonora in questo tipo di ambienti non dovrebbero mai essere di entità tale da causare danni all'apparato uditivo, pertanto non è generalmente appropriato utilizzare i criteri valutativi prescritti dal D.Lgs.81/2008 al titolo VIII Capo II, basati sulla valutazione del L_{EX} ed il confronto con i valori limite di esposizione, valevoli per la prevenzione degli effetti uditivi del rumore. A tal fine per tale tipologia di ambienti- quale requisito minimo - deve essere in primo luogo garantito che il livello L_{Aeq} in qualsiasi area accessibile ai lavoratori ed in qualsiasi condizione di lavoro si mantenga sempre inferiore la valore di 80 dB(A).

Diversi studi evidenziano che il rumore prodotto nelle postazioni di lavoro degli uffici può causare distrazione, difficoltà di comunicazione, stress o perdita di motivazione, degrado della performance lavorativa e annoyance, fattori che contribuiscono in misura diversa alla percezione negativa dell'ambiente di lavoro.

L'allegato XXXIV del D.Lgs. 81/08 prescrive, per le postazioni di lavoro al videoterminale, che " Il rumore emesso dalle attrezzature presenti nel posto di lavoro non deve perturbare l'attenzione e la comunicazione verbale."

In genere negli uffici il rumore è prodotto sia da sorgenti antropiche che elettromeccaniche. Le sorgenti antropiche (parlato, attività umane, ecc.) hanno generalmente carattere discontinuo, mentre quelle elettromeccaniche possono essere di tipo discontinuo (squilli di telefoni, fotocopiatrici, fax ecc.) o continuo (impianti di climatizzazione, PC, altri macchinari elettro-meccanici in stand-by) ed essere caratterizzate da notevoli differenze in termini di contributo spettrale.

Pertanto, andrà valutato il rischio in relazione alla possibile insorgenza di tali effetti extrauditivi (anche con l'ausilio di informazioni raccolte tra i lavoratori tramite colloquio o questionari) verificando il raggiungimento delle seguenti condizioni:

- livello equivalente ambientale: la UNI EN ISO 11690-1:2021 indica che non debba essere superiore a 45 dB(A) per compiti che richiedono concentrazione, non superiore a 55 dB(A) in uffici singoli e per compiti di routine, e non superiori a 65dB(A) per uffici open-space;
- rumore di fondo non superiore a 40 dB(A) per uffici singoli, non superiore a 45dB(A) per quelli open-space (UNI EN ISO 11690-1:2021);
- livello corretto del rumore di impianto L_{ic} non superiore a 35 dB(A) per uffici singoli ad attività progettuale, non superiore a 40 dB(A) per uffici singoli ad attività di routine e non superiori a 45 dB(A) per quelli open-space (UNI 8199:2016);

- tempo di riverberazione T_{60} compreso tra 0,5 e 1 s nella gamma di frequenza da 250 Hz a 4 kHz e comunque non superiore ai valori indicati nella Tabella di seguito riportata, oppure valori di DL_2 riportati nella UNI EN ISO 9241-6:2001 per ambienti open space;
- indice di chiarezza C_{50} e indice di trasmissibilità del parlato STI rispettivamente maggiori di 0 dB e 0,6 (UNI 11367:2010);
- per la tutela della riservatezza della conversazione, trattandosi di prestazioni acustiche di tramezzi interni non soggetti a limiti di alcuna legislazione, si suggerisce un valore ottimale di isolamento acustico $D = 40$ dB, desunto dal D.M. 18/12/75 sugli edifici scolastici, oppure le indicazioni riportate nella UNI 11367:2010.

Tabella C.5 - Tempo massimo di riverberazione in funzione del volume del locale (UNI EN ISO 9241-6:2001, prospetto B.2)

Tempo massimo di riverberazione (s)		
Volume	Conversazione	Scopo generale
50	non specificato	non specificato
100	0,45	0,8
200	0,6	0,9
500	0,7	1,1
1000	0,8	1,2
2000	0,9	1,3

Oltre ai singoli uffici, vanno perseguiti obiettivi minimi di comfort acustico anche negli ambienti collettivi (ad es. mense) nei quali la presenza contemporanea di più persone e un ambiente riverberante può provocare livelli di rumore elevati.

Nella tabella in Allegato 4, si riporta un quadro sinottico dei requisiti consigliati per gli uffici.

La riduzione degli effetti extra-uditivi può essere perseguita attraverso una serie di interventi tecnici ed organizzativi che hanno l'obiettivo di:

- ridurre il rumore alla fonte, sostituendo le sorgenti che provocano fastidio con altre meno rumorose (fastidiose), spostando le sorgenti in ambienti diversi, in locali tecnici, incapsulando le sorgenti, riducendo i livelli sonori delle suonerie dei telefoni o delle altre apparecchiature presenti;
- ridurre il rumore lungo la via di propagazione (aggiungendo materiale fonoassorbente negli ambienti (tende, controsoffitti, arredi);
- mascherare i rumori fastidiosi con rumori a banda larga, suoni naturali, musica;
- organizzare i lavoratori raggruppandoli per mansioni simili evitando ambienti eccessivamente affollati;
- se invece l'ambiente risulta eccessivamente "sordo", per via di una bassa riverberazione, si può procedere ad aggiungere materiale riflettente o sottrarre materiale fonoassorbente.

Infine, la norma UNI 11532 "Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati" richiamata nel Decreto CAM 11/01/2017, individua quali sono i descrittori che meglio rappresentano la qualità acustica di un ambiente, le

tecniche di calcolo previsionale e misura in opera, e specifica i valori di riferimento in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente stesso.

C.22 Quali criteri per la stima preventiva dell'esposizione sonora mediante uso di banche dati ai sensi del comma 5-bis dell'art. 190 del D.Lgs. 81/08?

Il comma 5-bis dell'art.190 del D.Lgs.81/2008 può essere utilizzato in tutte le situazioni in cui occorra disporre di una previsione dei livelli di rumore e si è nell'impossibilità di misurarli.

Si osservi che le banche dati di cui si tratta sono relative ai valori di emissione e non a quelli di esposizione.

Il caso più proprio di corretto utilizzo delle banche dati previste in questo comma è quello in fase di redazione del PSC, in quanto non essendo note le aziende che interverranno nel cantiere non è possibile utilizzare i livelli di rumore delle specifiche valutazioni del rischio rumore. Altri utilizzi pertinenti sono per prevedere quali livelli di rumore saranno presenti nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una sua ristrutturazione e per escludere la necessità di effettuare misurazioni o giustificare la mancanza di una valutazione approfondita.

Viceversa l'impiego delle banche dati per redigere il POS è in genere un impiego improprio, in quanto ogni azienda, anche edile, deve disporre dei dati misurati della rumorosità delle proprie attrezzature o per l'elaborazione del DUVRI, in quanto il committente si interfaccia con aziende definite, che debbono disporre dei dati misurati della rumorosità nelle effettive condizioni operative.

SEZIONE D

GESTIONE DEL RISCHIO

D.1 Alla luce delle indicazioni del D.Lgs. 81/08, Capo II, come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica?

Il Documento redatto sotto la responsabilità del Datore di lavoro a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato (con data certa o attestata) e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 del D.Lgs.81/08 (ed in particolare identificare e suggerire le opportune misure di prevenzione e protezione da adottare con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi nonché il piano temporale delle azioni per la minimizzazione). Si fornisce di seguito uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica, che dovrà essere redatta da "personale qualificato".

Premesso che le modalità di presentazione dei risultati della valutazione del rumore da parte del personale qualificato sono libere, si forniscono le seguenti indicazioni sul contenuto minimo richiesto.

Attività lavorative ove il valore di azione L_{EX} 80 dB(A) o L_{piccoC} 135 dB(C) è superato

In tali casi la valutazione è condotta obbligatoriamente con misurazioni.

La Relazione tecnica dovrà indicare:

1. *Contenuti generali della Relazione Tecnica*

- Obiettivo della valutazione
- Luogo e data della valutazione / professionisti responsabili della valutazione;
- Luogo / reparto di lavoro;
- Caratterizzazione del luogo di lavoro con individuazione dei macchinari in grado di esporre a rischio rumore e dei cicli di lavoro che prevedono l'uso di macchinari rumorosi o esposizione a rumore ;
- Caratterizzazione dei macchinari che espongono a rumore (acquisire indicazioni riportate sui manuali di uso e manutenzione, dati costruttore, ecc.) ;
- Elenco delle mansioni dei lavoratori esposti per ragioni professionali o di gruppi omogenei;
N.B.: Le indicazioni fornite dal fabbricante in relazione alla prevenzione rischio rumore, incluse le modalità di installazione, corretto impiego e manutenzione del macchinario, se presenti nel manuale di istruzioni, e rilevanti ai fini della prevenzione del rischio rumore devono necessariamente essere prese in considerazione e riportate nel documento di valutazione del rischio rumore
- Valutazione della presenza delle condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 (rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ...)

2. Risultati

- Indicazione delle condizioni espositive (lavorazioni/sorgenti) oggetto della valutazione
- Durate espositive riferite a ciascuna sorgente in relazione alla giornata/settimana/settimana ricorrente a massimo rischio oggetto di valutazione (nel caso di utilizzo criterio semplificato ex art. 191 non necessario specificare)
- Risultati delle misurazioni di rumore (L_{Aeq} , L_{Ceq} , $L_{picco,C}$) con incertezze di misura riferito a ciascuna sorgente/postazione di misura
- Calcolo dei L_{EX} (giornalieri/settimanali) (nel caso di utilizzo criterio semplificato ex art. 191 non necessario il calcolo)
- Caratteristiche dei DPI-u da fornire ai diversi gruppi omogenei di lavoratori e valutazione dell'efficienza e dell'efficacia degli stessi nelle diverse modalità espositive (FAQ C.8)
- Valutazione dell'effettivo rispetto dei VLE (per $L_{EX} > 87$ dB(A) / $L_{picco,C} > 140$ dB(C))

- Conclusioni

- Quadro sinottico del rischio con i dati acustici - L_{EX} e $L_{C,picco}$ - dei lavoratori esposti ad oltre 80 dB(A) o 135 dB(C), con indicate le condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 - rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni;
- Individuazione delle aree con $L_{Aeq} > 85$ dB(A) e/o $L_{picco,C} > 137$ dB(C))
- Gli interventi che si propone siano messi in atto dall'azienda, con indicazione dei soggetti preposti all'attuazione ed al controllo degli stessi ed in particolare:
 - Per qualsiasi valore di esposizione: le procedure di corretta installazione, manutenzione, impiego e gestione di ciascun macchinario e dei dispositivi di protezione collettiva, schermature etc. in relazione alla riduzione ed al controllo dell'esposizione a rumore presso le differenti aree di lavoro, inclusi i protocolli di manutenzione preventiva e periodica, se di interesse ai fini del controllo dell'esposizione a rumore, anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario;
 - Nel caso di $L_{EX} > 85$ dB(A) / $L_{picco,C} > 137$ dB(C): Programma di interventi tecnici specifici per la riduzione del rischio rumore (vedi FAQ D.3)
- Le caratteristiche tecniche specifiche dei DPI che si propone siano adottati nelle differenti condizioni espositive e per i diversi gruppi omogenei di lavoratori, le procedure di utilizzo degli stessi, le modalità di acquisto, sostituzione e manutenzione degli stessi;
- Il piano proposto per il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza raggiunti;

- Le procedure di acquisto, impiego e gestione del parco macchine, mirate alla riduzione del rischio rumore;
- Le procedure per la segnalazione di condizioni di suscettibilità individuale da parte dei lavoratori;
- Scadenza / periodicità della valutazione del rischio professionale da esposizione a rumore, in relazione all'entità del rischio riscontrato ed e delle misure di tutela predisposte.

Le eventuali carenze della Relazione Tecnica andranno successivamente superate nel Documento di valutazione del rischio; si raccomanda pertanto ai Datori di lavoro (responsabili del processo di valutazione) di esplicitare con chiarezza il mandato al personale qualificato (particolarmente se esterno) e di verificarne i contenuti della prestazione.

Attività lavorative ove i valori di azione L_{EX} 80 dB(A) e L_{piccoC} 135 dB(C) non sono superati

In questo caso le misurazioni del L_{Aeq} non sono obbligatorie. La Relazione Tecnica dovrà comunque indicare:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato, strumentazione ...)
- Layout (planimetria e elenco macchinari/impianti; cicli produttivi e postazioni di lavoro.)
- Valutazione della presenza delle condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 (ototossici, vibrazioni)
- Indicazione delle motivazioni che escludono il superamento dei valori di azione inferiori
- Strategie che il datore di lavoro mette in atto per:
- Prevenire nel tempo la possibilità di superamento del L_{EX} 80 dB(A) / L_{piccoC} 135 dB(C) (prevenzione rischio apparato uditivo) nelle diverse condizioni di esercizio ed attività; (es. manutenzioni, sostituzioni macchinari etc.), anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario
- Ridurre l'esposizione a rumore in relazione alla possibilità di insorgenza di effetti extra uditivi (art. 28; art 29; art. 190 comma 5) (VEDI FAQ C.16-C.20), al fine di perseguire le condizioni acustiche ottimali in ciascuna delle attività lavorative espletate in azienda (ai sensi di Art. 190 comma 1 punto g e art. 190 comma 5) con indicazione dei criteri acustici utilizzati ai fini del perseguimento di dette condizioni (vedi FAQ C.16-C.20)
- Conclusioni con indicazioni specifiche per la riduzione del rischio.

D.2 Come deve essere fatto il programma delle misure tecniche e organizzative ex art.192, comma 2, del D.Lgs. 81/08 quando si superano gli 85 dB(A) / 137 dB(C)?

Il programma delle misure tecniche ed organizzative ex art.192, comma 2, deve essere presente nel Documento di valutazione di tutte le aziende che hanno esposti al di sopra dei valori superiori di azione (85 dB(A) di L_{EX} e/o 137 dB(C) di $L_{picco,C}$).

Si tratta del dispositivo più importante introdotto dalla Direttiva 2003/10/CE, perché è indirizzato alla riduzione del rischio con le misure di carattere tecnico ed organizzativo che, come noto (vedi art.15, lettera i, D.Lgs.81/2008), devono essere privilegiate rispetto a quelle di carattere individuale. È quindi anche il dispositivo da presidiare con maggiore attenzione in fase di vigilanza.

Come indicazione operativa si consiglia che tale programma contenga almeno i seguenti elementi:

- elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori superiori di azione, descritti tanto con i livelli r.m.s. e di picco presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;
- misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di L_{EX} e/o $L_{picco,C}$;
- tempi di attuazione di ogni singola misura;
- funzione aziendale e/o persona incaricata dell'attuazione di ogni singola misura;
- modalità di verifica dei risultati;
- data e risultati della verifica.

La UNI 11347:2015 "Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro" propone nel dettaglio gli elementi tecnici e i format con i quali redigere un PARE (Piano Aziendale di Riduzione dell'Esposizione a rumore).

D.3 Quali sono le indicazioni su segnaletica e perimetrazione delle aree a rischio? Da che livelli sono obbligatori e/o consigliati?

Gli obblighi dell'art.192, comma 3, intervengono sui luoghi di lavoro in cui potrebbe essere possibile il superamento dei valori superiori di azione e si applicano sulla base dei L_{Aeq} (e non dei L_{EX}) e dei $L_{picco,C}$ rispettivamente per livelli superiori a 85 dB(A) e/o 137 dB(C).

Si possono verificare le seguenti situazioni tipo:

- a) il superamento dei valori di rumorosità che impongono l'obbligo alla segnaletica si verifica solo in prossimità di macchine, non interessando altre posizioni di lavoro;

b) il superamento dei valori di rumorosità che impongono l'obbligo della segnaletica si verifica su aree estese, interessando altre postazioni di lavoro.

Nel caso a) si può provvedere a segnalare, mediante l'uso della apposita cartellonistica, le sole macchine.

Nel caso b) occorre segnalare all'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.

La UNI 11347:2015 propone una metodologia di misurazione per definire il perimetro delle aree da segnalare.

L'impossibilità di procedere alla perimetrazione ed alla limitazione d'accesso deve essere motivata sul Documento di Valutazione del Rischio.

Si ricorda infine che il segnale di sicurezza per indicare le zone in cui $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A) e/o $L_{picco,C} \geq 137$ dB(C) è il seguente:



D.4 Quali sono degli esempi di ambienti utilizzati come locali di riposo nei quali il rumore deve essere ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e con le loro condizioni di utilizzo (art.192, comma 4) del D.Lgs. 81/08? Quali criteri ai fini della valutazione dell'esposizione a rumore in detti ambienti?

Gli esempi più frequenti si ritiene siano associabili a:

- locali o punti di riposo a bordo di pescherecci, traghetti, navi, aerei, bus e camion (questi con doppio autista) che operano su tratte lunghe;
- locali di riposo utilizzati in guardia medica;
- punti/box/locali di riposo/ristoro presenti in azienda.

Per garantire condizioni di riposo confortevoli in relazione alle diverse destinazioni d'uso dei locali destinati al riposo, i requisiti minimi da perseguire in termini del rumore di fondo (L_{Aeq} dB(A)) rilevato al centro del locale in assenza di persone ed in condizioni di normale esercizio dell'attività lavorativa sono indicativamente seguenti:

- Locali di riposo destinati al sonno del personale: $L_{Aeq} < 35$ dB(A)
- Locali di riposo destinati al ristoro o allo svago: $L_{Aeq} < 50$ dB(A)
- Locali di riposo destinati a guardia medica: $L_{Aeq} < 40$ dB(A)

Tali livelli sono desumibili dalla vigente normativa tutela della popolazione dall'inquinamento acustico e dalle norme di buona tecnica in materia di requisiti acustici degli edifici.

SEZIONE E

VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI

E.1 Le aziende hanno obblighi di riduzione del rischio al di sotto dei valori superiori di azione (85 dB(A) / 137 dB(C))? La loro omissione può essere oggetto di sanzioni?

Mentre nel caso di L_{EX} superiori a 85 dB(A) e/o $L_{picco,C}$ superiori a 137 dB(C), il comma 2 dell'art.192 del D.Lgs.81/2008 (penalmente sanzionato) esplicita l'obbligo a programmare ed attuare le misure tecniche e organizzative tecnicamente disponibili, per livelli di rischio inferiori a tali valori vale comunque il principio che il rischio da esposizione a rumore vada ridotto al minimo, come affermato dallo stesso articolo al comma 1.

Per richiedere misure di prevenzione a livelli di rischio inferiori ai valori superiori di azione si ritiene possano essere effettuate prescrizioni ai sensi dell'art.190, comma 5 del D.Lgs.81/2008, in combinato a quanto disposto dall'art.192, comma 1 (ossia qualora la valutazione dei rischi non abbia identificato misure di prevenzione tecnicamente disponibili).

E.2 Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 occupati dal punto di vista delle documentazioni?

L'art.190, al comma 5 indica che la valutazione del rischio rumore è documentata in conformità all'articolo 28, comma 2 e il comma 5 dell'art.29 del D.Lgs. 81/08 stabilisce che nelle aziende fino a 10 occupati il datore di lavoro effettua la valutazione dei rischi, sulla base delle procedure standardizzate recepite con Decreto Interministeriale 30/11/2012.

Richiamato che la redazione dei Documenti, seguendo le procedure standardizzate, è una opportunità e non un obbligo, resta il fatto che anche per questa modalità di redazione del Documento il DM 30/11/2012 stabilisce che "Laddove la legislazione fornisce indicazioni specifiche sulle modalità di valutazione (ad es. rischi fisici, chimici, biologici, incendio, videoterminali, movimentazione manuale dei carichi, stress lavoro-correlato ecc.) si adotteranno le modalità indicate dalla legislazione stessa, ...".

In definitiva, alle aziende che occupano fino a 10 lavoratori (e non ricadenti nelle casistiche previste all'art. 21, D.Lgs.81/2008), è richiesto di disporre di un Documento di valutazione dei rischi con l'approfondimento relativo al rumore realizzato con le modalità previste dal Capo II del Titolo VIII, D.Lgs.81/2008.

E.3 A quali obblighi debbono attenersi i datori di lavoro nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center?

Le linee guida per l'applicazione del Capo II nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center (da intendersi riferite a tutti gli operatori che utilizzano dispositivi di amplificazione auricolare) approvate dalla Conferenza Stato - Regioni il 25/07/2012 sono reperibili all'indirizzo:

<http://www.regioni.it/cultura/2012/08/03/conferenza-stato-regioni-del-25-07-2012-linee-guida-per-il-settore-della-musica-e-delle-attivita-ricreative-264539/> .

Per quanto riguarda i lavoratori che utilizzano dispositivi uditivi rice-trasmittenti (quali ad es. le cuffie dei DJ delle discoteche o le cuffie dei centralinisti), la valutazione del rischio con misurazioni (nei casi in cui si può fondatamente ritenere il superamento dei valori inferiori di azione) andrà effettuata secondo le metodologie previste dalla UNI/TR 11450:2012: "Acustica- Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio".

E.4 Quando occorre fare la valutazione del rischio ed adottare le misure di prevenzione e protezione nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una ristrutturazione di un luogo di lavoro?

La valutazione dei rischi relativa ai luoghi destinati ad ospitare posti di lavoro per l'adozione delle misure di prevenzione e protezione (art.28, comma 1, D.Lgs. 81/2008, ma anche art.192, comma 1 lettera c), deve essere fatta preventivamente, già a partire dalla fase di progettazione del luogo di lavoro e degli impianti (artt.22 e 64 D.Lgs.81/2008), al fine di eliminare i rischi o, ove ciò non sia possibile, ridurli al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico (art.15 D.Lgs.81/2008).

Agli obblighi sanzionati penalmente previsti per il datore di lavoro, di provvedere affinché i luoghi e posti di lavoro siano conformi ai requisiti dell'Allegato IV e dall'art.192, comma 1, lettera b, di scegliere attrezzature di lavoro a minor emissione di rumore, si affianca l'obbligo, anch'esso sanzionato penalmente, dei progettisti dei luoghi e posti di lavoro i quali ai sensi dell'art.22, "rispettano i principi generali di prevenzione in materia di salute e sicurezza sul lavoro al momento delle scelte progettuali e tecniche e scelgono attrezzature, componenti e dispositivi di protezione rispondenti alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti".

Per la redazione del Documento di valutazione l'azienda dispone invece di 90 giorni dall'avvio dell'attività produttiva.

Si ricorda che, nel caso di progettazione di modifiche del processo produttivo, introduzione di nuove macchine/attrezzature, o modifiche della organizzazione del lavoro, significativi per quanto riguarda l'esposizione al rumore, la valutazione del rischio dovrà essere preventiva e le misure di riduzione immediatamente attuate; in questo caso il documento di valutazione del rischio da rumore dovrà essere aggiornato entro 30 giorni dalla variazione.

E.5 Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui livelli sonori emessi?

Gli obblighi dei fabbricanti sono quelli di produrre, vendere, noleggiare e concedere in uso attrezzature di lavoro che siano rispondenti alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di salute e sicurezza sul lavoro.

In merito al rumore e in sintesi i costruttori hanno l'obbligo di rispettare i seguenti requisiti essenziali di sicurezza e salute (RESS):

- 1) la macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti all'emissione di rumore siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della possibilità di mezzi atti a limitare il rumore, in particolare alla fonte (punto 1.5.8 dell'Allegato 1 alla nuova direttiva macchine D.Lgs.17/2010);
- 2) la macchina deve essere accompagnata da un'istruzione (nel libretto d'uso e manutenzione) che fornisca almeno le seguenti informazioni (punto 1.7.4) D.Lgs.17/2010:
 - se necessario, prescrizioni di montaggio volte a ridurre il rumore;
 - indicazioni del livello di pressione sonora prodotto dalla macchina se questo supera i 70 dB(A) oppure indicazione se tale livello è inferiore o pari a 70 dB(A);
 - indicazione del valore massimo della pressione acustica istantanea nei posti di lavoro se supera 130 dB(C);
 - indicazioni del livello di potenza acustica emesso dalla macchina, se il L_{Aeq} supera gli 80 dB(A). Quando si tratta di una macchina di grandissime dimensioni, l'indicazione del livello di potenza acustica è sostituito dall'indicazione dei livelli di pressione acustica continui equivalenti in appositi punti intorno alla macchina;
 - rispetto di ulteriori requisiti disposti da eventuali direttive di prodotto che si applicano alla macchina specifica.

Le procedure di misurazione, dichiarazione e verifica delle emissioni sonore ai sensi della Direttiva Macchine sono definite nelle seguenti norme fondamentali (norme B):

- le serie EN ISO 3740 e EN ISO 9614-1-3 stabiliscono i metodi per determinare il livello di potenza acustica dei macchinari in apposite stanze di prova dalle particolari proprietà acustiche e in sito (cioè sul luogo di lavoro);
- la serie EN ISO 11200 – 11205 stabiliscono i metodi per determinare il livello di pressione acustica delle emissioni sul luogo di lavoro in diverse condizioni ambientali;
- la serie EN ISO 4871 riguarda la dichiarazione e verifica delle emissioni di rumore.

E.6 Quali sono le ricadute del rischio rumore sulla cooperazione e coordinamento con le imprese in contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione sui DUVRI?

In riferimento all'art. 26 del Capo III del Titolo I del D.Lgs.81/2008, il datore di lavoro committente nel promuovere la cooperazione e il coordinamento delle misure di prevenzione con le imprese con le quali attiva un contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione, nel redigere nei casi previsti il documento unico di valutazione dei rischi interferenti (DUVRI) di cui al comma 3 del medesimo, terrà conto dei rischi per i lavoratori relativamente all'esposizione a rumore e dovrà individuare le misure di prevenzione e protezione da adottarsi per ridurre al minimo i rischi derivanti dalle possibili interferenze (coordinamento delle diverse attività, limitazione della durata delle esposizioni, impiego DPI, ecc.), ad esempio indicando i luoghi di lavoro dove i lavoratori potrebbero essere esposti a rumori che superano i livelli inferiori di azione e precisando le misure di prevenzione e protezione da adottarsi (momenti nei quali si verificano le interferenze, loro limitazione o attenuazione, esigenze di impiego dei DPI-uditivi, di formazione/informazione, di controllo sanitario, ...).

E.7 Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature in relazione al rischio rumore?

Le misure generali di tutela prevedono la riduzione dei rischi alla fonte, e la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o lo è meno. La scelta di attrezzature di lavoro concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor rumore possibile dev'essere sempre adottata dal datore di lavoro, ed è prevista anche nel dettaglio delle misure di prevenzione del rischio specifiche (art. 192 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 81/2008).

Il fabbricante è tenuto a fornire i valori del livello di pressione sonora prodotto dalla macchina se questo supera i 70 dB(A) ovvero dichiararne il non superamento. (FAQ n. E.5).

I valori di rumore dichiarati dal costruttore (FAQ n. E.2) corrispondono a situazioni di prova ben definite, e il datore di lavoro dovrà tenerne conto in relazione alle proprie condizioni di utilizzo.

L'utilizzo di un unico metodo di misurazione delle emissioni di rumore da parte di tutti i fabbricanti di una certa famiglia di macchine (FAQ E.2) consente all'acquirente di confrontare i valori di emissioni di rumore delle macchine della stessa famiglia e di scegliere macchine che a parità di prestazioni siano meno rumorose.

All'atto dell'acquisto di un nuovo macchinario dovrebbe sempre essere prevista una procedura per richiedere informazioni sui valori delle emissioni di rumore ai diversi fabbricanti e confrontare tali valori per scegliere la macchina più silenziosa tra quelle disponibili sul mercato.

Per garantire la comparabilità dei valori richiesti, andrebbe sempre richiesto ai produttori di fornire una dichiarazione sulle emissioni di rumore conforme

alle sopracitate norme europee (FAQ C.5). Tale dichiarazione fornirà informazioni tecniche affidabili sui valori di emissioni di rumore, dal momento che la determinazione dei valori si baserà sulle norme europee specifiche per ciascun macchinario. In questo modo il metodo di misurazione, le condizioni di funzionamento e montaggio e la procedura di dichiarazione e di verifica risulteranno definite in modo chiaro per le macchine della stessa famiglia. Ciò è particolarmente importante per le macchine di grandi dimensioni e/o di uso specifico.

L'acquisizione preliminare dei valori di emissione di rumore in fase di acquisto sono un requisito fondamentale anche ai fini della pianificazione, in quanto rendono possibile prevedere l'immissione di rumore e l'esposizione sul luogo di lavoro. Pertanto, tali valori fanno anche da base per la concezione di nuovi ambienti di lavoro conformi ai requisiti di riduzione del rischio prescritti dal D.Lgs. 81/08.(FAQ E.4).

E.8 Quali effetti avversi sulla salute dovuti al rumore sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?

L'IPOACUSIA DA RUMORE (H3.83) è inclusa nelle tabelle Inail delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura formulate per il riconoscimento assicurativo (D.M. 9 aprile 2008).

Tale patologia è inserita alla voce 75 della nuova tabella delle malattie professionali nell'industria (art. 3 del D.P.R. 1124/1965 e successive modificazioni ed integrazioni) associata alle seguenti lavorazioni che espongono a rumore in assenza di efficace isolamento acustico:

- a. martellatura, cianfrinatura, scriccatura, molatura ed aggiustaggio nella costruzione di caldaie, serbatoi e tubi metallici;
- b. picchettaggio e disincrostazione di contenitori metallici: vasche, cisterne, serbatoi, gasometri;
- c. martellatura, molatura, ribattitura di materiali metallici (lamiere, chiodi, altri);
- d. punzonatura o tranciatura alle presse di materiali metallici;
- e. prova al banco dei motori a combustione interna;
- f. prova dei motori a reazione e a turboelica;
- g. frantumazione o macinazione ai frantoi, molini e macchine a pestelli di: minerali o rocce, clincker per la produzione di cemento, resine sintetiche per la loro riutilizzazione;
- h. fabbricazioni alle presse di chiodi, viti e bulloni;
- i. filatura, torcitura e ritorcitura di filati; tessitura ai telai a navetta;
- j. taglio di marmi o pietre ornamentali con dischi di acciaio o con telaio multilame;
- k. perforazioni con martelli pneumatici;
- l. avvitatura con avvitatori pneumatici a percussione;
- m. conduzioni di forni elettrici ad arco;
- n. formatura e distaffatura in fonderia con macchine vibranti;
- o. sbavatura in fonderia con mole;

- p. formatura di materiale metallico, mediante fucinatura e stampaggio;
- q. lavorazione meccanica del legno con impiego di seghe circolari, seghe a nastro, piallatrici e toupies;
- r. lavori in galleria con mezzi meccanici ad aria compressa;
- s. stampaggio di vetro cavo;
- t. prova di armi da fuoco;
- u. conduzioni delle riempitrici automatiche per l'imbottigliamento in vetro o l'imbarattolamento in metallo;
- v. addetti alla conduzione dei motori in sala macchine a bordo delle navi;
- w. altre lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano una esposizione personale, giornaliera o settimanale, a livelli di rumore superiori a 80 dB(A).

Il periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione dell'attività lavorativa è stato fissato a 4 anni.

Nella nuova tabella delle malattie professionali in agricoltura (art. 211 del D.P.R. 1124/1965 e successive modifiche e integrazioni) L'IPOACUSIA DA RUMORE (H3.83) è inserita alla voce 20 associata alle seguenti lavorazioni:

lavorazioni forestali nelle quali si impiegano, in modo non occasionale, motoseghe portatili prive di efficaci sistemi di insonorizzazione.

Altre lavorazioni, svolte in modo non occasionale che comportano l'esposizione personale professionale, quotidiana o settimanale, a livelli di rumore superiori a 80 dB(A).

I periodi massimi di indennizzabilità sono gli stessi indicati nella tabella per l'industria.

Il lavoratore affetto da ipoacusia da rumore, così come per ogni altra patologia professionale tabellata, sarà sollevato dall'onere di dimostrare l'origine professionale della malattia. Infatti, una volta che egli abbia provato l'adibizione alla lavorazione tabellata (o comunque l'esposizione a un rischio ambientale provocato da quella lavorazione) e l'esistenza della malattia anch'essa tabellata e abbia effettuato la denuncia nel termine massimo di indennizzabilità, si presume per legge che quella malattia sia di origine professionale.

Inoltre con l'introduzione nell'ordinamento italiano del cosiddetto sistema misto (sentenza Corte di cassazione n. 179 del 18 febbraio 1988 che fa salve le Tabelle con le loro peculiarità ma nello stesso tempo estende la tutela a tutte le malattie delle quali il lavoratore sia in grado di provare l'origine professionale) anche le ipoacusie da rumore contratte nell'esercizio o a causa di lavorazioni diverse da quelle previste nelle tabelle o manifestatesi dopo il periodo massimo di indennizzabilità, possono essere tutelate dall'INAIL, purché se ne dimostri l'origine professionale: in tal caso l'onere della prova spetta al lavoratore che, oltre a dimostrare di avere la malattia e di essere stato esposto al rischio, deve provare l'esistenza del nesso di causa.

Gli EFFETTI EXTRAUDITIVI DA RUMORE (vedi FAQ A.1) non sono attualmente inclusi nelle tabelle Inail delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura formulate per il riconoscimento assicurativo (D.M. 9 aprile 2008).

E' opportuno ricordare che tali patologie, così come L'IPOACUSIA DA RUMORE, sono presenti nell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria, ai fini epidemiologici e preventivi, la denuncia/segnalazione in base alle disposizioni dell'art.139 del D.P.R. 1124/1965 (rispettivamente in Lista III- malattie di cui al d.m. 10 giugno 2014 la cui origine lavorativa è possibile e Lista I - malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità). In questo caso le denunce/segnalazioni che giungono all'Istituto assicuratore non danno l'avvio all'iter per il riconoscimento della malattia professionale ma vanno a confluire nel "REGISTRO NAZIONALE DELLE MALATTIE CAUSATE DAL LAVORO OVVERO AD ESSO CORRELATE", istituito presso la banca dati INAIL ai sensi dell'art.10, Comma 5 del DLgs 38/2000. Tale registro costituisce un importante strumento informativo per revisionare sia l'Elenco che le Tabelle delle malattie professionali.

BIBLIOGRAFIA

- UNI EN 458:2016 Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida.
- UNI EN 981:2009 Sicurezza del macchinario - Sistemi di segnali di pericolo e di informazione uditivi e visivi.
- UNI ISO 1999:2015 Acustica - Stima della perdita uditiva indotta dal rumore.
- UNI EN ISO 7731:2009 Ergonomia - Segnali di pericolo per luoghi pubblici e aree di lavoro - Segnali acustici di pericolo.
- UNI 8199:2016 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti.
- UNI EN ISO 9241-6:2001 Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Guida sull'ambiente di lavoro.
- UNI 9432 - Acustica. Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro.
- UNI EN ISO 9612:2011 - 03/03/2011 - Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale.
- UNI 11367:2010 - Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera.
- UNI 11347:2015 Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro.
- UNI/TR 11450:2012 Acustica - Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio.
- UNI 11532-1:2018 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 1: Requisiti generali.
- UNI 11532-2:2020 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico.
- UNI EN ISO 11690-1:2021 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchine - Parte 1: Strategie per il controllo del rumore.
- UNI EN ISO 11690-2:2021 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchine - Parte 2: Provvedimenti per il controllo del rumore.
- UNI EN ISO 11690-3:2000 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro.
- UNI EN 15892:2011 Applicazioni ferroviarie - Emissione del rumore - Misurazione del rumore all'interno delle cabine di guida.
- Associazione Italiana di Acustica (AIA) Linee guida per una corretta progettazione acustica di ambienti scolastici, 2017.

- <http://bookshop.acustica-ai.it/prodotto/linee-guida-progettazione-acustica-ambienti-scolastici/>
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS Committee on Environmental Health 1997 Noise: A Hazard for the Fetus and Newborn
- Commissione Europea - Guida Non Vincolante di Buone Prassi per l'applicazione della Direttiva 2003/10/CE - Lussemburgo 2009
- INAIL Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro 2013
- INAIL La valutazione del rischio rumore 2015
- Selander J, Albin M, Rosenhall U, Rylander L, Lewné M, Gustavsson P. 2016. Maternal occupational exposure to noise during pregnancy and hearing dysfunction in children: a nationwide prospective cohort study in Sweden. Environ Health Perspect 124:855–860

- Per un elenco esaustivo delle norme tecniche si rimanda alla voce Documentazione della sezione rumore del PORTALE AGENTI FISICI www.portaleagentifisici.it

Allegato 1

ELENCHI DI ATTIVITÀ E MANSIONI con livelli espositivi inferiori ai valori di azione prescritti dal D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II

Il presente elenco vuole avere un carattere indicativo: resta ferma la responsabilità del datore di lavoro nello stabilire se, nello specifico caso, i livelli di esposizione al possano ragionevolmente ritenersi inferiori ai valori di azione prescritti dal D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II

Attività che generalmente <u>non</u> comportano il superamento dei valori inferiori di azione cui al D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II e per le quali generalmente non ricorre l'obbligo della valutazione del rumore con misurazioni strumentali	Attività per le quali le conoscenze attualmente disponibili non consentono un inquadramento predefinito	Attività che generalmente comportano il superamento dei valori inferiori di azione cui al D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II e per le quali generalmente ricorre l'obbligo della valutazione del rumore con misurazioni strumentali
ABBIGLIAMENTO		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Confezione in tessuto ■ Confezione di maglieria ■ Lavanderie al pubblico, tintura capi ■ Modelliste, figuriniste ■ Produzione calzature (escluso montaggio e suolatura) ■ Riparazione calzature ■ Riparazione capi in pelle ■ Sarti ■ Ricamo a mano ■ Stampa su tessuto per applicazione a caldo ■ Stirerie ■ Taglio, ripasso, imbusto ■ Asolatura, applicazione bottoni ■ Produzione tessuti a mano, decorazioni su tessuti senza macchine 	<ul style="list-style-type: none"> • Cardatura • Confezioni borse, cinture in pelle • Lavorazione e produzione pellicce • Stampa serigrafica 	<ul style="list-style-type: none"> • Concerie, tintorie pellame • Finissaggio • Roccatura • Tessitura (rettilinee, circolari, cotton) • Lavorazione e produzione pelli • Produzione di bottoni • Produzione occhiali, ombrelli, penne • Ricamifici • Tintorie • Lavanderie industriali •
ACCONCIATORI ED ESTETISTI		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Acconciatori ■ Estetiste, manicure 		
AGRICOLTURA		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Attività manuali senza impiego di macchinari. ■ Attività manuali svolte a distanza maggiore di 50 metri da macchinari agricoli o forestali 		<ul style="list-style-type: none"> • Esercizio macchine agricole e forestali

AGROALIMENTARE		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Disossatura manuale ■ Produzione artigianale di pasta ■ Gelaterie ■ Fornai ■ Pasticcerie ■ Rosticcerie, friggitorie e produzione pizze al taglio ■ Stagionatura prosciutti 	<ul style="list-style-type: none"> ● Allevamenti non di suini e bovini ● Lavorazione e confezione spezie ● Produzione caffè, estratti, lievito ● Produzione grassi ● Produzione industriale pasta ● Lavorazione budella ● Produzione industriale di pane, piadine, biscotti ● Caseifici 	<ul style="list-style-type: none"> ● Allevamenti suini e bovini ● Disossatura con macchine ● Imbottigliamento in vetro (acqua, vini, liquori ...) ● Lavorazione e conservazione prodotti alimentari in genere (pomodori, ortaggi...) ● Macellazione ● Mulini ● Preparazione di pasti ad uso industriale ● Produzione aceto, alcool, vino ● Produzione di insaccati e lavorazione carni ● Produzione mangimi
ARTISTICO		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Liutai, costruzione artigianale di strumenti a corda ■ Restauro strumenti musicali ■ Intagliatori di legno a mano ■ Lavorazione artistica di cuoio e pelle ■ Orologiai ■ Riparazione oreficeria, bigiotteria ■ Restauri d'arte (dipinti, cornici, mobili, stucchi) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lavorazione pietre preziose ● Produzione oreficeria 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lavorazione ardesia e marmo
AUTOTRASPORTI		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Autorimesse ■ Autoscuole ■ Espurgo pozzi ■ Facchini e stivatori ■ Noleggio ■ Trasporti su strada 		
CERAMICA E VETRO		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Decorazioni su ceramica ■ Allestimento campionari di piastrelle 	<ul style="list-style-type: none"> ● Installazione del vetro ● Produzione e lavorazione artistica del vetro 	<ul style="list-style-type: none"> ● Produzione manufatti ceramici ● Taglio piastrelle ● Taglio del vetro
CHIMICA		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Biomedicale: solo assemblaggio 	<ul style="list-style-type: none"> ● Biomedicale: produzione e trattamento prodotti biomedicali 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lavorazione gomma e materie plastiche ● Lavorazione vetroresina ● Produzione e confezionamento di prodotti chimici

COMMERCIO E PUBBLICI ESERCIZI		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Alberghi ■ Bar ■ Benzinai ■ Lavaggio auto ■ Commercio al minuto con impianti di diffusione sonora $L_{ASmax} < 80$ dB(A) in qualsiasi area accessibile ■ Commercio all'ingrosso ■ Mense, ristoranti, pizzerie con impianti di diffusione sonora $L_{ASmax} < 80$ dB(A) in qualsiasi area accessibile ■ Ambulanti ■ Edicole ■ Centri commerciali con impianti di diffusione sonora $L_{ASmax} < 80$ dB(A) in qualsiasi area accessibile 		<ul style="list-style-type: none"> • Discoteche • Piano bar • Pubblici esercizi con attività di diffusione musicale $L_{ASmax} > 80$ dB(A)
EDILIZIA		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Imbianchini (attività svolta a distanza maggiore di 50 metri da macchinari rumorosi (martelli perforatori, smerigliatrici etc.)) ■ Attività manuali senza impiego di macchinari rumorosi ■ Attività manuali svolte in cantiere a distanza maggiore di 100 metri da macchinari rumorosi (martelli perforatori, smerigliatrici etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Intonacatori 	<ul style="list-style-type: none"> • Carpentieri edili • Costruttori edili, muratori • Costruzione prefabbricati • Lavorazione terracotta (fornaci) • Lavori stradali • Levigatori • Marmisti • Lavorazione lapidei • Pavimentatori, piastrellisti • Perforazioni suolo, pozzi
GRAFICA E FOTOGRAFI		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Copisterie ■ Decorazioni murali e su tela ■ Legatoria a mano ■ Fotocomposizione ■ Neonisti ■ RegISTRAZIONI video e fonografiche ■ Studi grafici e pubblicitari ■ Eliografia ■ Fotografi ■ Fotolaboratori 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartellonisti • Costruzione plastici • Serigrafia 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartotecnica • Legatoria editoriale • Stampa offset • Tipografia, litografia • Lavorazione cliché in zinco
LEGNO		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Montaggio cornici ■ Tappezziere 	<ul style="list-style-type: none"> • Montaggio scale, infissi, pareti e pavimenti 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavorazioni di falegnameria • Segherie, produzione imballaggi • Verniciatori

METALMECCANICA		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Antennisti ■ Elettrauto ■ Carburatoristi ■ Meccanici riparatori di auto e moto <i>(Prestare particolare attenzione per l'estrema variabilità della casistica!)</i> ■ Assemblaggio componenti elettronici ■ Installatori e riparatori impianti idraulici, termosanitari, elettrici, gas ■ Installatori antifurto e antincendio ■ Ascensoristi ■ Radiatoristi ■ Riparazione e assemblaggio biciclette ■ Riparazione impianti frigoriferi ■ Riparazione radio, tv, elettrodomestici 	<ul style="list-style-type: none"> • Trattamenti superficiali 	<ul style="list-style-type: none"> • Carpenterie • Carrozzerie • Affilatura utensili • Elettromeccanica • Fonderie • Lattonieri • Meccanica di produzione • Verniciatori • Gommisti • Sabbiatura • Saldatura (escluso "stagno") • Lavorazione alluminio • Montaggio e assemblaggio

SERVIZI , TURISMO, SPETTACOLO		
<ul style="list-style-type: none"> • Decorazione con fiori • Derattizzazione • Gestione imprese turistiche, noleggio di mezzi di trasporto • Imprese di pulizia senza impiego di idropulitrici • Odontotecnici • Ottici (riparazione occhiali) • Podologi, masso-fisioterapisti, massaggiatori • Servizi di informatica • Tecnici ortopedici • Uffici e servizi amministrativi • Vendita e toelettatura animali • Palestre in genere indirizzate all'insegnamento di discipline sportive: es.: attrezzistica, ginnastica artistica, arti marziali, boxe, sport da combattimento in genere, vari tipi di ginnastica: posturale, rilassante, rassodante, dimagrante, ecc.; stretching, yoga, body building, pilates ecc OVE NON SIA PREVISTA DIFFUSIONE MUSICALE, O CON VALORI DI EMISSIONE SONORA in qualsiasi area accessibile agli operatori ed al pubblico inferiore a L_{ASMax} 80 dB(A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disinfestazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Imprese di pulizia con impiego di idro pulitrici • Palestre ove sia prevista diffusione sonora di livello L_{ASMax} maggiore o uguale a 80 dB(A) • Centri o siti natatori/piscine: strutture per lo svolgimento di attività motorie in acqua, ludiche o sportive, quali ad esempio: nuoto, pallanuoto, acqua fitness, aquagym, idro spinning, etc. • Attività sportiva con uso armi da fuoco • Autodromi o aree per lo svolgimento di sport motoristici in genere;

Allegato 2

Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico

Per questa categoria di ambienti di lavoro il Decreto 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi" (CAM) fissa obiettivi acustici da rispettare per tutti gli edifici pubblici di nuova costruzione e oggetto di ristrutturazione. In particolare, il decreto CAM prevede per gli edifici scolastici il rispetto del livello di "prestazione superiore" in riferimento al prospetto A.1 dell'appendice A della norma UNI 11367:2010. Devono essere altresì rispettati i valori relativi alla «prestazione buona» nel prospetto B.1 dell'appendice B alla norma UNI 11367:2010. Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532-2:2020. I descrittori acustici da utilizzare sono quelli definiti nella UNI 11367:2010 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari e il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alle norme UNI 11532-2:2020.

Valori di riferimento

Di seguito si definiscono le diverse destinazioni d'uso dei singoli ambienti scolastici ed i relativi valori di riferimento in relazione alle loro dimensioni, come classificati dalla norma UNI 11532-2.

Al fine di definire gli obiettivi da perseguire, è di fondamentale rilevanza determinare l'attività cui l'ambiente è destinato secondo le categorie identificate nel

Prospetto 1 e meglio dettagliate nei Prospetto 2 e 3 della norma UNI 11532-2

Prospetto 1: Categorie degli ambienti in relazione all'attività UNI 11532-2

Categoria	Attività in ambiente	Modalità d'intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato /conferenza	
A3	Lezione/comunicazione come parlato/ conferenza (aule grandi) interazione insegnante studente	
A4	Lezione/comunicazione, incluse aule speciali	
A5	Sport	
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo

Prospetto 2: Descrizione dettagliata di utilizzo per le categorie da A1 a A5 (UNI 11532-2)

Descrizioni in dettaglio delle tipologie d'utilizzo			
Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1	Musica Prevalentemente rappresentazioni musicali	Buona acustica per musica non amplificata; ammessa limitata comprensione del parlato	Aule per la musica con musica suonata e canto
A2	Parlato/Conferenze Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale;	Elevato grado di intelligibilità del parlato	Aule didattiche, Aule magne
A3	A3.1 Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi di deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche	Aule didattiche, Aule magne
	A3.2 Parlato Comunicazione con la presenza contemporanea di più persone parlanti nell'aula	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari
A4	Più persone parlanti nella stanza (come Categoria A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali) Escluse aula speciale di volume superiore a 500 m ³ , oppure per utilizzo musicale	Elevato grado di intelligibilità del parlato con più oratori contemporaneamente, e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari. Ambienti per le videoconferenze
A5	Sport: piscine e palestre e similari	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi	Palestre piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale

Prospetto 3: Descrizione dettagliata di utilizzo per le sottocategorie della categoria A6

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Esempi
A6.1	Spazi senza permanenza	Vani scala
A6.2	Spazi con permanenza ridotta	Spogliatoi palestre e similare
A6.3	Ambienti per la permanenza a lungo termine e/o di collegamento	Ambienti espositivi con interattività oppure sorgente di rumore elevata (Multimedia, arte visive e suoni, ecc) Spazi di studio, spazi/corridoi per attività didattiche alternative/ricreative, in scuole di ogni ordine e grado. Laboratorio, Biblioteche
A6.4	Ambienti con necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente	Reception / area desk (bidelleria) con postazione di lavoro fissa Laboratorio con postazione di lavoro fissa, mense in scuole di ogni ordine e grado. Area distribuzione nelle mense
A6.5	Ambienti con particolare necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente	Sale da pranzo. Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido

Valori di riferimento dei descrittori delle prestazioni acustiche degli elementi edilizi

I valori di riferimento per i descrittori R'_{w} , $D_{nT,w}$, $D_{2m,nT,w}$, L'_{nw} , L_{ic} , L_{id} sono riportati nella norma UNI 11367, Prospetto A.1, colonna "prestazione superiore" e Prospetto B.1, riga "prestazione buona".

I valori misurati, determinati in accordo coi metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, devono essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nella UNI 11367

Valori di riferimento per il descrittore STI

Il descrittore si applica alle categorie A1, A2, A3 ed A4 di cui al Prospetto 1. Per ambienti di dimensioni inferiori ai 250 m³ in alternativa allo STI può essere utilizzato il descrittore C₅₀.

I valori di riferimento per STI sono indicati nel Prospetto 4 e sono riferiti ad ambiente arredato e con la presenza di due persone al massimo (Tecnici rilevatori).

Prospetto 4: Valori di riferimento del descrittore STI

	< 250 m³	≥ 250 m³
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	≥ 0,55 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A).	≥ 0,50 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A).
Con impianto di amplificazione	≥ 0,60 con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

I valori misurati, determinati in accordo coi metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, devono essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nella norma stessa.

Valori di riferimento per il descrittore C50

Il descrittore C_{50} può essere applicato alle categorie A1, A2, A3 ed A4 in alternativa allo STI esclusivamente per ambienti di dimensioni inferiori ai 250 m^3 . Per ambienti di volume $\geq 250 \text{ m}^3$ si applica esclusivamente lo STI.

I valori di riferimento per C_{50} sono indicati nel Prospetto 5. Sono riferiti ad ambienti arredati e con la presenza di due persone al massimo. Il limite è riferito alla media aritmetica dei valori rilevati nelle "Posizioni di misura" indicate nella stessa norma. I valori rilevati nelle singole posizioni di misura, sono ottenuti come media aritmetica dei valori nelle bande d'ottava 500-1000-2000 Hz.

Prospetto 5: Valori di riferimento per il descrittore C50 (UNI 11350-2)

	$< 250 \text{ m}^3$
Senza impianto di amplificazione	$\geq 2 \text{ dB}$

I valori della media aritmetica spaziale, determinati in accordo coi metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, devono essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nella norma.

Valori di riferimento del tempo di riverberazione

Il tempo di riverberazione ottimale T_{ott} , corrispondente ad un'occupazione convenzionale dell'ambiente pari all'80% ad eccezione della categoria A5, è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato ed al suo volume, attraverso le formule di calcolo riportate nel Prospetto 6.

Prospetto 6: Formule di calcolo di T_{ott} per le categorie da A1 a A5 (UNI 11350-2)

Categoria	<u>Ambiente occupato all'80%</u>	
A1	$T_{\text{ott,A1}} = (0,45\log V + 0,07)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$
A2	$T_{\text{ott,A2}} = (0,37\log V - 0,14)$	$50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A3	$T_{\text{ott,A3}} = (0,32\log V - 0,17)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A4	$T_{\text{ott,A4}} = (0,26\log V - 0,14)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$
Categoria	<u>Ambiente non occupato</u>	
A5	$T_{\text{ott,A5}} = (0,75\log V - 1,00)$ $T_{\text{ott,A5}} = 2,00$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$ $V \geq 10000 \text{ m}^3$

Per le persone con problemi uditivi o disturbi legati alla concentrazione o attenzione, il tempo di riverberazione deve essere conforme alle Categorie A3.1 o A4. Nel caso di aule multifunzione (A2, A3 e A4), il tempo di riverberazione deve soddisfare i valori più restrittivi tra quelli per le categorie considerate.

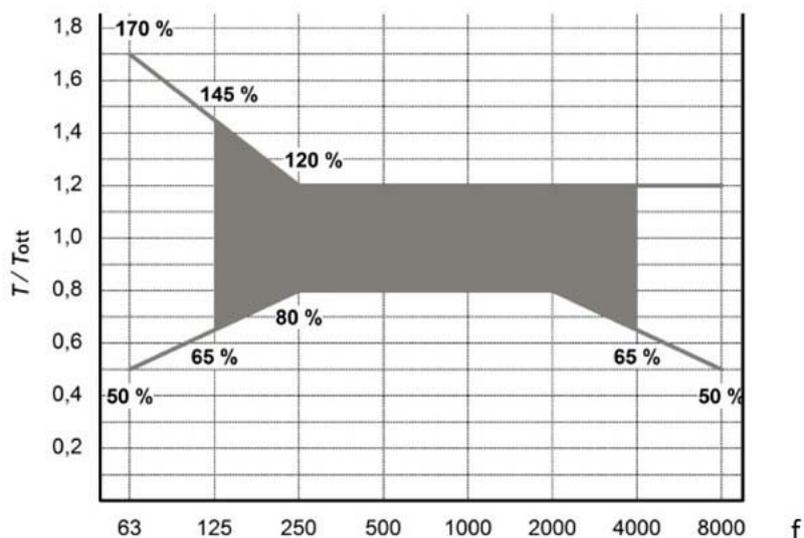


Figura 1: Andamento ed intervallo di conformità del tempo di riverberazione T in funzione della frequenza per le categorie da A1 a A4

Legenda

T/T_{ott} = tempo di riverberazione dipendente dalla frequenza T rispetto al tempo di riverberazione desiderato T_{ott}

f = frequenza in Hertz

Nota:

L'intervallo di conformità del tempo di riverberazione T , dipendente dalla frequenza nelle bande di ottava tra 125 Hz e 4000 Hz, rispetto al tempo di riverberazione T_{ott} , è mostrato in Figura 1 per le categorie/destinazioni d'uso da A1 a A4.

Per le frequenze esterne all'intervallo delle bande d'ottava tra 125 Hz e 4000 Hz, i valori di indirizzo sono indicati in

Figura 1. Per la destinazione d'uso A5 si considerano solo le bande d'ottava tra 250 Hz e 2000 Hz.

Rumorosità in ambiente

La norma UNI 11532-2 fissa valori di riferimento per a determinazione del rumore complessivo che per le diverse destinazioni d'uso degli ambienti arredati ma non occupati ai fini:

- di una chiara comprensione del parlato nel rapporto insegnante-alunno;
- di una chiara comprensione del parlato tra alunni.

Il rumore complessivo in un ambiente è determinato da:

1. Rumore dovuto a sorgenti esterne alla scuola (rumore da traffico veicolare o ferroviario, rumore da attività commerciali o industriali, ecc.)
2. Rumore di impianti a funzionamento continuo a servizio dell'ambiente (impianti di ventilazione meccanica, riscaldamento, raffrescamento, bocchette, ecc.)

Il rumore dovuto ad impianti a funzionamento continuo, generato in ambienti diversi dall'ambiente in esame, è soggetto al rispetto dei requisiti acustici passivi, definiti dalla norma stessa.

I livelli di rumore in ambiente, L_{amb} , devono essere conformi a quanto indicato nel Prospetto 7.

Prospetto 7: Valori di riferimento per il livello di rumore in ambiente (UNI 11532-2)

Destinazione d'uso	L_{amb} dB(A)
Aule e Biblioteche < 250 m ³	≤ 38
Aule e Biblioteche ≥ 250 m ³	≤ 41
Ufficio singolo	≤ 38
Ambienti espositivi, spazi di studio	≤ 48
Palestre, piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception / area desk (bidelleria)	≤ 48

I valori misurati di L_{amb} , determinati in accordo coi metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, devono essere corretti con l'incertezza di misura come specificato dallanorma stessa.

Nel caso in cui un ambiente non fosse esplicitamente definito nel Prospetto 7, si deve far riferimento all'attività assimilabile. Nel caso in cui l'ambiente fosse utilizzato per diverse attività, si deve far riferimento all'attività più restrittiva.

Allegato 3

Requisiti acustici degli ambienti ad uso ospedalivi, case di cura e scuole

Per questa categoria di ambienti di lavoro il Decreto 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi" (CAM) fissa obiettivi acustici da rispettare per tutti gli edifici pubblici di nuova costruzione e oggetto di ristrutturazione. In particolare, il decreto CAM prevede per le strutture sanitarie il rispetto del livello di "prestazione superiore" in riferimento al prospetto A.1 dell'appendice A della norma UNI 11367:2010. Devono essere altresì rispettati i valori relativi alla «prestazione buona» nel prospetto B.1 dell'appendice B alla norma UNI 11367:2010.

Estratti: Norma UNI 11367:2010

APPENDICE A Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali e scuole

prospetto A.1 Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53

Nota 1 Il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di una camera di degenza, di un'aula o di aule polifunzionali separate da strutture mobili, deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.

Nota 2 Non sono stati definiti valori di riferimento per il livello sonoro al calpestio di ambienti adiacenti all'interno della stessa unità immobiliare, poiché è prassi attualmente molto diffusa realizzare solai con massetto di ripartizione continuo: e per queste tipologie costruttive i dati attualmente disponibili non consentono di stabilire criteri condivisi.

APPENDICE B Criteri di misurazione e di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti accessori di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi di una unità immobiliare

prospetto B.1 Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

Allegato 4

Requisiti acustici degli ambienti ad uso ufficio

	Isolamento facciata	Potere fonoisolante	Caratteristiche fonoassorbenti	Livello di calpestio	Rumore impianti	Rumore di fondo	Condizioni espositive
Settore di attività	$D_{2m,nT,w}$	R'_W / D	$T_{60} (s) / DL_2$	$L'_{nT,W}$	L_{IC}	L_{Aeq}	L_{EX} o L_{Aeq}
Tipologia d'uso del locale	dB	dB	dB	(dB)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Uffici singoli (att. progettuale)	42	50/40	UNI EN ISO 9241-6 p.B.2 ⁽²⁾	55	35	40	45
Uffici singoli (att. routine)	42	50/40	UNI EN ISO 9241-6 p.B.2 ⁽²⁾	55	40	40	55
Open space	42	50/40	UNI EN ISO 9241-6 p.B.2 ⁽²⁾	55	45	45	65
Mense	$42 \div 48$ ⁽¹⁾	50/40	UNI 11690-1 p.3	55	45	45	70

NOTE:

- (1) In funzione della destinazione d'uso prevalente dell'unità immobiliare.
- (2) Dato desumibile dal prospetto B.2 della norma UNI 9241-6:2001 che collega le caratteristiche acustiche fonoassorbenti richieste per gli uffici con la loro volumetria (vedi Tabella 4.7).
- (3) Valgono anche i limiti del D.P.C.M. 05/12/97 di 25 dB(A) di L_{Aeq} per gli impianti a funzionamento continuo e 35 dB(A) di L_{ASmax} per gli impianti a funzionamento discontinuo (D.P.C.M. 05/12/97), misurati negli ambienti disturbati diversi da quelli in cui il rumore viene generato.
- (4) Dato desumibile dal prospetto 3 della norma UNI 11690-1:1998 che collega le caratteristiche acustiche fonoassorbenti richieste alla volumetria degli ambienti (vedi Tabella 4.8).

CREDITS

Il testo è stato redatto dal Gruppo di lavoro Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico Interregionale - INAIL - ISS composto da:

Iole Pinto (Azienda USL Toscana Sud Est) Coordinatrice Gruppo Tematico Agenti Fisici

Pietro Nataletti (INAIL) Coordinatore Gruppo Lavoro Rumore

Diego Annesi (INAIL)
Sandra Bernardelli (Emilia Romagna);
Andrea Bogi (Toscana),
Silvia Goldoni (Emilia Romagna);
Flavia Franceschini (Emilia Romagna)
Jacopo Fogola (Piemonte);
Marco Gatti (Liguria);
Martina Grisorio (Piemonte)
Marta Iuzzolini (Toscana)
Nicola Marisi (Abruzzo);
Raffaele Maricone (INAIL)
Sara Quirini (P.A. Bolzano)
Pierangelo Tura (Piemonte);
Angelo Tirabasso (INAIL);
Nicola Stacchini (Toscana);

Si ringraziano gli esperti che hanno fattivamente contribuito alla stesura ed alla revisione del documento:

Massimo Bovenzi (Università degli Studi di Trieste); Alex Soldi (ENI); Simone Falsoni (ENI)

Referenti Regione Toscana: Giovanna Bianco, Elisabetta De Melis, Trofimen Galibardi;
Vincenzo Di Benedetto



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di
lavoro delle Regioni e delle Province autonome
Gruppo Tematico Agenti Fisici**

Decreto Legislativo 81/2008 Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a VIBRAZIONI

Indicazioni operative

in collaborazione con:



**INAIL – Istituto Nazionale
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro**



Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di
Lavoro il 21/07/21*

Indice

SEZIONE A <i>EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA</i>		
A.0	Cosa sono le vibrazioni meccaniche?	9
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute dei lavoratori associati all'esposizione a vibrazioni trasmesse al sistema mano braccio (M/B) e al corpo intero (WBV)?	10
A.2	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV) e/o al corpo intero (WBV)?	15
A.3	È possibile verificare la sussistenza di controindicazioni specifiche all'esposizione a vibrazioni da parte del Datore di Lavoro senza ricorrere al Medico Competente?	16
A.4	Quali misure specifiche di tutela possono essere applicate per la donna in gravidanza o per altri soggetti particolarmente sensibili esposti per motivi professionali a vibrazioni meccaniche?	17
A.5	In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?	18
A.6	Quando è opportuno estendere la sorveglianza sanitaria per esposizioni inferiori ai valori di azione?	18

SEZIONE B <i>METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DELLE VIBRAZIONI</i>		
B.1	Quali norme tecniche per la misura dell'esposizione a vibrazioni?	21
B.2	Quale strumentazione dev'essere utilizzata per le misurazioni e quali requisiti deve rispettare?	21
B.3	Con quale periodicità deve essere tarata la strumentazione di misura?	21
B.4	Come si tiene conto della variabilità della misura in relazione ai cicli di lavoro? Come devono essere scelti i cicli rappresentativi e che durata devono avere i campionamenti?	22
B.4.1	Vibrazioni trasmesse al sistema mano braccio	22
B.4.2	Vibrazioni trasmesse al corpo WBV	23
B.5	Cosa significa quanto indicato all'art. 202 comma 2 che " <i>la misurazione...resta comunque il metodo di riferimento</i> " per la determinazione dei livelli di esposizione?	24
B.5.1	Secondo quali criteri di accettabilità devono essere effettuate le misure ai fini della valutazione del rischio?	25
B.6	Esistono dosimetri per vibrazioni? Come e quando vanno utilizzati	26
B.7	Come si stima l'incertezza di misura?	27
B.8	Come tenere conto dell'incertezza di misura nel confronto con i	27

	differenti valori limite?	
B.9	Cosa si intende per "valori limite di esposizione su periodi brevi" di cui all'art. 201 del D.Lgs. 81/2008 e quali criteri vanno utilizzati ai fini del confronto con detti valori limite?	28

SEZIONE C VALUTAZIONE DEL RISCHIO		
C.1	In quali situazioni lavorative è sempre necessario procedere ad una valutazione dettagliata del rischio vibrazioni?	31
C.2	Quali criteri per la valutazione del rischio?	34
C.3	Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione" secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata	35
C.4	E' sempre necessario effettuare misurazioni specifiche ai fini della valutazione del rischio vibrazioni?	36
C.5	Il Capo III del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008 si applica anche alle lavorazioni manuali senza l'utilizzo di elettrotensili? Come si valuta il rischio vibrazioni nelle lavorazioni manuali che espongono singoli impatti o impulsi ripetuti (es. martellatura manuale, avvitatrici ad impulsi etc.) ?	37
C.6	Come dev'essere eseguita la valutazione del rischio vibrazioni nelle aziende che non hanno lavoratori esposti a livelli superiori al valore d'azione?	38
C.7	Come vanno usati i dati di esposizione riportati nella banca dati vibrazioni (BDV) ai fini della valutazione del rischio?	39
C.8	Ai fini della valutazione del rischio espositivo a vibrazioni quando è ammissibile ricorrere ai dati dei fabbricanti? E come devono essere utilizzati tali dati?	39
C.9	Come va calcolato il descrittore A(8) dell'esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema Mano Braccio e al corpo intero?	41
C.9.1	Vibrazioni WBV	41
C.9.2	Vibrazioni M/B	45
C.10	Come si valuta il rischio vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV) e al corpo intero (WBV) in presenza di soggetti particolarmente sensibili	46
C.11	Cosa si intende per vibrazioni impulsive e come si tiene conto della loro presenza nell'ambito della valutazione del rischio espositivo a vibrazioni?	47

C.12	In quali condizioni e come si applicano i "metodi aggiuntivi" contenuti nella UNI ISO 2631-1 per la valutazione dell'esposizione al sistema corpo intero in presenza di vibrazioni fortemente impulsive?	49
C.13	Come si tiene conto della presenza dei cofattori di rischio ergonomici (posture, movimenti ripetuti, sovraccarico arti superiori e rachide) nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni?	50
C.14	Quali criteri per la valutazione degli effetti indiretti delle vibrazioni?	53
C.15	Quali criteri è opportuno adottare per valutare il rischio vibrazioni trasmesse al corpo interno (WBV) nei mezzi di trasporto?	54
C.16	In cosa consistono i metodi aggiuntivi per la valutazione del rischio vascolare da esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al sistema mano-braccio? Come vanno utilizzati in modo appropriato tali metodi?	56
C.17	In caso di attività a carattere stagionale, e quindi con esposizione molto variabile nei diversi mesi dell'anno, come si deve procedere alla determinazione dell'esposizione?	57
C.18	In cosa consiste l'aggiornamento della valutazione del rischio vibrazioni dopo quattro anni, nel caso in cui le condizioni espositive siano immutate? Come utilizzare a distanza di quattro anni i dati di esposizione contenuti in banca dati o dichiarati dal costruttore?	58

SEZIONE D
GESTIONE DEL RISCHIO

D.1	Cosa si intende per "personale qualificato" e quali requisiti deve avere ai fini della corretta valutazione del rischio vibrazioni?	63
D.2	Alla luce delle indicazioni del D.Lgs. 81/2008 come dev'essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto alla valutazione del rischio da vibrazioni?	63
D.3.a	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione ?	66
D.3.b	Quali sono i contenuti della informazione / formazione?	66
D.4.a	Quali interventi vanno comunque messi in atto qualora l'esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al sistema mano-braccio risulti inferiore ai valori di azione?	67
D.4b	Quali interventi vanno comunque messi in atto qualora l'esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al corpo intero risulti inferiore ai valori di azione?	68

D.5	Come comportarsi all'esito della valutazione del rischio da vibrazioni?	69
D.6a	In quali casi è richiesto che si valuti la possibilità di ridurre il rischio associato all'esposizione a vibrazioni?	70
D.6b	Quali elementi informativi devono essere presenti nel programma delle misure tecniche e organizzative ex art. 203, comma 1, del D.Lgs. 81/2008, quando si superano i valori d'azione?	70
D.7	Esistono Dispositivi di Protezione Individuale per il rischio da vibrazioni meccaniche?	71

SEZIONE E
VIGILANZA

E.1	A quali condizioni può essere concessa deroga da parte delle ASL al rispetto dei valori limite consentendo il calcolo del livello di esposizione su base settimanale (A(40)) anziché giornaliera (A(8)), come previsto dall'art.205, comma 2 del D.Lgs. 81/2008?	75
E.2	Quali sono gli obblighi dei fabbricanti di attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio da vibrazioni e all'informazione sui valori di vibrazione emessi?	76
E.3	Come deve essere gestito il rischio derivante da "vibrazioni" nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	76
E.4	Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature che emettono vibrazioni?	78
E.5	Quali degli effetti avversi sulla salute associati all'esposizione a vibrazioni sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	79

Bibliografia	81
--------------	----

SEZIONE A

EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA

A.0 Cosa sono le vibrazioni meccaniche?

In meccanica il termine **vibrazione** si riferisce al moto di un corpo rigido vincolato intorno alla sua posizione di equilibrio stabile. Tale moto è di tipo oscillatorio. Qualsiasi forza esterna applicata ad un sistema meccanico vincolato, ovvero qualsiasi urto, o impatto è in grado di trasmettere energia meccanica al corpo stesso, con propagazione di vibrazioni al suo interno.

I principali parametri cinematici che caratterizzano le vibrazioni sono:

- frequenza (f) [Hz]: numero di cicli completi nell'unità di tempo;
- periodo (T) [s]: intervallo di tempo necessario per completare un ciclo (reciproco della frequenza);
- ampiezza (A) [m/s^2]: ampiezza dell'oscillazione

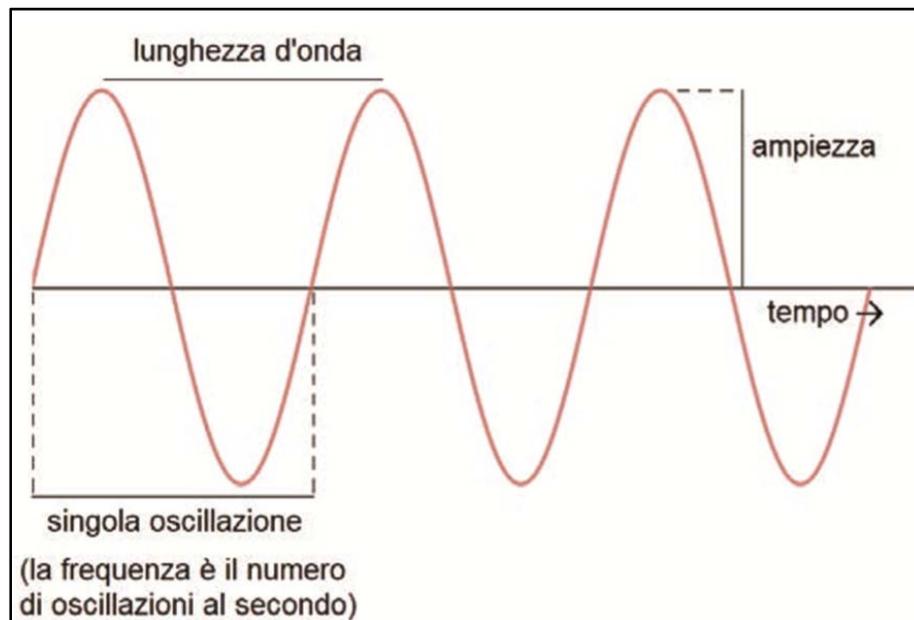


Figura 1 Parametri descrittivi dell'oscillazione meccanica che produce le vibrazioni (Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Nel contesto dell'igiene industriale, le vibrazioni vengono tipicamente quantificate mediante la quantità cinematica 'accelerazione'. Pertanto l'ampiezza dell'oscillazione rappresentata in figura 1 è espressa in m/s^2 .

Le intensità e soprattutto le frequenze delle vibrazioni possono essere molto diverse a seconda della sorgente che le produce.

L'analisi dell'esposizione professionale a vibrazioni avviene con modalità distinte in funzione del distretto interessato. In particolare vanno valutate indipendentemente:

- le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio o HAV (acronimo dell'inglese hand - arm vibration);
- le vibrazioni trasmesse al sistema corpo intero o WBV (acronimo dell'inglese whole body vibration).

A.1 Quali sono i rischi sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori derivanti dall'esposizione a vibrazioni?

Il rischio associato all'esposizione umana a vibrazioni dipende dai seguenti principali fattori:

- dalle modalità di trasmissione: trasmissione al corpo nella sua totalità (corpo intero ovvero WBV) o trasmissione localizzata, generalmente al sistema mano braccio (HAV);
- dal tipo di oscillazione: frequenza, accelerazione, durata, direzione di applicazione;
- delle caratteristiche meccaniche del corpo umano: frequenza caratteristica degli organi (connessa ai fenomeni di risonanza), caratteristiche di smorzamento, impedenza e trasmissibilità dei tessuti, che a loro volta dipendono dalle modalità di accoppiamento del corpo umano alla sorgente di vibrazioni.

VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

I lavoratori esposti regolarmente a vibrazioni di ampiezza e durata eccessive possono lamentare, nel lungo termine, disturbi vascolari, neurologici, osteoarticolari e/o muscolo-tendinei. L'insieme di tali disturbi è noto con il termine "sindrome da vibrazioni mano-braccio".

Gli studi epidemiologici hanno evidenziato che la probabilità di insorgenza e la gravità della sindrome dipendono non solo dalle caratteristiche fisiche delle vibrazioni (frequenza e magnitudo) e dalla loro durata, ma anche dalle modalità operative, ed in particolare da alcuni fattori biodinamici e ergonomici quali la forza di prensione o di spinta esercitate sull'utensile, e la postura del braccio e del tronco. Altri fattori che possono aumentare il rischio sono rappresentati dalle condizioni ambientali di lavoro, quali temperatura, correnti d'aria, umidità, rumore, e dalle caratteristiche individuali del soggetto esposto, quali la presenza di condizioni di suscettibilità individuale, l'abitudine al fumo, l'assunzione di farmaci o sostanze con effetti avversi sulla circolazione periferica (vedi FAQ A.2).

I sintomi associati alla sindrome da vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio possono anche influire sulla sicurezza dei lavoratori. In particolare i disturbi neuro-vascolari possono causare riduzione o perdita della capacità di manipolare utensili o macchinari di comune impiego, oppure difficoltà nell'uso degli stessi, con possibili ricadute di tipo infortunistico o ergonomico: la riduzione o perdita della destrezza manuale può comportare maggiore difficoltà nel controllo dell'utensile che tende ad essere impugnato con maggior forza con conseguente aumento della energia vibratoria trasmessa al sistema mano-braccio. Il deterioramento della capacità di manipolazione fine, inoltre, può compromettere l'esecuzione di azioni che richiedono destrezza manuale nell'ambito della vita sia lavorativa che extra lavorativa, quali ad esempio assemblare componenti di piccole dimensioni, inserire bottoni nelle asole, avvitare con piccoli cacciaviti, etc.

DISTURBI DI NATURA VASCOLARE

I lavoratori esposti alle vibrazioni mano-braccio possono lamentare episodi di pallore delle dita delle mani, definito come fenomeno del "dito bianco". Tale sintomo è dovuto ad una interruzione temporanea della circolazione sanguigna nelle dita causata dal vasospasmo delle arterie digitali, evento quest'ultimo condizionato dalle vibrazioni meccaniche e scatenato dal microclima freddo. Dal punto di vista nosografico il sintomo viene classificato come un fenomeno di Raynaud secondario all'esposizione occupazionale alle vibrazioni meccaniche.

Per descrivere i disturbi vascolari provocati dalle vibrazioni sono stati utilizzati termini diversi:

- fenomeno del dito bianco;
- fenomeno di Raynaud di origine professionale;
- angioneurosi delle dita delle mani;
- dito bianco indotto da vibrazioni.

Gli episodi di pallore digitale possono interessare inizialmente la falange terminale (distale) di uno o più dita delle mani, ma se l'esposizione alle vibrazioni e al microclima freddo permangono, il pallore può estendersi alle falangi intermedie e prossimali. Gli episodi di pallore sono più frequenti nelle stagioni fredde e possono durare da pochi minuti a oltre un'ora. L'esposizione al calore e/o il massaggio locale possono risolvere il vasospasmo a frigore e indurre una vasodilatazione locale che si manifesta con rossore delle dita accompagnato, talora, da dolore. Gli episodi di pallore digitale possono determinare la completa perdita temporanea della sensibilità tattile e della destrezza manuale del lavoratore interferendo con lo svolgimento dell'attività lavorativa e aumentare il rischio infortunistico.

Il fenomeno del dito bianco è inizialmente di origine funzionale senza evidenti alterazioni strutturali dei vasi sanguigni e pertanto può essere reversibile se viene a cessare l'esposizione alle vibrazioni meccaniche. Tuttavia è stato dimostrato che la reversibilità del sintomo è inversamente proporzionale all'età del lavoratore, alla durata dell'esposizione pregressa e alla gravità del sintomo al momento della cessazione dell'esposizione.

DISTURBI DI NATURA NEUROLOGICA

I lavoratori esposti alle vibrazioni mano-braccio possono lamentare sensazioni di formicolio (parestesie) e/o intorpidimento nelle dita delle mani (ipoestesia). Questi sintomi neurosensitivi tendono a comparire prima dei disturbi vascolari e mostrano una minore reversibilità alla cessazione dell'esposizione alle vibrazioni meccaniche. I sintomi neurosensitivi possono arrecare maggior disturbo di quelli vascolari in quanto questi ultimi sono episodici e causati dall'esposizione al freddo, mentre quelli neurosensitivi tendono a persistere nel tempo. Ai disturbi neurosensitivi si associano una riduzione obiettiva delle sensibilità tattile, termica e vibratoria, nonché una diminuzione o perdita della

destrezza manuale con negative interferenze sulla capacità lavorativa e l'espletamento delle normali attività quotidiane.

SINDROME DEL TUNNEL CARPALE

Vi è evidenza epidemiologica che l'esposizione a vibrazioni meccaniche in combinazione con movimenti ripetitivi, forza di prensione, e posture ergonomiche sfavorevoli durante l'uso di utensili vibranti sono associati significativamente ad un eccesso di rischio di insorgenza della sindrome del tunnel carpale.

DISTURBI MUSCOLOSCELETRICI

I risultati di vari studi epidemiologici hanno suggerito che i lavoratori con prolungata esposizione alle vibrazioni meccaniche possono presentare fenomeni di deterioramento della forza muscolare, fatica e dolenzia muscolo-tendinea, ipotonia-ipotrofismo della muscolatura degli arti superiori. E' verosimile che questi disturbi siano il risultato dell'effetto combinato delle vibrazioni meccaniche e di condizioni ergonomiche sfavorevoli.

Studi di diagnostica per immagini hanno evidenziato un eccesso di rischio per alterazioni croniche degenerative a carico delle ossa e delle articolazioni del polso e del gomito (artrosi, calcificazioni, entesopatie) nei lavoratori che usano utensili vibranti a movimento percussorio che generano vibrazioni di elevata ampiezza e bassa frequenza (<50 Hz), quali, ad esempio, martelli perforatori/scalpellatori/da sbancamento nelle lavorazioni minerarie, delle costruzioni o dei materiali lapidei.

Alcuni studi clinico-epidemiologici hanno suggerito che l'esposizione a vibrazioni mano-braccio potrebbe essere associata ad una aumentata probabilità di insorgenza di alterazioni a carico dei tendini degli arti superiori (tendiniti, tenosinoviti) e ad un eccesso di rischio per il morbo di Dupuytren caratterizzato da retrazione dei tessuti fasciali del palmo della mano e deformità in flessione delle dita.

Infine, i risultati di alcuni studi epidemiologici sembrano indicare che l'esposizione occupazionale a vibrazioni mano-braccio può determinare un aumento del rischio di ipoacusia da trauma acustico cronico e di disturbi a carico del sistema nervoso centrale (SNC). Questi ultimi sono stati descritti in un numero limitato di studi, alcuni dei quali viziati da distorsioni ed errori metodologici, per cui risulta estremamente difficile ipotizzare eventuali associazioni tra patologie del SNC e l'esposizione professionale a vibrazioni mano-braccio.

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

Il ruolo delle vibrazioni trasmesse al corpo intero nella etiopatogenesi delle alterazioni del rachide non è ancora completamente chiarito poiché la guida di macchine o veicoli comporta non solo l'esposizione a vibrazioni potenzialmente dannose ma anche a fattori di stress ergonomico quali ad es. una prolungata

postura statica o frequenti movimenti di flessione e torsione del rachide. Inoltre, alcune categorie di autisti, come gli addetti ad attività di trasporto in vari settori commerciali, possono svolgere lavori di sollevamento e spostamento di carichi manuali che rappresentano un'ulteriore fattore di stress per il tratto lombare del rachide. Alcune caratteristiche individuali (età, indice di massa corporea, abitudine al fumo di tabacco, aspetti costituzionali), fattori di natura psicosociale e pregressi traumatismi alla schiena sono considerati ulteriori variabili predittive della comparsa di disturbi al rachide, in particolare di lombalgie. Pertanto, i sintomi muscolo-scheletrici e le lesioni al rachide lombare nei conducenti di macchine o veicoli rappresentano un complesso di alterazioni di origine multifattoriale nella cui etiopatogenesi intervengono fattori di natura sia occupazionale sia extra-occupazionale. Ne deriva che risulta difficile separare il contributo delle vibrazioni da quello di altri fattori di rischio individuale ed ergonomico nell'insorgenza e/o aggravamento di turbe del rachide. Studi di biodinamica hanno tuttavia evidenziato i possibili meccanismi attraverso i quali le vibrazioni possono indurre lesioni alla colonna vertebrale: (i) sovraccarico meccanico dovuto a fenomeni di risonanza del rachide nell'intervallo di frequenza delle vibrazioni tra 3 e 10 Hz, con conseguente danno strutturale a carico dei corpi vertebrali, dischi e articolazioni intervertebrali; (ii) eccessiva risposta contrattile dei muscoli paravertebrali causata da intenso stimolo vibratorio, con conseguenti fenomeni di strain e affaticamento muscolare.

DISTURBI E PATOLOGIE DEL RACHIDE LOMBARE

I risultati degli studi epidemiologici attualmente disponibili depongono per una maggior occorrenza di disturbi al rachide lombare nei conducenti di veicoli industriali e di mezzi di trasporto rispetto a gruppi di controllo non esposti a vibrazioni meccaniche. Recenti revisioni della letteratura epidemiologica concordano nell'attribuire una forte evidenza epidemiologica all'associazione tra patologie del rachide lombare ed esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al corpo intero. In particolare, è stato evidenziato un aumentato rischio di lombalgie e lombosciatalgie, alterazioni degenerative della colonna vertebrale (spondiloartrosi, spondilosi, osteocondrosi intervertebrale), discopatie e ernie discali lombari e/o lombosacrali negli autisti di macchine e veicoli. Il rischio di insorgenza di patologie del rachide lombare sembra inoltre aumentare con l'aumentare della durata e dell'intensità dell'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero.

In un limitato numero di Stati membri dell'Unione Europea (Belgio, Germania, Paesi Bassi, Francia, Italia), alcune patologie del rachide, in particolare del tratto lombare, sono considerate di origine professionale in presenza di specifici requisiti relativi all'intensità e alla durata di esposizione alle vibrazioni.

DISTURBI CERVICO-BRACHIALI

L'esposizione a vibrazioni con frequenze sovrapponibili alla frequenza di risonanza del corpo umano (4-8 Hz) può amplificare la risposta muscolare del distretto collo-spalla. Alcuni studi epidemiologici hanno evidenziato un'aumentata occorrenza di disturbi cervico-brachiali nei conducenti di

automezzi. Diversi fattori ergonomici sono sospettati di essere all'origine di questi disturbi, quali i movimenti di rotazione e torsione del capo, i movimenti ripetitivi del sistema mano-braccio-spalla per azionare i comandi dei veicoli, e l'esposizione a vibrazioni meccaniche. Tuttavia i pochi studi epidemiologici sinora condotti hanno dimostrato una associazione non conclusiva tra esposizione a vibrazioni e disturbi cervico-brachiali.

DISTURBI DIGESTIVI

Ricerche sperimentali hanno evidenziato che l'esposizione acuta a vibrazioni meccaniche può indurre un aumento dell'attività gastro-intestinale. Alcuni studi epidemiologici hanno riportato un'aumentata prevalenza di disturbi gastro-intestinali, gastrite e ulcera peptica in autisti professionisti. L'associazione tra l'esposizione a vibrazioni meccaniche e disturbi dispeptici è risultata, tuttavia, debole. Inoltre, alcuni di questi studi non presentavano un adeguato controllo di possibili, importanti, fattori di confondimento (ad es. fumo di tabacco, assunzione di bevande alcoliche, abitudini alimentari, turni lavorativi, stress). Pertanto, il problema se l'esposizione a vibrazioni possa determinare disturbi digestivi rimane ancora aperto.

EFFETTI SULL'APPARATO RIPRODUTTIVO

E' possibile che l'esposizione a vibrazioni meccaniche possa causare alcuni effetti nocivi sull'apparato riproduttivo femminile. Disturbi del ciclo mestruale, processi infiammatori e anomalie del parto sono stati riportati in donne esposte a vibrazioni con frequenze tra 40 e 55 Hz. Studi osservazionali di popolazione su aborto spontaneo e mortalità prenatale in assenza di malformazioni congenite sembrano suggerire che tali eventi possono presentare un'incidenza maggiore di quella attesa in donne lavoratrici esposte a vibrazioni nel settore dei trasporti. Ulteriori ricerche sono necessarie per confermare tali dati.

DISTURBI CIRCOLATORI

Nella letteratura scientifica viene suggerita un'associazione tra esposizione a vibrazioni e insorgenza di emorroidi e varici venose degli arti inferiori. Nell'ambito di tale possibile associazione, l'esposizione a vibrazioni potrebbe agire come fattore concorrente in combinazione con la prolungata postura assisa tipica dei conducenti di automezzi e veicoli. Una elevata pressione intra-addominale indotta dalle vibrazioni sembra anche poter avere un ruolo nel meccanismo patogenetico delle affezioni emorroidarie.

EFFETTI COCLEO-VESTIBOLARI

Una prolungata esposizione a vibrazioni meccaniche sembra poter aggravare l'ipoacusia provocata dal rumore. L'esposizione combinata a vibrazioni e rumore sembra causare uno spostamento temporaneo della soglia uditiva alle alte frequenze (6-10 kHz) maggiore di quello provocato dall'esposizione al solo rumore. Il meccanismo patogenetico di tale effetto sinergico sull'organo dell'udito non è stato ancora chiarito. Una iporeflettività vestibolare ed una più elevata prevalenza di turbe dell'equilibrio sono state descritte in lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero, ma il significato di un'associazione tra vibrazioni e disturbi vestibolari è dubbio.

RISCHI INDIRETTI

Le vibrazioni meccaniche trasmesse per via strutturale dal macchinario vibrante possono produrre i seguenti effetti di tipo indiretto:

- a. compromettere la stabilità delle strutture o la buona tenuta delle giunzioni.
- b. pregiudicare il corretto funzionamento di macchinari ed impianti
- c. compromettere il corretto espletamento di compiti lavorativi a causa delle vibrazioni indotte sul piano di lavoro o nell'area di lavoro interessati dalle vibrazioni.

A.2 Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV) e/o al corpo intero (WBV)?

I valori di azione e i valori limite prescritti dal D.lgvo 81/08 Titolo VIII Capo III non sono in genere idonei a tutelare lavoratori in condizioni di particolare suscettibilità individuale agli effetti dell'esposizione a vibrazioni meccaniche

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio da vibrazioni, citati all'art. 202, comma 5, lettera c) del D.Lgs. 81/2008 come soggetti di cui tener conto ai fini della valutazione specifica sono:

- minori (L. 977/67 e s.m.i.)
- le lavoratrici in gravidanza, post gravidanza e in allattamento (D.Lgs. 151/2001);
- lavoratori affetti da patologie, disturbi o condizioni patologiche anche temporanei, o sottoposti a terapie oppure portatori di condizioni di ipersuscettibilità individuale.

Tra queste si segnalano:

Soggetti portatori di protesi esterne o interne (eccetto protesi dentarie) es.: viti, placche, protesi colonna vertebrale etc.

Soggetti portatori di pacemaker o dispositivi elettronici impiantati; (le vibrazioni soprattutto se a carattere impulsivo possono creare malfunzionamenti di detti dispositivi).

Persone affette da patologie o disturbi degli apparati cardiovascolare, neurologico e muscolo-scheletrico che possono essere aggravati dall'esposizione a vibrazioni mano-braccio (Vedi FAQ A.1).

Persone affette da patologie o disturbi degli apparati cardiovascolare, neurologico e muscolo-scheletrico che possono essere aggravati dall'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero (Vedi FAQ A.1).

Persone sottoposte a recente intervento chirurgico di qualsiasi tipo.

Assunzione di farmaci con effetti cardiocircolatori o neurologici avversi.

Abitudine e/o abuso di sostanze voluttuarie (fumo, alcool, stupefacenti).

Sindromi metaboliche, obesità o soggetti in sovrappeso severo.

Grave miopia, in relazione al possibile distacco retinico in presenza di WBV impulsive o impatti ripetuti. E' da tener presente ai fini della valutazione del rischio specifico che la frequenza di risonanza del bulbo oculare dell'essere umano è compresa tra 20 e 25 Hz con un fattore di amplificazione del movimento del bulbo oculare intorno a 1.23.

Il personale qualificato che effettua la valutazione indicherà, in collaborazione con il medico competente, l'esigenza delle particolari tutele previste dalle normative o dalla letteratura rispetto ai gruppi di lavoratori particolarmente sensibili.

E' invece compito esclusivo del medico competente, attraverso l'espressione del giudizio di idoneità alla mansione specifica, indicare le particolari e specifiche misure di tutela per i singoli lavoratori risultati a visita medica ipersensibili al rischio.

Sarà infine compito e cura del DL prevedere una formazione aziendale, di concerto con il MC, in merito alle condizioni di suscettibilità individuale ed ai fattori che incrementano il rischio espositivo individuale, al fine di rendere tutte le lavoratrici ed i lavoratori capaci di riconoscere l'eventuale insorgenza nel tempo di una condizione di suscettibilità individuale e poter attuare le misure di tutela predisposte per i soggetti sensibili, di concerto con il medico competente.

A.3 È possibile verificare la sussistenza di controindicazioni specifiche all'esposizione a vibrazioni da parte del Datore di Lavoro senza ricorrere al Medico Competente?

L'individuazione di controindicazioni specifiche all'esposizione presuppone l'acquisizione/comunicazione di informazioni sullo stato di salute del lavoratore.

L'unica figura professionale abilitata all'acquisizione, valutazione e custodia di tali informazioni di natura sensibile, è quella del medico, nello specifico del Medico Competente. Il principio è lo stesso, sia che il lavoratore risulti inquadrato in un programma di sorveglianza sanitaria esistente, sia che il lavoratore, reso edotto da adeguata informazione/formazione, comunichi informazioni, riguardanti il proprio stato di salute, a suo avviso rilevanti ai fini del rischio per la salute e la sicurezza, in relazione alla mansione svolta e al

contesto lavorativo ovvero, a maggior ragione, chiedi la visita medica ai sensi degli artt. 41 e 211 del D.Lgs. 81/2008.

Nei casi in cui, il datore di lavoro, o i dirigenti da esso delegati, non siano soggetti all'obbligo di nomina del Medico Competente, perché non esistono, in azienda, soggetti esposti a vibrazioni meccaniche per valori superiori ai Valori di Azione, di cui all'art. 201, del D.Lgs. 81/2008, e, non vi sono altri rischi per la salute dei lavoratori, per cui vi sia l'obbligo di sorveglianza sanitaria dei lavoratori, è opportuno, comunque, che il datore di lavoro, in caso di istanza motivata del lavoratore stesso, si attivi, ai sensi dell'art. 18, comma 1, lett. c) dello stesso decreto, ai fini di far valutare la compatibilità dello stato di salute del lavoratore con i compiti svolti, esclusivamente con le modalità previste dall'articolo 5, della Legge 300/1970

A.4 Quali misure specifiche di tutela possono essere applicate per la donna in gravidanza o per altri soggetti particolarmente sensibili esposti per motivi professionali a vibrazioni meccaniche?

Ai sensi del combinato disposto dell'art.11 del D.Lgs. 151/2001 e s.m.i. e dell'Allegato C, del medesimo decreto, nonché dell'art. 183, del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., il Datore di Lavoro (DL), nell'ambito della valutazione generale del rischio da esposizione a vibrazioni meccaniche, valuta se, per le condizioni in cui il lavoro viene svolto, possa esistere, per le lavoratrici gestanti, il rischio di lesioni al feto ovvero di distacco della placenta. Sebbene le evidenze epidemiologiche per l'occorrenza di tali effetti avversi non siano conclusive (vedi FAQ A.1), tuttavia qualora si verificasse la sussistenza del rischio specifico, il DL adotta misure specifiche di riduzione del rischio, di tipo tecnico, organizzativo, procedurale, in particolare, tramite lo spostamento ad altra mansione ovvero la riduzione dell'orario di lavoro, con l'obiettivo tendenziale di ridurre l'esposizione a vibrazioni, per la lavoratrice gravida, a valori trascurabili, nel rispetto di eventuali prescrizioni del Medico Competente, ove nominato.

In riferimento ai lavoratori minori, di cui al D.Lgs. 345/1999, ferme restando le procedure poste, per *"i lavori con impieghi di martelli pneumatici, mole ad albero flessibile e altri strumenti vibranti, uso di pistole fissa chiodi"*, ai sensi dell'art. 183, del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., il DL, nell'ambito della valutazione generale del rischio da esposizione a vibrazioni meccaniche, valuta e riduce al minimo, con misure di tipo tecnico, organizzativo e procedurale, come la riduzione del tempo di esposizione alle vibrazioni del minore, nel rispetto di eventuali prescrizioni del Medico Competente, ove nominato.

In riferimento agli altri soggetti particolarmente sensibili (cfr. FAQ A.2) il DL dovrà condurre, di concerto con il MC o con il medico curante, una valutazione specifica del rischio, con l'obiettivo di ridurlo, mettendo in atto le opportune misure di tipo tecnico, organizzativo, e procedurale, da adattarsi al caso specifico.

Si fa presente al riguardo che la mera riduzione dei valori espositivi A8 a valori inferiori ai valori di azione prescritti dal D.lgvo 81/08 Titolo VIII Capo III non è di per sé sufficiente a poter ritenere "trascurabile" il rischio da esposizione a

vibrazioni per i soggetti sensibili. E' in genere necessario valutare attentamente la riduzione dell'esposizione a urti ripetuti o impatti singoli, nonché gli altri importanti co-fattori di rischio quali posture, sforzi etc. (vedi FAQ C.3)

A.5 In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?

All'art. 204 comma 1 del D.Lgs. 81/2008 viene specificato che i lavoratori esposti a livelli di vibrazioni superiori ai valori d'azione sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria. La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza dei lavoratori in funzione della valutazione del rischio.

A.6 Quando è opportuno estendere la sorveglianza sanitaria per esposizioni inferiori valori di azione?

All'art. 204 comma 2 del D.Lgs. 81/2008 viene specificato che i lavoratori esposti a vibrazioni meccaniche a livelli inferiori a quelli di azione possono essere altresì sottoposti a sorveglianza sanitaria, a giudizio del medico competente, quando si verificano una o più delle seguenti condizioni, ovvero (i) che vi sia un probabile nesso causale tra l'esposizione a vibrazioni e la malattia o gli effetti nocivi, (ii) che gli effetti nocivi possano insorgere nelle specifiche condizioni di lavoro e (iii) che gli effetti nocivi possano essere individuati dalle tecniche sperimentate esistenti.

In tal modo viene resa possibile al medico competente l'attuazione di accertamenti sanitari mirati nei confronti dei lavoratori esposti a vibrazioni anche al di sotto dei valori di azione, tipicamente in presenza di soggetti particolarmente sensibili (FAQ A.2), oppure in presenza di rilevanti co-fattori di rischio espositivo, di cui alla lettera h) del comma 5 dell'art.202 del D.Lgs. 81/2008, ossia che espongono a basse temperature, al bagnato, all'elevata umidità o al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide, o ancora in presenza di esposizione a singoli impatti o urti ripetuti di elevata intensità

SEZIONE B

METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DELLE VIBRAZIONI

B.1 Quali norme tecniche per la misura dell'esposizione a vibrazioni?

Le norme tecniche di riferimento per la valutazione del rischio espositivo a vibrazioni meccaniche ed il confronto con i VA/VLE prescritti dal D.lgvo 81/08 sono le seguenti:

- a) per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV):
 - UNI EN ISO 5349-1 "Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 1: Requisiti generali";
 - UNI EN ISO 5349-2 "Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro".
- b) per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV):

UNI ISO 2631-1 "Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali".

B.2 Quale strumentazione dev'essere utilizzata per le misurazioni e quali requisiti deve rispettare?

La norma UNI EN ISO 8041-1 "Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale" indica i requisiti e i limiti di accuratezza della strumentazione per la misurazione delle vibrazioni utilizzata per la quantificazione della risposta degli esseri umani alle vibrazioni. La strumentazione, specificata dalla norma, si applica per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (UNI EN ISO 5349-1), le vibrazioni trasmesse al corpo intero (UNI 9614, ISO 2631-1, ISO 2631-2, ISO 2631-4) e le vibrazioni a bassa frequenza (da 0,1 Hz a 0,5 Hz) trasmesse al corpo intero (ISO 2631-1).

La strumentazione di misura utilizzata deve essere calibrata prima e dopo ogni serie di misure.

B.3 Con quale periodicità deve essere tarata la strumentazione di misura?

Per poter garantire la necessaria riferibilità metrologica ed il mantenimento dei requisiti di accuratezza richiesti (FAQ B.2), la strumentazione utilizzata deve essere fornita, all'atto dell'acquisto, di certificato di taratura rilasciato dal costruttore o da centro di taratura che garantisca la riferibilità ai campioni nazionali (LAT - Laboratori di Taratura accreditati da ACCREDIA) o internazionali (ad esempio accreditamento UKAS in Gran Bretagna, ÖKD in Austria etc.) accreditati in ambito ILAC). Il certificato di taratura deve essere sempre oggetto di valutazione da parte del personale esperto incaricato della misura, al fine di verificare se e in che misura gli strumenti di misura utilizzati siano adeguati ai livelli di accuratezza richiesti dalla valutazione di cui è responsabile.

La strumentazione deve essere periodicamente sottoposta a taratura presso laboratori di taratura accreditati, come precedentemente specificato, per garantire il permanere nel tempo dei requisiti metrologici certificati all'atto dell'acquisto e garantiti dal costruttore.

La periodicità di taratura della strumentazione dei parametri di misura dei rischi da agenti fisici non è definita da norme specifiche, salvo rare eccezioni (rischio rumore). Ai sensi delle norme ISO 9001 e ISO 17025, essa deve essere definita in primo luogo dall'utilizzatore dello strumento che, in quanto persona esperta (art. 181 D.lgvo 81/08), si assume la responsabilità dell'utilizzo dello strumento ai fini della corretta valutazione del rischio e decide con quale frequenza tarare lo strumento. Per decidere tale periodicità il valutatore deve basarsi su alcuni elementi. Il principale riguarda l'informazione fornita in merito dal costruttore dell'apparecchio. Le caratteristiche tecniche degli strumenti di misura, che includono i requisiti metrologici, vengono dichiarate dal costruttore dell'apparecchio sui cataloghi e/o manuali di istruzioni. Nel caso dei più diffusi strumenti utilizzati per la valutazione delle vibrazioni in igiene industriale, la periodicità richiesta dai produttori ai fini della taratura è tipicamente biennale. Ciò significa che, se lo strumento viene utilizzato nelle condizioni standard definite dal produttore, viene garantito il livello di accuratezza dichiarato nel certificato per due anni.

E' comunque facoltà dell' utilizzatore accorciare (o allungare) la periodicità di taratura, anche in relazione alle modalità di utilizzo, alle condizioni e criticità di impiego della strumentazione, agli esiti di confronti di misura con altri laboratori etc.

B.4 Come si tiene conto della variabilità della misura in relazione ai cicli di lavoro? Come devono essere scelti i cicli rappresentativi e che durata devono avere i campionamenti?

B.4.1 VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO BRACCIO

Ai fini di una corretta valutazione del rischio è necessario caratterizzare ciascuno dei cicli di lavoro in cui viene utilizzato il macchinario vibrante. Ciò implica che prima dell'effettuazione delle misure si analizzino attentamente tutti i cicli di lavoro in cui è usato il macchinario e le rispettive modalità operative. L'ampiezza delle vibrazioni dovrebbe essere mediata a seguito di campioni ripetuti su ciascuno dei periodi di uso normale del macchinario, o nei periodi di contatto con un manufatto in lavorazione. Le esposizioni alle vibrazioni in ciascun ciclo di lavoro sono spesso di breve durata e ripetute numerose volte durante una giornata lavorativa. Generalmente è consigliabile acquisire le misure sul breve periodo nel quale la mano è a contatto con la superficie vibrante. In numerose lavorazioni con macchinari vibranti l' utensile o il macchinario è spesso allontanato dal manufatto in lavorazione, per esempio quando si ripone l'utensile, quando si sposta la mano su una

parte differente della macchina utensile motorizzata, o si preleva un altro manufatto in lavorazione. In altre situazioni, è necessario apportare regolazioni o modifiche al macchinario in uso, per esempio, inserimento di differenti dispositivi abrasivi o punte per trapano o uso di macchine utensili motorizzate alternative. In questi casi le misurazioni a breve termine possono essere effettuate solo durante ciascuna fase dell'operazione di lavoro. Le accelerazioni così registrate saranno rappresentative delle fasi di lavoro in cui il macchinario è effettivamente impugnato dal lavoratore.

E' raccomandabile acquisire al meno tre campioni nelle stesse modalità espositive e ripetere il campionamento su almeno due diversi operatori. È improbabile che le misurazioni di brevissima durata (per esempio minori di 8s) siano affidabili, particolarmente nella misura di componenti a bassa frequenza, e dovrebbero essere evitate ove possibile. Dove le misurazioni di brevissima durata risultino inevitabili (per esempio, per certi tipi di molatrici da banco per le quali i tempi di contatto delle mani con la sorgente di vibrazioni possono essere brevissimi), è consigliabile prelevare un numero di campioni molto maggiore di tre per garantire un tempo totale di campionamento maggiore di 1 min.

La variabilità dell'esposizione a vibrazioni in ciascun ciclo sarà quantificata dalla deviazione standard ottenuta sulla serie di misure ripetute per ciascun ciclo.

Esempi di protocolli e schede tipo da utilizzarsi nell'acquisizione delle misure sono disponibili sul Portale Agenti Fisici alla sezione Documentazione per la fornitura dei dati.

B.4.2 VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO WBV

L'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo WBV nel corso delle lavorazioni può variare in maniera rilevante in relazione ai seguenti principali fattori:

- velocità di avanzamento del mezzo;
- caratteristiche del fondo stradale;
- tipologia di accessori utilizzati.

Pertanto prima di effettuare le misure andrà effettuata sempre un'attenta analisi dei cicli di lavoro in relazione alle diverse combinazioni dei sopracitati fattori in essi riscontrabili, mediante osservazione diretta delle lavorazioni effettuate.

In particolare andranno valutate, per ciascuna delle lavorazioni oggetto di valutazione:

- accessori utilizzati;
- condizioni tipiche del fondo stradale;

- velocità di avanzamento in ciascuna condizione.

Si raccomanda di effettuare le misure separatamente per ciascuno dei cicli omogenei in relazione ai parametri sopracitati, per poi calcolare il valore A8 valutando le durate espositive giornaliere associate a ciascun ciclo omogeneo.

Esempio: Misura Trattore gommato con rimorchio

Misura 1: Trattore con rimorchio: trasporti su strada sterrata con buche

Misura 2: Trattore con rimorchio: movimentazione su piazzale asfaltato

Misura 3: Trattore con rimorchio: trasporti strada sterrata con buche e sassi

Nelle misure vanno sempre escluse le condizioni in cui il mezzo sia fermo (pause intrinseche della lavorazione, semafori etc.). Le durate delle interruzioni dell'esposizione potranno essere opportunamente considerate nella stima della durata espositiva relativa a ciascuna condizione ai fini del calcolo del valore A8.

In tal modo le misure saranno utilizzabili ai fini della corretta stima di A8
- attribuendo le durate espositive appropriate a ciascuna delle condizioni
- e sarà possibile individuare le appropriate misure di tutela nelle condizioni maggiormente critiche.

In ciascuna delle condizioni operative omogenee precedentemente descritte si raccomanda che, nei limiti del possibile, le misurazioni siano effettuate per periodi di almeno 20 minuti; laddove non fosse possibile rispettare tale durata, i periodi di misurazione non devono essere inferiori a tre minuti e, se possibile, andranno ripetuti fino ad ottenere un tempo di misura complessivo di almeno 20 minuti (per ulteriori informazioni vedasi la norma EN 14253).

E' raccomandabile ripetere il campionamento su almeno due diversi operatori.

B.5 Cosa significa quanto indicato all'art. 202 comma 2 che "la misurazione...resta comunque il metodo di riferimento" per la determinazione dei livelli di esposizione

La misurazione dei valori di accelerazione ai fini della valutazione del rischio vibrazioni va eseguita in tutti quei casi in cui non sia possibile utilizzare i dati reperibili nella BDV del Portale Agenti Fisici o i dati di emissione forniti dai produttori ai fini di una corretta prevenzione del rischio vibrazioni per la lavorazione in esame. Può in genere rendersi necessaria l'effettuazione di misurazioni ai fini della valutazione specifica del rischio per soggetti sensibili (FAQ A.2), che includa ulteriori parametri valutativi rispetto ad A8, o in fase di

collaudo di nuovi macchinari, al fine di verificarne la rispondenza alle specifiche di vibrazioni richieste in sede di capitolato, o a seguito di importanti modifiche apportate al macchinario che possano avere influito sulle vibrazioni trasmesse dal macchinario (es.: sedili, ammortizzatori, attrezzi di lavoro collegati etc.) e per ridefinire l'appropriata programmazione delle attività manutentive.

Viceversa qualora le misure siano richieste ai fini della ricostruzione dell'effettivo rischio espositivo a cui è sottoposto il lavoratore in sede di vigilanza o riconoscimento di malattia professionale, è indispensabile che le misure siano condotte su macchinari rispondenti alle reali condizioni di impiego da parte del lavoratore in azienda, senza effettuare alcun intervento nel corso dell'effettuazione delle misure, e prendendo atto delle condizioni di manutenzione o regolazione in essere all'atto delle misure, ovvero rispondenti alle effettive condizioni di impiego da parte del lavoratore in esame. In tali condizioni le misurazioni costituiscono il "metodo di riferimento", e possono essere considerate rappresentative dell'esposizione dei lavoratori, anche in caso di contenzioso.

B 5.1 Secondo quali criteri di accettabilità devono essere effettuate le misure ai fini della valutazione del rischio?

Per le stime di rischio effettuate mediante misurazione in campo, fermo restando che esse vanno effettuate da personale qualificato con attrezzature e metodologie adeguate, si ricorda che queste devono essere rappresentative delle differenti condizioni di impiego del macchinario ipotizzabili e dei diversi cicli di lavoro, al fine di poter individuare le appropriate misure di tutela per ciascun ciclo o modalità espositiva, indipendentemente dalla condizione che verrà poi assunta ai fini dell'attribuzione della pertinente fascia di rischio mediante il descrittore A8 (C.10).

Le misure ai fini della valutazione del rischio ai sensi del D.lgs 81/08 Titolo VIII Capo III vanno effettuate sempre su macchinari in buone condizioni di manutenzione, essendo l'effettuazione di una corretta manutenzione del macchinario condizione imprescindibile ai fini della valutazione del rischio.

I risultati delle misure andrebbero sempre confrontati con i dati di emissione forniti dal fabbricante e con i dati presenti in banca dati vibrazioni del Portale Agenti Fisici per macchinari di simile tipologia. Considerato che la finalità principale della valutazione del rischio è la riduzione dello stesso, qualora dai risultati delle misure dovesse emergere che i livelli espositivi siano in eccesso rispetto alle vibrazioni dichiarate dal costruttore o presenti in banca dati vibrazioni del Portale Agenti Fisici per analoghi macchinari, sarà indispensabile valutare i motivi di tale discrepanza, e se gli stessi siano riconducibili a carenze nelle condizioni di manutenzione o impiego del macchinario. In tal caso si dovrà procedere alla appropriata regolazione o revisione del macchinario e prevedere di ripetere la misura solo una volta che il macchinario si usi nelle condizioni appropriate. E' questo il caso ad esempio di mezzi

con sedili non regolati in maniera appropriata in relazione al peso del conducente. Le misure vanno effettuate con sedili in buone condizioni manutentive e regolati in maniera appropriata in relazione al peso ed all'altezza del conducente, che dovrà essere adeguatamente formato sulle corrette modalità di regolazione del sedile.

Anche qualora i valori di misura siano significativamente inferiori ai valori dichiarati dal costruttore o riportati in banca dati, è necessario valutare le cause delle differenze riscontrate, soprattutto ai fini di verificare la correttezza delle misure effettuate.

La relazione tecnica a supporto della valutazione del rischio dovrà sempre dettagliare sia le condizioni di impiego del macchinario, sia le condizioni manutentive del parco macchine verificate nel corso delle misurazioni e specificare quali protocolli siano in essere o siano stati predisposti per garantire il mantenimento delle vibrazioni ai livelli riscontrati all'atto delle misure.(C.1;C12).

Si ricorda infine che la sola misurazione dell'esposizione, per quanto accurata e precisa, non è di per sé un indicatore esaustivo del rischio vibrazioni, in quanto, ai fini della valutazione del rischio, è sempre necessario prendere in esame altri importanti fattori, quali posture e modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 comma 5 del D.Lgs. 81/2008, che richiedono un'attenta analisi delle condizioni di lavoro. (VEDI FAQ C.1; C.12).

B.6 Esistono dosimetri per vibrazioni? Come e quando vanno utilizzati?

Si, esistono in commercio sia dosimetri per vibrazioni HAV che per vibrazioni WBV. Devono essere conformi alla ISO 8041-2, calibrati prima e dopo le misure come previsto dalla ISO 8041-2, e tarati biennialmente da un centro LAT (Laboratorio di Taratura, accreditato da ACCREDIA) o EA (European Cooperation for Accreditation).

L'accelerometro deve essere posizionato tra la superficie della mano del lavoratore e l'utensile vibrante (HAV) e/o tra la superficie dei glutei e il sedile (WBV). Dopo aver istruito l'operatore alla corretta vestizione e utilizzo del dosimetro, la misura deve essere presenciata dal tecnico per evitare artefatti o errori sistematici. In alternativa, si possono utilizzare dosimetri dotati di registrazione della time history dell'accelerazione istantanea e di sensore di forza (HAV) o peso (WBV).

L'utilizzo ottimale dei dosimetri è nei casi in cui non è possibile effettuare la misura da parte del tecnico stando vicino all'operatore e seguirlo durante il lavoro (ad esempio l'addetto alla guida di una pala meccanica). I dosimetri di ultima generazione hanno prestazioni paragonabili ai normali vibrometri, e consentono quindi di effettuare misure in tutte le situazioni lavorative.

Le misure non presidiate devono essere sottoposte sempre a rigoroso controllo di qualità, in quanto possono essere affette da artefatti dovuti a spostamenti o movimenti dell'operatore che comportano errori spesso

irreversibili nei risultati delle rilevazioni. E' raccomandato registrare l'andamento nel tempo del segnale ed usare ulteriori dispositivi di controllo, quali ad esempio telecamere o accelerometri di riferimento, che consentano il monitoraggio delle condizioni di misura, da prendere in esame in fase di post elaborazione del dato, al fine di valutare la presenza di artefatti da movimenti o eventi spuri al fenomeno vibratorio da analizzare.

B.7 Come si stima l'incertezza di misura?

L'incertezza della valutazione dell'esposizione alle vibrazioni dipende da molti fattori (vedasi al riguardo la norma EN 14253), tra i quali i principali sono:

- l'incertezza legata allo strumento/alla calibrazione,
- fattore umano (ad esempio, esperienza, metodo di lavoro etc.),
- la variabilità dei compiti lavorativi/ fattori ambientali
- le variazioni nelle condizioni del macchinario

L'appendice F della Linea Guida INAIL Valutazione del Rischio Vibrazioni, contiene una metodica utilizzabile per stimare i quattro contributi all'incertezza sull'esposizione professionale a vibrazioni (U) e le relative metodologie di calcolo:

1. l'incertezza associata al campionamento (U_C);
2. l'incertezza associata alle caratteristiche della strumentazione utilizzata (U_S);
3. l'incertezza associata al posizionamento e all'orientamento del sensore, e all'accoppiamento con il macchinario (U_L);
4. l'incertezza associata alla stima del tempo di esposizione (U_T).

E' da tener presente che le incertezze di misura nella stima dell'A(8) e del VDV possono essere dell'ordine del 20%- 40%.

Qualora le misure non siano effettuate tenendo sotto controllo i parametri descritti alla B.4 l'incertezza della valutazione dell'esposizione giornaliera può risultare molto maggiore.

B.8 Come tenere conto dell'incertezza di misura nel confronto con i differenti valori limite?

A differenza di quanto previsto per la valutazione del rischio rumore, nel Capo III non è esplicitamente richiesto al datore di lavoro di "tenere conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica".

In ambito prevenzionistico l'informazione sull'incertezza tuttavia rappresenta un elemento importante nel perseguire l'identificazione della corretta fascia di rischio dei lavoratori allo scopo di mettere in atto le adeguate misure di prevenzione del rischio e protezione degli esposti.

A fini prevenzionistici e per l'attuazione delle misure di tutela, l'incertezza va sommata al descrittore:

- A(8) per confrontarsi con valori d'azione e valori limite riferiti all'esposizione giornaliera;

- a_w o a_{hv} per confrontarsi con i valori limite su periodi brevi relativi all'emissione vibratoria del macchinario o dell'attrezzatura. (B.9)

B.9 Cosa si intende per "valori limite di esposizione su periodi brevi" di cui all'art. 201 del D.Lgs. 81/2008 e quali criteri vanno utilizzati ai fini del confronto con detti valori limite?

I valori limite di esposizione su periodi brevi (a_{wrms} 20 m/s² per il manobraccio: HAV e a_{wrms} 1,5 m/s² per il corpo intero: WBV) sono valori che puntano a ridurre traumi acuti e rischi di infortunio associati all'esposizione e sono desunti dalle prime versioni della direttiva comunitaria sulla esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (le proposte di Direttiva 93/C77/02 e 94/C230/03). Per quanto affermato dalle suddette direttive e dalle norme tecniche di riferimento i valori limite di esposizione su periodi brevi sono espressi in termini di valori r.m.s.

La verifica del rispetto dei valori limite di esposizione su periodi brevi va pertanto effettuata mediante misurazioni del valore r.m.s. dell'accelerazione ponderata in frequenza con rilievi eseguiti nelle condizioni operative che determinano la massima esposizione nel ciclo di lavoro; la durata di acquisizione del segnale (r.m.s.) deve essere appropriata tenendo conto dell'incertezza di misura (FAQ B.5; B.8).

Pertanto, ai fini del confronto con i valori limite su periodi brevi, nel caso delle misure HAV è raccomandabile che la durata complessiva di acquisizione del segnale r.m.s. non sia inferiore ad 1 minuto. È improbabile che le misurazioni di brevissima durata (per esempio durate minori di 8 s) siano affidabili, particolarmente nella misura di componenti a bassa frequenza, e dovrebbero essere evitate ove possibile. Dove le misurazioni di brevissima durata risultino inevitabili, è consigliabile prelevare un congruo numero di campioni per garantire un tempo totale di campionamento almeno di 1 minuto (FAQ B.5). Nel caso delle misure WBV la durata complessiva del campionamento ai fini del confronto con i VLE su tempi brevi (1,5 m/s²) dovrebbe essere compresa tra 3 e 5 minuti.

Ai fini del confronto con i VLE su tempi brevi è anche possibile utilizzare i valori di emissione di vibrazioni dichiarati dal fabbricante delle attrezzature di lavoro ai sensi delle pertinenti direttive comunitarie.

Qualora dai dati di emissione dichiarati dal fabbricante o dalle misure emerga il superamento dei *VLE su periodi brevi* si dovrà ricorrere a modalità alternative di lavorazione o a soluzioni tecnologiche (attrezzature di lavoro) concretamente (tecnicamente) disponibili sul mercato che producano il minore livello possibile di vibrazioni. Macchinari che presentino valori di emissione superiori ai VLE su tempi brevi non possono essere utilizzati anche in lavorazioni che comportino brevi durate espositive.

SEZIONE C

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

C.1 In quali situazioni lavorative è sempre necessario procedere ad una valutazione dettagliata del rischio vibrazioni?

Il rischio da esposizione a vibrazioni al sistema mano-braccio è generalmente causato da lavorazioni che comportino il contatto delle mani con l'impugnatura di utensili manuali o di macchinari condotti a mano, o con pezzi in lavorazione mediante macchinari vibranti.

In Tabella C.1a si fornisce un elenco non esaustivo di tipici macchinari che *espongono a vibrazioni M/B*

Tabella 1 - Esempi di sorgenti di rischio di esposizione a vibrazioni del sistema mano-braccio

Tipologia di utensile	Principali lavorazioni
Utensili di tipo percussorio	
Scalpellatori e Scrostatori - Martelli rivettatori	Scalpellatura, pulitura, scanalatura, lapidei, sbavatura di fusioni, rimozioni di ruggini e vernici. Rivettatura.
Martelli Perforatori da 2 a 10 Kg - elettrici, idraulici, pneumatici	Edilizia - lavorazioni lapidei
Martelli Demolitori e Picconatori	Edilizia - estrazione lapidei
Trapani a percussione	Metalmeccanica
Avvitatori ad impulso	Metalmeccanica, Autocarrozzerie
Martelli Sabbiatori	Fonderie - metalmeccanica
Cesoie e Roditrici per metalli	Metalmeccanica
Martelli piccoli scrostatori	Lavorazioni artistiche e finitura lapidei, sbavatura di fusioni
Utensili di tipo rotativo	
Levigatrici orbitali e roto-orbitali	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Seghe circolari e seghetti alternativi	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Angolari e Assiali	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Diritte per lavori leggeri	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Motoseghe	Lavorazioni agricolo-forestali
Decespugliatori	Manutenzione aree verdi
Altri macchinari	
Tagliaerba	Manutenzione aree verdi
Motocoltivatori	Lavorazioni agricolo-forestali
Chiodatrici	Palletts, legno
Compattatori vibro-cemento	Produzione vibrati in cemento
Limatrici rotative ad asse flessibile	Metalmeccanica - Lavorazioni artistiche: Sbavatura - finitura
Manubri di motociclette ed altri veicoli	Trasporti
Cubettatrici	Lavorazioni lapidei (porfido)
Ribattitrici	Calzaturifici
Altri macchinari a colonna	
Trapani da dentista	Odontoiatria

In Tabella C.1.B si indicano i quesiti per decidere se il rischio vibrazioni M/B necessita o meno di un approfondimento valutativo

TABELLA 1.B - Quesiti per decidere se il rischio vibrazioni M/B necessita di approfondimento di valutazione

Una o più risposte affermative implicano l'esigenza di valutare in dettaglio il rischio, predisporre ed attuare idonee misure di tutela in relazione al rischio vibrazioni M/B
Si effettuano lavorazioni che prevedono l'uso di macchinari vibranti (vedi Tab. C.1A) ?
Il rischio vibrazioni M/B è segnalato nei manuali di istruzioni ed uso dei macchinari in uso?
Sono usati macchinari che causano formicolio alle mani dopo l'impiego?
Ci sono già state segnalazioni da parte dei lavoratori di sintomi associabili alla sindrome da vibrazioni mano-braccio?

In Tabella C.2-a si fornisce un elenco non esaustivo di tipici macchinari che espongono a vibrazioni WBV

Tabella C.2-a - Esempi di sorgenti di rischio di esposizione a vibrazioni del corpo intero

Macchinario	Principali settori di impiego
Ruspe, pale meccaniche, escavatori	Edilizia, lapidei, agricoltura
Perforatori	Lapidei, cantieristica
Trattori, Mietitrebbiatrici	Agricoltura
Carrelli elevatori	Cantieristica, movim. industriale
Trattori a ralla	Cantieristica, movim. industriale
Camion, autobus	Trasporti, servizi spedizioni etc.
Motoscafi, gommoni, imbarcazioni	Trasporti, marittimo
Trasporti su rotaia	Trasporti, movimentazione industriale
Elicotteri	Protez.civile, Pubblica sicurezza, sanità etc.
Motociclette, ciclomotori	Pubblica sicurezza, servizi postali, etc.
Autogru, gru	Cantieristica, movim. industr.
Piattaforme vibranti	Vibrati in cemento, varie industriali
Autoambulanze	Sanità

In Tabella C.2.B si indicano alcuni quesiti per decidere se il rischio vibrazioni WBV necessita o meno di un approfondimento valutativo. Una o più risposte affermative implicano l'esigenza di valutare in dettaglio il rischio inerente lo specifico quesito ed attuare idonee misure di tutela per ridurre e tenere sotto controllo il rischio rilevato.

Tabella C.2.B – Quesiti per decidere se il rischio vibrazioni WBV necessita di approfondimento di valutazione

Sono utilizzati veicoli fuoristrada?

Hanno maggiori probabilità di essere esposti a elevati livelli di vibrazione al corpo intero coloro che, nello svolgere il loro lavoro, guidano veicoli su percorsi accidentati, ad esempio veicoli fuoristrada quali trattori, quad e autocarri a cassone ribaltabile.

Sono utilizzati mezzi o macchinari che espongono a vibrazioni (Tabella C.2-a)?

I fattori che determinano l'esposizione giornaliera a vibrazioni sono l'entità (livello) delle vibrazioni e la durata dell'esposizione. Quanto più si protrae l'esposizione, tanto maggiore sarà il rischio associato all'esposizione alle vibrazioni.

Sono utilizzati mezzi non progettati per circolare su quel tipo di fondo stradale?

Alcuni veicoli industriali, come i carrelli elevatori, sono privi di sospensione delle ruote e, per dar loro la stabilità necessaria per lavorare in sicurezza, sono montati su pneumatici pieni. Se circolano su superfici lisce e regolari il livello di vibrazioni trasmesse al corpo intero non è di solito elevato. Tuttavia, se azionati su superfici inadatte (ad esempio, un carrello elevatore, adibito all'uso interno in un magazzino, è utilizzato, invece, sul piazzale di carico esterno), possono trasmettere elevati livelli di vibrazioni a tutto il corpo.

Sono utilizzati mezzi su fondi stradali in cattivo stato di manutenzione?

La maggior parte dei veicoli su strada produce vibrazioni a corpo intero di livello piuttosto basso a condizione che il rivestimento stradale sia mantenuto in buono stato. È in genere poco probabile che automobili, furgoni e camion dotati di moderne cabine ammortizzate presentino rischi di vibrazioni al corpo intero se circolano su strade soggette a regolare manutenzione. Tuttavia, i veicoli con sospensioni meno efficaci, come i camion a telaio rigido, possono generare elevati livelli di vibrazione al corpo intero, soprattutto se circolano su fondi stradali in cattivo stato o quando non sono carichi.

Le lavorazioni espongono a urti o scossoni?

L'esposizione ad impatti o urti ripetuti è uno dei maggiori fattori di rischio associato all'esposizione a vibrazioni. Elevati impatti possono essere provocati da fondi stradali in cattivo stato, dalla guida a velocità eccessiva per il tipo di fondo stradale o da una regolazione sbagliata della sospensione del sedile. Alcuni veicoli con carichi molto pesanti possono provocare scossoni e sobbalzi per il conducente in caso di frenate brusche. A bordo di mezzi su rotaia possono presentarsi urti ripetuti nel caso di scambi di binario. Gli impatti possono causare sobbalzi che - se di elevata intensità - possono causare la perdita di contatto del corpo del conducente con il sedile di guida.

La cabina di guida costringe ad assumere posizioni scorrette ?

Un assetto inadeguato della cabina o una scarsa visibilità possono costringere l'operatore a tensioni o torsioni o all'assunzione di posizioni forzate per lunghi periodi. La scarsa ergonomia, da sola o associata all'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero, può dar luogo a disturbi dorsali o ad altre affezioni osteomuscolari.

Sono segnalati disturbi dorso-lombari o condizioni di suscettibilità individuale da parte dei lavoratori?

L'esistenza di condizioni di suscettibilità individuale implica la necessità di ricercare una soluzione adeguata al problema dei rischi ergonomici e dell'esposizione alle vibrazioni.

C. 2 Quali criteri per la valutazione del rischio?

Ai sensi dell'art. 202 del D.Lgs. 81/2008 la valutazione del rischio vibrazioni deve prendere in esame sempre tutti seguenti fattori:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- c) gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio (cfr. C.10);
- d) gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature (cfr. FAQ C.14);
- e) le informazioni fornite dal costruttore dell'apparecchiatura ai sensi della Direttiva Macchine; (
- f) l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione a vibrazioni meccaniche; (D.6)
- h) condizioni di lavoro particolari come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide (cfr. FAQ C.1).

La tabella C.2 .1 riporta una lista di riscontro per valutare se e in che misura il rischio vibrazioni presente in azienda sia tenuto opportunamente sotto controllo e prevenuto secondo quanto prescritto dalla normativa . Qualora si riscontri un No, andranno predisposte ed attuate misure di tutela idonee in risposta al requisito richiesto.

Tabella C.2.1 Tabella di riscontro per la valutazione del rischio vibrazioni

Livello espositivo	Domanda	SI/NO
a) Qualsiasi livello espositivo (inferiore o superiore ai valori di azione/limite)	E' disponibile l'elenco di tutti i macchinari che espongono a vibrazioni? E' disponibile il manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario? Contiene le informazioni inerenti l'esposizione a vibrazioni? Esiste ed è attuata una procedura di manutenzione mirata al controllo rischio vibrazioni (tenuto conto anche di quanto scritto nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario) Le procedure aziendali prevedono che nell'acquisto di nuovi macchinari si preveda di privilegiare macchinari a bassi livelli di vibrazioni a parità di prestazioni?	
	E' stata valutata la possibilità di utilizzare attrezzature o metodiche alternative per ridurre il rischio associato all'uso dei macchinari vibranti?	
	La lavorazione con ciascun macchinario avviene in posture di lavoro corrette e modalità operative ergonomiche?	
	Le condizioni di lavoro particolari come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità sono tenute adeguatamente sotto controllo ?	
	Qualora le vibrazioni interferiscano con le attività lavorative compromettendo sicurezza o prestazioni (es. a bordo di mezzi, piattaforme etc.) sono state messe in atto adeguate misure di tutela?	
	Sono state predisposte procedure ad hoc per la tutela dei soggetti che possano venirsi a trovare (o si trovino) in condizioni di suscettibilità individuale? E' stata valutata la necessità di predisporre misure di tutela specifiche per soggetti in condizioni di suscettibilità individuale?	

Livello espositivo	Domanda	SI/NO
b) Per valori espositivi superiori a valori di azione Oltre a quanto previsto al precedente punto a)	E' stata predisposta ed attuata formazione specifica sulle misure di tutela predisposte in azienda ai fini della riduzione del rischio vibrazioni?	
	E' stata valutata la possibilità di ridurre il rischio mediante accessori, guanti antivibranti, sedili etc.?	
	E' predisposta ed attuata la sorveglianza sanitaria specifica da parte del MC?	
	I risultati della sorveglianza sanitaria sono stati presi in esame ai fini della valutazione del rischio?	
c) Per valori superiori ai valori limite Oltre a quanto previsto al precedente punto b)	Sono state messe in atto misure immediate per riportare l'esposizione a valori inferiori ai VLE? Quali sono? Risultano efficaci?	

C.3 Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione" secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata

La "giustificazione" deve riportare le evidenze che tutti i fattori considerati dai punti a) - f) dell'art. 202 del D.Lgs. 81/2008 (vedi FAQ C.2) siano da considerarsi irrilevanti e che non siano da tenere sotto controllo con opportune misure tecniche organizzative o gestionali da adottare nel luogo di lavoro (Tab C.2.1) . Qualora si riscontri un "No" in risposta ad uno solo dei quesiti posti alla tabella C.2.1 , andranno predisposte ed attuate misure di tutela idonee in risposta al requisito richiesto, ed il rischio vibrazioni non potrà pertanto considerarsi "giustificabile"

Qualora non sia possibile escludere la presenza di un rischio di esposizione dei lavoratori in relazione ai sopracitati punti è necessario continuare il processo di valutazione del rischio secondo quanto previsto all'articolo 202 del D.Lgs. 81/2008, al fine di individuare le opportune misure di prevenzione che dovranno essere messe in atto per la riduzione e il controllo dello stesso.

In genere la "giustificazione " è praticabile per lavorazioni che non comportino l'impiego di macchinari che espongono a vibrazioni. (FAQ C.1).

Si ricorda che la condizione di esposizione giornaliera A8 inferiore al valore di azione non implica generalmente la condizione di "giustificabilità" del rischio vibrazioni.(FAQ C.2)

La "giustificazione" deve essere inserita nel Documento di Valutazione dei Rischi così come previsto dal comma 3 dell'articolo 181 del D.Lgs. 81/2008

C.4 E' sempre necessario effettuare misurazioni specifiche ai fini della valutazione del rischio vibrazioni?

La finalità principale della valutazione del rischio vibrazioni è l'individuazione delle appropriate misure da intraprendere per prevenire o controllare in maniera adeguata i rischi associati all'esposizione degli arti superiori e del corpo intero alle vibrazioni (FAQ A.1, A.2).

Infatti l'art. 202 del D.lgvo 81/08 "**valutazione dei rischi**" prescrive in merito al comma 1 che : *nell'ambito della valutazione dei rischi, il datore di lavoro valuta e, **quando necessario**, misura i livelli di vibrazioni meccaniche cui i lavoratori sono esposti.*"

Nel caso delle vibrazioni meccaniche è in genere possibile acquisire dati adeguati ai fini della valutazione dei rischi senza effettuare alcuna misurazione. Si specifica al riguardo che la misurazione delle vibrazioni sul posto di lavoro può essere complessa e costosa, e richiede sempre personale altamente specializzato. Il costo della misura è solo in minima parte imputabile al costo intrinseco dello strumento di misura, ma è dovuto soprattutto alla complessità dell'effettuazione delle misure in campo, che richiede in genere l'allestimento di campi prova ad hoc che consentano di effettuare misurazioni in condizioni simulate e controllate, evitando artefatti ed interferenze che tipicamente avvengono nel corso delle reali lavorazioni, nonché la ripetizione delle misurazioni in diverse modalità operative rappresentative dei diversi cicli di lavoro e delle diverse lavorazioni. (vedi FAQ B.4). Qualora ciò non sia realizzato le misure possono essere affette da incertezze elevate e non quantificabili, e soprattutto possono non essere significative ai fini della predisposizione di idonee misure di tutela.

L'art. 202 "*Valutazione dei rischi*" del D.Lgs. 81/08, al comma 2 recita al riguardo : "*Il livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche può essere valutato mediante l'osservazione delle condizioni di lavoro specifiche e il riferimento ad appropriate informazioni sulla probabile entità delle vibrazioni per le attrezzature o i tipi di attrezzature nelle particolari condizioni di uso reperibili presso banche dati dell'ISPESL (nd.r. leggasi INAIL) o delle regioni (n.d.r tali banche dati sono disponibili on line sul sito del Portale Agenti Fisici) o, in loro assenza, dalle informazioni fornite in materia dal costruttore delle attrezzature. Questa operazione va distinta dalla misurazione, che richiede l'impiego di attrezzature specifiche e di una metodologia appropriata e che resta comunque il metodo di riferimento.*"

La misurazione dei valori di accelerazione ai fini della valutazione del rischio vibrazioni va eseguita in tutti quei casi in cui non sia possibile utilizzare i dati reperibili nella BDV o i dati di emissione forniti dal produttore ai fini di una corretta prevenzione del rischio vibrazioni. Può in genere essere richiesta l'effettuazione di misurazioni ai fini della valutazione specifica del rischio richiesta dal MC per una specifica condizione di suscettibilità individuale, (FAQ A.2), o in fase di collaudo di nuovi macchinari, al fine di verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti in sede di capitolato, o a seguito di importanti modifiche apportate al macchinario che possano avere influito sulle vibrazioni

trasmesse dal macchinario (es.: sedili, ammortizzatori, attrezzi di lavoro collegati) e nel caso ridefinirne programmazione e specificità.

Le fonti utilizzabili per la valutazione del rischio sono dunque:

a) le banche dati vibrazioni INAIL e regioni, reperibili nel Portale Agenti Fisici (PAF) all'indirizzo <https://www.portaleagentifisici.it>, che contengono sia i dati misurati sul campo che i dati di certificazione dei costruttori di utensili che trasmettono vibrazioni al sistema mano-braccio (HAV) e macchine che trasmettono vibrazioni al corpo intero (WBV);

b) i dati di certificazione dei costruttori di utensili e macchine vibranti, reperibili nei manuali di uso e manutenzione secondo gli obblighi previsti dalla direttiva macchine D.Lgs.17/2010 e dalle direttive di prodotto;

c) la misurazione, effettuata secondo le indicazioni delle norme UNI EN ISO 5349 per le vibrazioni HAV e della norma UNI ISO 2631-1 per le WBV.

Si ricorda infine che la sola valutazione dell'esposizione, indipendentemente dalla modalità di valutazione dell'esposizione utilizzata, per quanto accurata e precisa, non è di per sé un indicatore esaustivo del rischio vibrazioni, in quanto, ai fini della valutazione del rischio, è sempre necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture, impatti, modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 comma 5 del D.Lgs. 81/2008, che si effettua a partire dall'osservazione diretta delle condizioni di lavoro. (VEDI FAQ C.2; C.12)

C.5 Il Capo III del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008 si applica anche alle lavorazioni manuali senza l'utilizzo di elettroutensili? Come si valuta il rischio vibrazioni nelle lavorazioni manuali che espongono singoli impatti o impulsi ripetuti (es. martellatura manuale, avvitatrici ad impulsi etc.) ?

Tali lavorazioni rientrano a pieno titolo nel campo di applicazione del Capo III del TITOLO VIII del D.lgvo 81/08.

La valutazione del rischio vibrazioni andrà effettuata utilizzando la procedura generale descritta al punto C.2.

Per tali lavorazioni, così come per tutte le attrezzature che espongono a singoli impatti o ad impatti ripetuti, quali ad esempio martelli manuali, avvitatrici ad impatto, pistole chiodatrici etc. sono in corso studi volti a determinare una metrica appropriata di quantificazione dell'esposizione, in quanto la maggior parte degli studi epidemiologici e sperimentali inerenti il rischio espositivo a vibrazioni M/B non hanno riguardato tali tipologie di esposizioni. (ref. IFA report 5/2017)

In genere la valutazione del valore di A8 per tali tipologie di lavorazioni andrà effettuata stimando l'accelerazione ponderata in frequenza (a_w) associata al singolo impatto e valutando il numero di impatti/giorno che la lavorazione comporta.

Le vibrazioni associate all'impiego di martelli manuali sono caratterizzate da elevata variabilità e l'effettuazione delle misure è in genere complessa.

Si consiglia l'uso dei dati pubblicati in banca dati.

I valori di esposizione in termini di A8 per un martello manuale tradizionale del peso di 0.5-0.8 Kg usato su metallo possono essere stimati assumendo che il valore medio a_{hw} misurato su 1 colpo su 1 secondo sia tipicamente 60 ± 20 m/s^2 (ref. IFA report 5/2017).

Per tali lavorazioni la valutazione del rischio dovrà sempre prevedere l'attuazione di quanto segue:

- Riduzione dell'esposizione a valori minimi compatibili con le lavorazioni svolte e con le tecniche disponibili
- Uso di martelli dotati di sistema anti-vibrazione, a basso peso e con impugnatura ergonomica
- Ottimizzazione della posizione di lavoro per evitare il sovraccarico meccanico degli arti e le lavorazioni in posture incongrue

C.6 Come dev'essere eseguita la valutazione del rischio vibrazioni nelle aziende che non hanno lavoratori esposti a livelli superiori al valore d'azione?

Lavorazioni con macchinari che espongano a livelli di esposizione di valore inferiore a quello che fa scattare l'azione non escludono rischi di insorgenza di lesioni o traumi indotti da vibrazioni al sistema mano-braccio o al corpo intero, soprattutto se in presenza di importanti cofattori di rischio, quali, nel caso di esposizione al sistema mano braccio, elevate forze di prensione o di spinta, sforzo muscolare, basse temperature, vibrazioni impulsive ed urti ripetuti e nel caso di vibrazioni trasmesse al corpo intero presenza di vibrazioni impulsive, posture avverse, movimentazione dei carichi in presenza di vibrazioni, freddo e umidità.

Inoltre, esposizioni inferiori ai valori di azione possono comunque indurre effetti nocivi sulla salute in presenza di particolari condizioni di suscettibilità individuale al rischio: i valori di azione in genere non possono essere considerati protettivi per i soggetti sensibili (FAQ A.2; A.4; C.11)

I valori di azione non possono pertanto essere considerati "livelli di sicurezza" e le condizioni e modalità espositive dovranno sempre essere prese attentamente in considerazione ai fini della valutazione del rischio.

È sempre da tenere presente che i fattori che concorrono a incrementare il rischio espositivo non sono presi in considerazione nella valutazione del descrittore A8 (accelerazione ponderata in frequenza riferita ad otto ore di lavoro) utilizzato per il confronto con i valori di azione/limite; detti fattori devono essere obbligatoriamente considerati nella valutazione del rischio, come prescritto dalla normativa.

È da considerare al riguardo che la normativa impone ai datori di lavoro l'obbligo di considerare - in sede di valutazione del rischio - la possibilità di eliminare o di ridurre, per quanto possibile, i rischi associati alle vibrazioni, anche se non sono superati i valori di azione. Il superamento

dei valori di azione implica l'obbligo attuazione di ulteriori specifiche misure di tutela per i lavoratori esposti. (vedi FAQ C.2)

C.7 Come vanno usati i dati di esposizione riportati nella banca dati vibrazioni (BDV) ai fini della valutazione del rischio?

Premesso che i dati presenti in Banca Dati Vibrazioni possono essere usati solo se:

- il macchinario usato in maniera conforme a quanto indicato dal costruttore;
- il macchinario è in buone condizioni di manutenzione;

per l'utilizzo dei presenti in banca dati si procede come segue.

La valutazione dell'esposizione nel caso si tratti di vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio richiede la conoscenza dell'accelerazione emessa dal macchinario nelle condizioni operative di impiego e con i materiali abitualmente lavorati. Per l'esposizione a vibrazioni al corpo intero le variabili normalmente da considerare sono il tipo di fondo (più o meno irregolare), lo stile di guida (velocità d'utilizzo), l'eventuale attrezzo collegato al veicolo (ad esempio l'attrezzo attaccato alla presa di forza di un trattore) ed il sedile.

Pertanto potranno essere utilizzati i dati rilevati sul campo della BDV, consultabile sul sito www.portaleagentifisici.it nel caso di condizioni espositive sostanzialmente analoghe a quelle descritte (stesso utensile/macchina nelle stesse condizioni operative) e comunque solo nei termini ammessi dagli autori della BDV stessa. I valori presenti nella BDV non considerano condizioni estreme (es.: piazzali molto sconnessi) e sono riferiti ad attrezzature soggette ad un programma di manutenzione adeguato, cui si richiede di sottoporre le attrezzature e le macchine.

Qualora si ritrovino più valori di accelerazione misurati nelle condizioni in esame si suggerisce cautelativamente di utilizzare i valori più elevati.

Infine, si sottolinea che ai fini della valutazione del rischio è necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture, modalità di prensione degli utensili, modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 comma 5 del D.Lgs. 81/2008, che possono essere valutati solo tramite osservazione diretta delle condizioni di lavoro in campo. (FAQ C.6)

C.8 Ai fini della valutazione dell' esposizione a vibrazioni quando è ammissibile ricorrere ai dati dei fabbricanti? E come devono essere utilizzati tali dati?

L'art. 202 del D.lgvo 81/08 richiede che la valutazione del rischio vibrazioni prenda sempre in esame le informazioni fornite dal costruttore dell'apparecchiatura ai sensi della Direttiva Macchine (art. 202 punto f)

Nell'ambito della valutazione del rischio tali informazioni sono indispensabili ai fini della predisposizione di specifiche misure di tutela, anche qualora si scelga di non utilizzare i dati di emissione forniti dal fabbricante ai fini della valutazione dell'esposizione.

L'art.202, comma 2, del D.Lgs. 81/2008 stabilisce che la determinazione dei livelli di esposizione a vibrazioni possa essere effettuata utilizzando i dati rilevati sul campo presenti nelle banche dati di Regioni o ISPESL (oggi INAIL) o, in loro assenza, i dati dei fabbricanti ovvero mediante misurazioni.

Premesso che i dati forniti dai fabbricanti possono essere usati solo se:

- il macchinario è usato in maniera conforme a quanto indicato dal costruttore;
- il macchinario è in buone condizioni di manutenzione;

per l'utilizzo dei dati forniti dai fabbricanti si procede come segue:

1) Esposizioni HAV

Se il manuale di istruzioni fornito dal fabbricante è stato redatto in conformità a normative tecniche di non recente emanazione, e quindi riporta un unico valore di vibrazioni senza alcun coefficiente moltiplicativo che consenta di stimare i dati in campo a partire dai dati di certificazione, il dato certificato va moltiplicato per i fattori correttivi (compresi fra 1 e 2) forniti dal rapporto tecnico UNI CEN/TR 15350:2014. Questo documento contiene opportuni fattori moltiplicativi che consentono, per quelle tipologie di utensili immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della nuova Direttiva Macchine (Direttiva 2006/42/CE, recepita in Italia con D.Lgs. 17/2010), la stima dei livelli di esposizione riscontrabili nelle reali condizioni d'impiego a partire dai dati di emissione dichiarati nei libretti di istruzioni.

Qualora al contrario il manuale di istruzioni fornito dal fabbricante sia stato redatto in conformità alle più recenti normative tecniche in conformità alla nuova Direttiva Macchine, esso conterrà:

- il valore totale di vibrazioni cui è esposto il sistema mano-braccio quando superiori a $2,5 \text{ m/s}^2$, segnalando se tale valore non supera $2,5 \text{ m/s}^2$;
- l'incertezza della misurazione;
- i coefficienti moltiplicativi che consentono di stimare i dati in campo a partire dai dati di certificazione.

In questo caso pertanto la procedura corretta ai fini della determinazione del livello di esposizione consiste in:

- a) individuare tra le condizioni operative di impiego elencate nel libretto di istruzioni ed uso quelle effettivamente adottate nelle lavorazioni oggetto di valutazione del rischio vibrazioni;
- b) effettuare la somma del valore medio e dell'incertezza estesa dichiarati dal produttore per le condizioni operative da valutare, ed utilizzare il risultato della somma ai fini del calcolo di A(8), ignorando i dati forniti dal rapporto tecnico UNI CEN/TR 15350.

In entrambi i casi, in presenza di dati forniti dal fabbricante nella forma generica " $a_w < 2,5 \text{ m/s}^2$ ", si suggerisce cautelativamente di utilizzare il

valore 2,5 m/s² moltiplicato per l'opportuno fattore correttivo fornito dal rapporto tecnico UNI CEN/TR 15350.

Indicazioni dettagliate in merito sono riportate sul sito del Portale Agenti Fisici - Banca Dati Vibrazioni

2) Esposizioni WBV

Per le esposizioni WBV vanno applicati i fattori correttivi per le differenti condizioni di impiego qualora essi siano indicati sul manuale di istruzioni ed uso fornito dal fabbricante. Si ricorda che i valori di certificazione forniti dai fabbricanti sono riferiti ad attrezzature in buone condizioni di manutenzione per cui si raccomanda di sottoporre ad un programma di manutenzione adeguato le attrezzature. In particolare, i dati dichiarati dal fabbricante non sono rappresentativi della reale esposizione WBV in campo se:

- a) i sedili sono rotti o in cattive condizioni di manutenzione (molle, imbottitura);
- b) i sedili regolabili in peso non sono regolati in maniera adeguata dal lavoratore o se il sistema di regolazione è rotto;
- c) gli pneumatici e gli ammortizzatori non sono in buone condizioni di manutenzione.

Infine, si sottolinea che ai fini della valutazione del rischio è necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture, modalità di prensione degli utensili, modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 comma 5 del D.Lgs. 81/2008, che possono essere valutati solo tramite osservazione diretta delle condizioni di lavoro in campo. (FAQ C.6)

C.9 Come va calcolato il descrittore A(8) dell'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero e al mano braccio ?

C.9.1 VIBRAZIONI WBV

L'espressione generale per il calcolo dei valori assiali $A_l(8)$ è

$$A_l(8) = k_l \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M a_{wlj}^2 T_j}{T_0}} \quad m/s^2$$

e corrisponde al caso in cui nell'arco della giornata lavorativa il lavoratore sia esposto a M sorgenti significative di vibrazioni, come nel caso di impiego di più mezzi meccanici. In questa espressione

- l indica genericamente uno dei tre assi x, y, z ;
- k_l è il fattore peso assiale ($k_x = 1,4$; $k_y = 1,4$; $k_z = 1$);
- a_{wlj} è l'accelerazione ponderata relativa al generico asse l nel corso dell'attività j -esima;
- T_j è il tempo di esposizione all'attività j -esima (in ore);
- T_0 8 ore è la durata nominale della giornata lavorativa.

Questa espressione può anche essere riformulata come

$$A_l(8) = \sqrt{\sum_{j=1}^M A(8)_{lj}^2} \quad m/s^2$$

dove

$$A_{lj}(8) = \sqrt{\frac{k_l^2 a_{wlj}^2 T_j}{T_0}} \quad m/s^2$$

è l'esposizione giornaliera lungo il generico asse l , relativa alla sola attività j -esima (delle M totali).

Nel caso in cui durante la giornata lavorativa venga eseguita soltanto un'operazione che comporta una esposizione a vibrazioni significativa, l'espressione generale si riduce a

$$A_l(8) = k_l \sqrt{\frac{a_{wl}^2 T_e}{T_0}} \quad m/s^2$$

nella quale T_e è il tempo di esposizione (in ore). Questa espressione mostra che nel calcolo di $A(8)$ si assume valido il cosiddetto "principio di equal energia", secondo il quale due esposizioni quotidiane, di entità a_{w1} e a_{w2} e durata T_1 e T_2 , sono equivalenti dal punto di vista dei potenziali rischi per la salute se vale la seguente condizione:

$$a_{w1}\sqrt{T_1} = a_{w2}\sqrt{T_2}$$

Come indicato esplicitamente nella norma UNI ISO 2631-1, l'esposizione giornaliera deve essere calcolata indipendentemente per ciascuno dei tre assi x , y e z .

Accanto ai valori assiali va calcolato anche il valore triassiale $A_v(8)$ mediante l'espressione

$$A_v(8) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M a_{vj}^2 T_j}{T_0}} \quad m/s^2$$

dove a_{vj} è il valore totale della vibrazione relativo alla j -esima attività e T_j e T_0 sono stati definiti in precedenza.

Analogamente al caso del descrittore assiale, questa espressione può anche essere riformulata come

$$A_v(8) = \sqrt{\sum_{j=1}^M A(8)_{vj}^2} \quad m/s^2$$

dove

$$A_{vj}(8) = \sqrt{\frac{a_{vj}^2 T_j}{T_0}} \quad m/s^2$$

è l'esposizione giornaliera relativa alla sola attività j -esima (delle M totali).

Di nuovo in analogia con il caso del descrittore assiale, se durante la giornata lavorativa viene eseguita soltanto un'operazione che comporta una esposizione a vibrazioni significativa, l'espressione generale si riduce a

$$A_v(8) = \sqrt{\frac{a_v^2 T_e}{T_o}} \quad m/s^2$$

Dopodiché va deciso quando usare il valore mono-assiale e quando il valore triassiale.

Il punto 1 della parte B dell'allegato XXXV del D.Lgs. 81/2008 prevede che il descrittore della esposizione giornaliera a vibrazioni sia calcolato *come il più alto dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali*, aggiungendo poi che ciò deve avvenire *conformemente allo standard ISO 2631-1 (1997) che viene qui adottata in toto*. In tema di descrittori della vibrazione, la norma UNI ISO 2631-1 stabilisce al punto 7.2.4 quanto segue: *La valutazione dell'effetto di una vibrazione sulla salute deve essere effettuata in modo indipendente lungo ciascun asse. La valutazione delle vibrazioni deve essere effettuata in relazione alla massima accelerazione ponderata in frequenza determinata su qualsiasi asse del sedile. Ad integrazione di questa affermazione, la successiva nota indica che Quando le vibrazioni su due o più assi sono confrontabili, talvolta si utilizza il valore totale delle vibrazioni come stima addizionale del rischio per la salute*. Niente viene detto tuttavia riguardo alle circostanze nelle quali abbia senso utilizzare questa stima addizionale. Poco aggiunge la nota 2 al punto 6.5: *Il valore vibratorio totale o la somma vettoriale sono stati proposti per la valutazione relativa a salute e sicurezza se non esiste un asse o una vibrazione dominante*.

Il combinato disposto del D.Lgs. 81/2008 e della normativa tecnica sembra pertanto essere mirato all'adozione di un sistema misto nel quale il descrittore è:

- A. di **tipo triassiale** in assenza di un asse dominante;
- B. di **tipo monoassiale** in presenza di un asse dominante.

Sulla base di queste indicazioni qualitative, viene qui proposto il seguente criterio operativo quantitativo:

- 1) si calcolano i tre valori assiali dell'esposizione giornaliera $A_x(8)$, $A_y(8)$, $A_z(8)$;
- 2) si calcola l'esposizione giornaliera triassiale $A_v(8)$;
- 3) se per uno dei tre assi risulta soddisfatta la disequaglianza

$$A_l(8) > 0,8 A_v(8)$$

siamo in presenza di un asse dominante. In questo caso la quantità $A_l(8)$ che soddisfa la disuguaglianza è il descrittore della vibrazione utilizzabile ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

Questa condizione è approssimativamente equivalente alla condizione richiesta al punto 6.4 della UNI EN 1032, ovvero che ciascuno dei due contributi secondari (comprensivi degli opportuni fattori peso assiali) non sia superiore al 66% del contributo dell'asse dominante (anch'esso comprensivo dell'opportuno fattore peso assiale). Va notato tuttavia che il criterio formulato nella UNI EN 1032 è finalizzato non a poter (eventualmente) trascurare gli assi secondari nel calcolo del descrittore, quanto a poter (eventualmente) procedere alla misura del solo asse dominante.

- 4) se, al contrario, la disuguaglianza non viene soddisfatta, non esiste un asse dominante, e il descrittore della vibrazione utilizzabile ai sensi del D.Lgs. 81/2008 è l'esposizione giornaliera triassiale alle vibrazioni $A_v(8)$.

C.9.2 VIBRAZIONI M/B

L'espressione generale per il calcolo dell'esposizione giornaliera triassiale $A(8)$ è:

$$A(8) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M a_{hvj}^2 T_j}{8}} \quad m/s^2$$

e corrisponde al caso in cui nell'arco della giornata lavorativa il lavoratore sia esposto a M sorgenti significative di vibrazioni, come nel caso di impiego di più utensili vibranti. In questa espressione

- a_{hvj} è il valore totale di vibrazione relativo all'attività j -esima;
- T_j è il tempo di esposizione alle vibrazioni relativo all'attività j -esima (in ore).

Questa espressione può anche essere riformulata come

$$A(8) = \sqrt{\sum_{j=1}^M A(8)_j^2} \quad m/s^2$$

dove $A(8)_j$ è l'esposizione parziale dovuta alla sola attività j-esima, scalata alle 8 ore della giornata lavorativa nominale.

Nel caso in cui durante la giornata lavorativa venga eseguita soltanto un'operazione che comporta una esposizione a vibrazioni significativa, l'espressione generale si riduce a

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_e}{8}} \quad m/s^2$$

nella quale T_e è il tempo di esposizione (in ore).

C.10 Come si valuta il rischio vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV) e al corpo intero (WBV) in presenza di soggetti particolarmente sensibili?

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio di esposizione a vibrazioni, (FAQ A.2) andrà sempre effettuata una valutazione specifica, mirata alla tutela del lavoratore, in relazione alle caratteristiche individuali ed alle modalità espositive. (FAQ A.4)

Il personale qualificato che effettua la valutazione indicherà, in collaborazione con il medico competente, l'esigenza delle particolari tutele previste dalle normative o dalla letteratura rispetto ai gruppi di lavoratori particolarmente sensibili.

E' invece compito esclusivo del medico competente, attraverso l'espressione del giudizio di idoneità alla mansione specifica, indicare le particolari e specifiche misure di tutela per i singoli lavoratori risultati a visita medica particolarmente suscettibili al rischio.

Sarà infine compito e cura del DL prevedere una formazione aziendale, di concerto con il MC, in merito alle condizioni di suscettibilità individuale ed ai fattori che incrementano il rischio espositivo individuale, al fine di rendere tutte le lavoratrici ed i lavoratori capaci di riconoscere l'eventuale insorgenza nel tempo di una condizione di suscettibilità individuale e poter attuare le misure di tutela predisposte per i soggetti sensibili, di concerto con il medico competente.

Ai fini della valutazione del rischio specifico è da tenere presente che il mero rispetto del valore di azione fissato dalla normativa non è di per sé sufficiente a prevenire gli effetti avversi dell'esposizione, in particolar modo per i soggetti sensibili (FAQ A.2; A.4).

Ai fini della valutazione specifica - nel caso di soggetti sensibili - è in genere sempre da prendere in esame attentamente l'esposizione a singoli impatti o urti ripetuti, che può essere elevata anche per livelli espositivi A8 inferiori ai valori di azione fissati dalla normativa. Saranno poi da esaminare attentamente tutti i co-fattori di rischio che concorrono ad incrementare il rischio della lavorazione con impiego del macchinario vibrante (FAQ C.3), in relazione alle specifiche condizioni di suscettibilità del lavoratore.

Per poter rendere ai lavoratori possibile il riconoscimento dell'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale e farne segnalazione al MC, è raccomandato che nell'ambito della valutazione del rischio venga predisposta una lista di controllo, che metta in grado ciascun lavoratore di segnalare al preposto, nel rispetto delle normative sulla privacy, la presenza o l'insorgenza di fattori di rischio individuali (FAQ A.2) per poter pianificare, di concerto con il medico competente, le opportune misure di tutela, a seguito di una valutazione del rischio specifica.

Il personale qualificato che effettua la valutazione indicherà, in collaborazione con il medico competente, l'esigenza delle particolari tutele previste dalle normative o dalla letteratura rispetto ai gruppi di lavoratori particolarmente sensibili.

C.11 Cosa si intende per vibrazioni impulsive e come si tiene conto della loro presenza nell'ambito della valutazione del rischio espositivo a vibrazioni?

La valutazione della presenza di impatti o urti ripetuti è richiesta sempre nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni con riferimento a quanto prescritto dall'art. 202 - comma 5 - punto a) del D.lgvo 9 Aprile 2008 n. 81 che prescrive che la valutazione prenda in esame: *"il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti"*. La presenza di vibrazioni impulsive o impatti ripetuti rappresenta in genere un importante co-fattore di rischio espositivo da valutarsi in primo luogo mediante osservazione diretta della lavorazione.

L'indicatore A8 non è in genere idoneo alla valutazione dell'esposizione a vibrazioni impulsive ed agli impatti ripetuti.

Da un punto di vista normativo la situazione per le HAV è molto diversa dalla situazione per le WBV

HAV

Per lavorazioni che esponano a singoli impatti o ad impatti ripetuti, quali ad esempio martelli manuali, avvitatrici ad impatto, pistole chiodatrici etc. sono in corso studi volti a determinare una metrica appropriata di quantificazione dell'esposizione, in quanto la maggior parte degli studi epidemiologici e sperimentali inerenti il rischio espositivo a vibrazioni M/B non ha riguardato tali tipologie di esposizioni. La valutazione della presenza di singoli impatti o urti

ripetuti andrà effettuata utilizzando i criteri generali esposti alla FAQ C.2/C.6 e valutando caso per caso le possibilità concrete di riduzione degli urti/impatti trasmessi al sistema mano/braccio.

WBV

La norma UNI ISO 2631-1 cita esplicitamente l'impulsività come possibile co-fattore di rischio. Al contrario della UNI EN ISO 5349-1 tuttavia essa include uno specifico descrittore di impulsività, detto fattore di cresta (indicato con CF, acronimo dell'inglese Crest Factor), e definito come il rapporto fra il picco massimo di accelerazione ponderata registrato nel tempo di misura T , a_{w-Peak} , e il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione ponderata a_w relativo allo stesso tempo di misura. Tale rapporto va valutato indipendentemente per ciascuno dei tre assi, con lo stesso tempo di misura. Una vibrazione viene considerata impulsiva quando il fattore di cresta risulta superiore a 9. In assenza di indicazioni nella UNI ISO 2631-1, si assume che una vibrazione sia impulsiva quando il valore limite del fattore di cresta viene superato in almeno un asse. Si veda anche la sezione 2.6.10 del testo "La valutazione del rischio vibrazioni", INAIL 2018.

Ai fini della valutazione dell'entità delle vibrazioni a carattere impulsivo la norma ISO 2631-1 suggerisce l'uso del parametro VDV (Vibration Dose Value). Tale parametro non è stato adottato dal D.Lgvo. n. 81/2008 e s.m.i., ed è invece previsto dalla Direttiva Europea Vibrazioni 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni), ai fini della valutazione di vibrazioni a carattere impulsivo. Esso si basa sull'integrazione nel tempo dell'accelerazione ponderata in frequenza elevata alla quarta potenza, da cui si ottiene il Valore della Dose di Vibrazione (VDV) (FAQ C.16)

$$VDV = \left\{ \int_0^T [a_w(t)]^4 dt \right\}^{\frac{1}{4}}$$

dove:

$a_w(t)$ accelerazione istantanea pesata in frequenza

T durata del tempo di misura

Tale metodo è correntemente utilizzato nella maggior parte dei paesi europei nella valutazione dell'esposizione a vibrazioni a carattere impulsivo.

In particolare la Direttiva Europea fissa per il VDV i seguenti valori di riferimento

Tab. C.15.1 Livelli di azione e valori limite prescritti dalla Direttiva Europea Vibrazioni 2002/44/CE per il VDV

Livello di azione:	9,1 m/s ^{1.75}
Valore limite:	21 m/s ^{1.75}

A tali valori si può fare riferimento ai fini della valutazione dell'esposizione a urti o impatti ripetuti, dopo avere identificato quali siano le principali sorgenti degli stessi.

Un metodo avanzato di quantificazione e valutazione dell'esposizione a WBV con natura prevalentemente impulsiva è descritto nello standard ISO 2631-5. Si tratta di un metodo piuttosto complesso che mediante un software sviluppato ad hoc è in grado di calcolare le forze di tipo compressivo che si sviluppano nei dischi intervertebrali a seguito della esposizione ad eventi impulsivi. Come illustrato nell'appendice A dello standard ISO 2631-5, il metodo richiede in ingresso la forma d'onda del segnale di accelerazione registrato nel punto di ingresso della vibrazione nel corpo del soggetto esposto, e tiene conto di alcune caratteristiche antropometriche del soggetto esposto (massa, BMI) nonché della sua postura. L'appendice E descrive poi il metodo con il quale, partendo dalle forze intervertebrali predette dal software, si calcola il fattore di rischio R_q^A che di fatto è un descrittore di esposizione ad eventi impulsivi integrato su tutta la durata della vita lavorativa del soggetto esposto.

Considerata la complessità del metodo descritto nella ISO 2631-5, se ne raccomanda l'uso soltanto se si desidera una valutazione di dettaglio della esposizione a vibrazioni impulsive.

C.12 In quali condizioni e come si applicano i "metodi aggiuntivi" contenuti nella UNI ISO 2631-1 per la valutazione dell'esposizione al sistema corpo intero in presenza di vibrazioni fortemente impulsive?

La UNI ISO 2631-1 prevede due metodi aggiuntivi per vibrazioni impulsive:

- quello della quarta potenza della dose delle vibrazioni, caratterizzato dal descrittore VDV (acronimo dell'inglese vibration dose value);
- quello dei valori r.m.s. costanti, caratterizzato dal descrittore MTVV (acronimo dell'inglese maximum transient vibration value).

Considerata l'assenza di valori limite di accettabilità per l'MTVV, il metodo della quarta potenza della dose delle vibrazioni è quello che si è progressivamente affermato come riferimento specifico per la quantificazione delle vibrazioni impulsive. Tale metodo non richiede sensori diversi da quello utilizzato per la tradizionale misura di accelerazione, ma richiede un'analisi dedicata che integri nel tempo il segnale istantaneo $a_w(t)$ della forma d'onda. Si esegue un'unica misura caratterizzata da una durata paragonabile alla somma delle tre misure

richieste per il metodo base, ovvero almeno 12 – 15 minuti. Il valore desiderato di VDV relativo all'intera durata dell'esposizione si ottiene moltiplicando il valore misurato per la radice quarta del rapporto fra il tempo di esposizione e il tempo di misura. Il risultato può essere confrontato con i valori di azione e limite indicati nella Direttiva Europea 2002/44/CE (tab. C.15.1)

Si veda anche l'Appendice A del testo "La valutazione del rischio vibrazioni", INAIL 2018.

È raccomandabile eseguire una misura che consenta il calcolo in parallelo sia dell'accelerazione r.m.s. (a_w) sia del VDV per tutte quelle esposizioni che si presume possano contenere eventi impulsivi, quali ad esempio tutte le lavorazioni a bordo di mezzi su percorsi accidentati, dossi, buche, o che prevedano impatti ripetuti (es. escavatori, scambi di binari etc.)

C.13 Come si tiene conto della presenza dei cofattori di rischio ergonomici (posture, movimenti ripetuti, sovraccarico arti superiori e rachide) nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni?

Attività lavorative svolte in presenza di vibrazioni, anche di valore inferiore a quello che fa scattare l'azione, non escludono rischi di lesioni o traumi associati alle vibrazioni, soprattutto se avvengono in presenza di importanti cofattori di rischio, quali elevate forze di prensione o di spinta, sforzo muscolare, sovraccarico biomeccanico degli arti superiori o del rachide, basse temperature.

Si ricorda in merito che nel caso delle vibrazioni i valori di azione non possono essere considerati "livelli di sicurezza" e che condizioni e modalità espositive dovranno sempre essere prese attentamente in considerazione ai fini della valutazione del rischio, come prescritto dalla normativa vigente, anche qualora i valori giornalieri di esposizione dovessero risultare inferiori ai valori di azione. (cfr. FAQ 3.06).

I principali elementi da valutare al riguardo nell'ambito del rapporto di valutazione dei rischi da vibrazioni e che andranno tenuti sotto controllo mediante la predisposizione di idonee procedure di acquisto, manutenzione e gestione dei macchinari sul luogo di lavoro nei quattro anni che intercorrono tra una valutazione e la successiva, relativi alla progettazione e all'assetto del posto di lavoro, sono di seguito indicati, suddivisi tra HAV e WBV.

VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO BRACCIO

a) Forze di presa e di spinta

Riducendo le forze di presa o di spinta esercitate dalla mano si riduce l'assorbimento delle vibrazioni trasmesse alla mano e al braccio dell'utilizzatore e il conseguente rischio espositivo.

Tale riduzione non è quantificabile con la misura dell'esposizione a vibrazioni in termini di accelerazione ponderata in frequenza, essendo questa grandezza un parametro cinematico con cui non è possibile valutare la differenza nell'energia meccanica effettivamente assorbita dal sistema mano braccio nell'impiego dello stesso strumento vibrante, a seguito di una maggiore o minore forza di prensione.

Tali forze intervengono all'atto di sorreggere l'utensile o il manufatto, azionare o guidare la macchina o se il ritmo di lavoro si intensifica. Se gli strumenti scelti sono inadatti, gli interventi di manutenzione insufficienti, la formazione scarsa o l'assetto della postazione di lavoro inadatto sarà necessario esercitare forze reali superiori al necessario per poter operare in efficienza. È compito e cura del personale che valuta il rischio vibrazioni esaminare se tali forze sono ottimizzate o se sia il caso di attuare appropriate misure di tutela per ridurre le forze di presa e di spinta.

Per ridurre le forze di presa e di spinta è possibile attuare alcune soluzioni:

- nel levigare a mano pezzi pesanti su molatrici a colonna, l'utilizzo di una superficie per appoggiare il pezzo consentirà al lavoratore di guidarlo semplicemente fino alla mola invece di sopportarne l'intero peso;
- possono essere applicati tendicatena (cosiddetti bilancieri) e manipolatori per sostenere utensili vibratorii, ad esempio perforatrici, molatrici, avvitatori, inchiodatrici (in taluni casi) e scalpelli pneumatici, evitando all'operatore di sostenere il peso dell'utensile;
- modifiche della struttura e del materiale della superficie di presa di una molatrice possono consentire all'operatore di esercitare una forza di presa minore per sostenere e azionare l'utensile;
- l'utilizzo di tecniche quali il taglio degli alberi con attrezzature da banco, in cui la motosega scorre lungo il tronco durante la potatura, invece di dover continuamente sorreggere tutto il peso dell'attrezzo.

–

b) Posture incongrue

L'utilizzo di strumenti vibranti in condizioni ergonomicamente sfavorevoli, che comportino, per tempi prolungati, ad esempio lavoro con le braccia ad altezza spalle o più in alto, torsione del braccio o del polso etc.

La valutazione del rischio dovrà specificare quali interventi mettere in atto per prevenire e tenere sotto controllo tali fattori nei quattro anni che intercorrono tra una valutazione e la successiva.

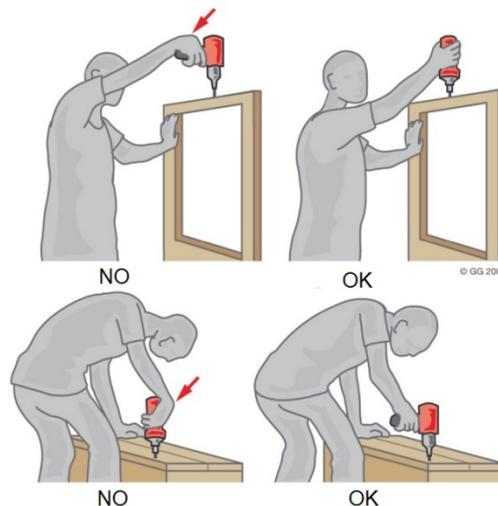


Figura 2 – Esempi di posture incongrue

(tratto da WHO- Occupational exposure to Hand-Transmitted Vibration A Teaching Guide on Health Effects, Risk Assessment and prevention – Protecting Health Series N. 10 Umea University)

c) Ergonomia del macchinario

Oltre a selezionare utensili/macchinari che espongono a ridotti livelli di vibrazioni la scelta degli utensili da utilizzare va operata nel rispetto dei principi ergonomici e tenendo presenti altri fattori di rischio, quali:

- il peso dell’utensile;
- il modello e il confort di eventuali maniglie;
- l’impugnatura e la forza prensile;
- la facilità d’uso e di manipolazione;
- il freddo a contatto con la superficie dell’impugnatura o l’aria che fuoriesce da utensili pneumatici.

L’azienda dovrà programmare e attuare una politica degli acquisiti e del rinnovo del parco macchine nel rispetto dei sopracitati requisiti.

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

Le lavorazioni a bordo di macchinari mobili o mezzi di locomozione comportano non solo l’esposizione alle vibrazioni a tutto il corpo, ma anche a numerosi altri fattori che provocano tensioni alla schiena, alla spalla o al collo e che rappresentano importanti co-fattori di rischio per tali organi e apparati. Tra questi si segnalano:

- posizioni sedute prolungate in posture forzate o scorrette;
- torsioni frequenti della colonna vertebrale;
- necessità di assumere posizioni con il capo girato;
- sollevamento o movimentazione di carichi in presenza di vibrazioni (ad esempio, nel caso di lavorazioni a bordo di navi, su piattaforme o mezzi di trasporto);

- movimenti imprevisti e necessità di mantenere l'equilibrio in presenza di vibrazioni (come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci etc.);
- condizioni climatiche sfavorevoli.

C.14 Quali criteri è per valutare il rischio da effetti indiretti delle vibrazioni?

La valutazione deve essere condotta ai sensi dell'art 202 comma 5, lettera d) del D.Lgs. 81/2008, che prescrive che la valutazione del rischio vibrazioni prenda sempre in esame:

gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature (cfr. FAQ A.2)

Ciò in quanto le vibrazioni meccaniche trasmesse per via strutturale dal macchinario vibrante utilizzato in azienda possono:

- a) compromettere la stabilità delle strutture o la buona tenuta delle giunzioni.
- b) pregiudicare il corretto funzionamento di macchinari ed impianti
- c) compromettere il corretto espletamento di compiti lavorativi a causa delle vibrazioni indotte sul piano di lavoro o nell'area di lavoro interessati dalla vibrazioni.
- d) lavorare in presenza di vibrazioni può richiedere movimenti imprevisti e necessità di mantenere l'equilibrio, come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci etc. (FAQ C.17)

E' indispensabile richiamare in merito che i criteri valutativi da utilizzarsi per la valutazione di tali effetti non sono basati sul descrittore A8 .

Gli effetti di tipo indiretto possono insorgere per valori A8 ben inferiori a valori di azione prescritti dal D.lgvo 81/08 Titolo VIII Capo V ed andranno valutati caso per caso, in relazione alla specificità dell'interazione tra vibrazioni e attrezzature/ambiente di lavoro/attività svolta.

Di seguito si riportano alcuni criteri di riferimento

a) Prevenzione dei danni architettonici da vibrazioni strutturali

La norma di riferimento è la UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici (DIN 4150-3)".

La norma definisce come parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici il valore della velocità, in particolare il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione lungo i tre assi di riferimento.

I valori di riferimento sono quelli al di sotto dei quali è ragionevole presumere che non vi siano danni di tipo architettonico.

I valori limite in relazione al disturbo per le persone sono decisamente più restrittivi del limite di danno strutturale

b) Prevenzione degli effetti indiretti associati al disturbo da vibrazioni

Le vibrazioni trasmesse al piano di lavoro o all'area di lavoro possono interferire con i compiti lavorativi e provocare stress, calo di attenzione, affaticamento del lavoratore nell'espletamento delle abituali mansioni lavorative, e possono avere ricadute anche sul piano infortunistico.

La valutazione del disagio prodotto dalle vibrazioni e la prevenzione dello stesso rientrano nella valutazione dei rischi di natura ergonomica ai sensi del Titolo II del D.Lgs. 81/2008.

La valutazione andrà effettuata caso per caso, individuando i compiti lavorativi su cui le vibrazioni hanno impatto e la possibilità di ridurre o eliminare del tutto l'interferenza.

La norma UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" individua una serie di valori di riferimento ai fini della valutazione del disturbo prodotto dalle vibrazioni in edifici, in relazione alle differenti destinazioni d'uso degli stessi e alla durata e tipologia di vibrazione.

C.15 Quali criteri è opportuno adottare per valutare il rischio vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV) nei mezzi di trasporto?

Tutte le attività lavorative svolte a bordo di mezzi di trasporto sono svolte in presenza di vibrazioni.

Pertanto, anche se le esposizioni giornaliere risultano inferiori al valore di azione, come dovrebbe avvenire nella maggior parte dei casi, la valutazione del rischio dovrà porre particolare attenzione a:

- adeguatezza delle cabine di guida in relazione al mantenimento di posizioni sedute prolungate in posture forzate o scorrette;
- torsioni frequenti della colonna vertebrale, necessità di assumere posizioni con il capo girato, problemi legati alla visibilità etc.;
- sollevamento o movimentazione di materiale in presenza di vibrazioni (ad esempio, nel caso di lavorazioni a bordo di navi, pescherecci, su piattaforme o su mezzi di trasporto);
- movimenti imprevisti e necessità di mantenere l'equilibrio in presenza di vibrazioni (come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci etc.).

Si fa inoltre presente che la normativa di riferimento ai fini della valutazione dei requisiti ergonomici delle vibrazioni a bordo navi passeggeri e mercantili è la ISO 20283-5:2016 "Mechanical vibration — Measurement of vibration on

ships —Guidelines for measurement, evaluation and reporting of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ships”. Tale norma fissa criteri valutativi e requisiti minimi da rispettare in fase progettuale per tre differenti tipologie di vibrazioni a bordo delle imbarcazioni:

- Vibrazioni Strutturali: Part 2 “Measurement of structural vibration”;
- Macchinari di bordo: Part 3 “Pre-installation vibration measurement of shipboard equipment”;
- Motori sala macchine: Part 4 “Measurement and evaluation of vibration of the ship propulsion machinery.

Per quanto riguarda le vibrazioni a bordo dei treni si richiama la DECISIONE DELLA COMMISSIONE del 26 aprile 2011 relativa ad una specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema «Locomotive e materiale rotabile per il trasporto di passeggeri» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale (2011/291/UE) che al punto 4.2.9.1.5 specifica quanto segue:

Sedile del macchinista

Il sedile del macchinista deve essere progettato in modo da consentirgli l'espletamento di tutte le normali funzioni di guida in posizione seduta, considerando le sue misure antropometriche stabilite nell'allegato E. Deve consentire la postura corretta del macchinista da un punto di vista fisiologico.

Il macchinista deve poter regolare la posizione del sedile in modo da soddisfare i requisiti per la posizione di riferimento degli occhi per la visibilità esterna definiti al punto 4.2.9.1.3.1.

Il sedile non deve ostruire la via di fuga del macchinista in caso di emergenza.

La progettazione del sedile deve tener conto di aspetti ergonomici e sanitari, del montaggio e dell'uso da parte del macchinista.

Il montaggio del sedile del macchinista nelle locomotive e nelle carrozze pilota destinate a essere utilizzate in un composizione di treno con locomotiva deve consentire la regolazione per ottenere lo spazio libero necessario per la posizione eretta di guida. Tenuto conto di tali indirizzi, in relazione ai requisiti ergonomici e sanitari, un requisito minimo da perseguirsi nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni al posto di guida del macchinista è il conseguimento di valori espositivi WBV inferiori ai valori di azione fissati dalla Direttiva Europea Vibrazioni in qualsiasi condizione di esercizio , sia in termini di A8 (0.5 m/s^2) che in termini di VDV (9.1 m/s^4).

C.16 In cosa consistono i metodi aggiuntivi per la valutazione del rischio vascolare da esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al sistema mano-braccio? Come vanno utilizzati in modo appropriato tali metodi?

Il rapporto tecnico UNI ISO/TR 18570:2018 ha introdotto, per la valutazione dei soli effetti vascolari dovuti alle HAV, un metodo supplementare che integra quello proposto dalla norma UNI EN ISO 5349-1:2004, fermo restando il ruolo di quest'ultimo documento come riferimento primario, in quanto citato direttamente nel testo del D.Lgs. 81/2008.

Il metodo descritto nel rapporto tecnico UNI ISO/TR 18570:2018 introduce una nuova curva di ponderazione W_p , la quale mostra un ampio massimo per frequenze comprese tra 20 e 400 Hz. Si tratta di frequenze assai più elevate di quelle, comprese tra 6 e 25 Hz, alle quali si osserva il picco della curva di pesatura W_h contenuta nella UNI EN ISO 5349-1:2004 (vedi Figura 1).

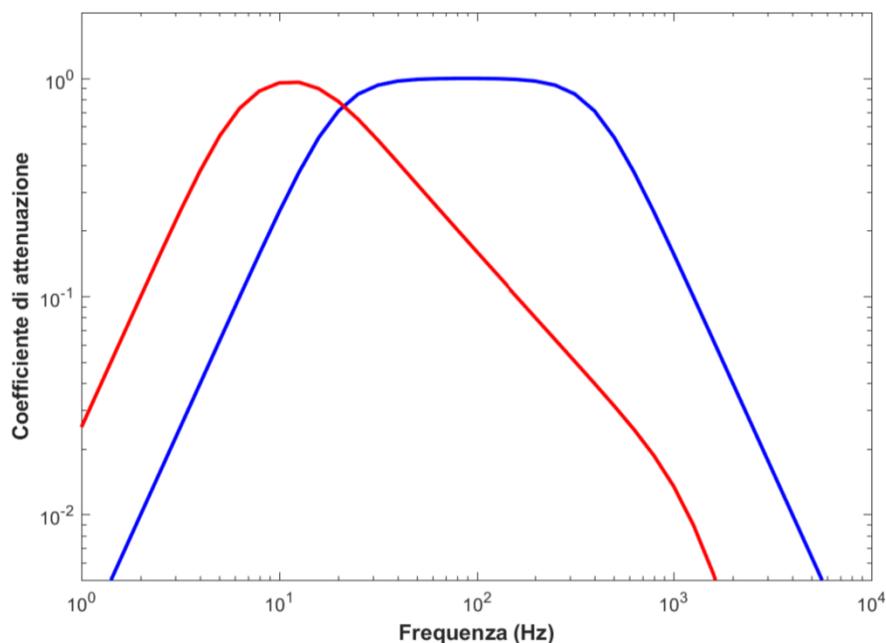


Figura 3 - Curve di ponderazione a confronto. In rosso la curva W_h definita nella norma tecnica UNI EN ISO 5349-1 e in blu la curva di ponderazione W_p definita nel rapporto tecnico ISO/TR 18570

Nel rapporto tecnico UNI ISO/TR 18570:2018 viene utilizzato come descrittore di esposizione la quantità $E_{p,d}$ denominata "Esposizione giornaliera a vibrazioni". La quantità $E_{p,d}$ è sostanzialmente una dose di vibrazioni e si ottiene con la seguente equazione:

$$E_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n a_{pvi}^2 T_i}$$

nella quale:

n è il numero delle lavorazioni che espongono a vibrazioni durante la giornata lavorativa

a_{pvi} è il valore totale di vibrazione (in ms^{-2}) per la i -esima lavorazione, calcolato come

$$a_{pv} = \sqrt{a_{px}^2 + a_{py}^2 + a_{pz}^2}$$

dove:

a_{px}, a_{py}, a_{pz} rappresentano le tre componenti assiali delle accelerazioni ponderate secondo la curva di ponderazione W_p

T è la durata (in secondi) della singola lavorazione.

Nel rapporto tecnico UNI ISO/TR 18570 si indicano come riferimento per l'insorgenza ed il successivo sviluppo di dito bianco da vibrazioni per valori di $E_{p,d}$ compresi tra 1150 e 1750 $\text{ms}^{-1,5}$. Tali valori possono dunque essere interpretati come limiti espositivi per valutazioni secondo questa metodica. Indagini condotte su decespugliatori, motoseghe, smerigliatrici con valori di $A(8)$ inferiori al valore limite di 5 ms^{-2} per esposizioni comprese tra 6 ore ed 8 ore, è emerso che, applicando il nuovo descrittore $E_{p,d}$ individuato dal rapporto tecnico UNI ISO/TR 18570, il superamento del valore limite espositivo avviene dopo appena 15 – 20 minuti di esposizione.

Questa rilevante differenza scaturisce dal fatto che la curva di ponderazione W_p pesa le alte frequenze tipiche di questi utensili molto di più della curva di ponderazione W_h . Alla luce della possibile forte sottostima del rischio vascolare in particolare nella valutazione dell'esposizione a strumenti vibranti a frequenze caratteristiche dell'ordine di 40 – 200 Hz qual ad esempio motoseghe, seghetti alternativi, decespugliatori, strumenti a percussione etc., si raccomanda di affiancare sempre alla metodica di valutazione del rischio illustrata nella norma UNI EN ISO 5349-1, la metodica proposta dal rapporto tecnico UNI ISO/TR 18570. In particolare, si consiglia che nella relazione tecnica vengano forniti anche:

- i valori a_{px}, a_{py}, a_{pz} delle accelerazioni assiali ponderate secondo la curva W_p ;
- il valore di vibrazione totale di vibrazione a_{pv} di ogni singola lavorazione;
- l'esposizione $E_{p,d}$

In attesa di un auspicabile adeguamento dei criteri valutativi attualmente in vigore, l'utilizzo di questa informazione rappresenta un valido strumento per migliorare la gestione della prevenzione dei disturbi vascolari e determinare le opportune misure correttive (ad esempio ricorrendo all'utilizzo dei guanti antivibranti, generalmente molto efficaci a frequenze medio-alte) anche nei casi in cui si riscontrino valori di esposizione a vibrazioni inferiori ai livelli di azione prescritti dalla vigente normativa.

Si veda anche la sezione 2.5.9 del testo "La valutazione del rischio vibrazioni", INAIL 2018.

C.17 In caso di attività a carattere stagionale, e quindi con esposizione molto variabile nei diversi mesi dell'anno, come si deve procedere alla determinazione dell'esposizione?

Su questo punto interviene direttamente il D.Lgs. 81/2008 all'art. 201 comma 2: "Nel caso di variabilità del livello di esposizione giornaliero va considerato il livello giornaliero massimo ricorrente."

Al lavoratore andrà pertanto assegnata l'esposizione giornaliera A8 relativa alla lavorazione che presenta il maggiore valore di A8, tra tutte le lavorazioni effettuate in azienda..

C.18 In cosa consiste l'aggiornamento della valutazione del rischio vibrazioni dopo quattro anni, nel caso in cui le condizioni espositive siano immutate? Come utilizzare a distanza di quattro anni i dati di esposizione contenuti in banca dati o dichiarati dal costruttore?

L'art. 181 comma 2 prevede la programmazione e l'esecuzione della valutazione del rischio per tutti gli agenti fisici, con cadenza almeno quadriennale. Prevede altresì che tale valutazione debba essere aggiornata ogni qualvolta vi siano stati mutamenti tali da renderla sorpassata, o segnalazioni provenienti dalla sorveglianza sanitaria che evidenzino un'inadeguatezza delle misure preventive e/o protettive attuate.

La ripetizione della valutazione del rischio da agenti fisici - ogni 4 anni - ha in primo luogo l'obiettivo di verificare se, e in che misura, le misure di tutela previste in sede di rapporto di valutazione del rischio siano state efficaci e siano state correttamente messe in atto nel tempo e, se sia possibile, ridurre ulteriormente il rischio espositivo mediante l'adozione di misure tecniche, organizzative o procedurali non programmabili al tempo della precedente valutazione. Potrebbero, ad esempio, essere disponibili nuove tecniche di riduzione dell'esposizione da mettere in atto sui macchinari in dotazione o

nuove tipologie di macchinari a ridotta emissione che potrebbero sostituire quelli in dotazione.

L'aggiornamento previsto del rapporto di valutazione del rischio vibrazioni, a distanza di 4 anni, dovrà dunque in primo luogo verificare l'effettiva ed efficace attuazione delle misure di tutela previste nel precedente rapporto, e, sulla base degli esiti della valutazione, fornire indicazioni specifiche in merito al programma di miglioramento con le specifiche misure tecniche e organizzative individuate, in aggiunta o a integrazione di quelle già precedentemente previste, da mettere in atto nel quadriennio successivo.

Nell'aggiornare la valutazione del rischio vibrazioni dovrà essere consultato il medico competente, che potrà riferire in merito a eventuali criticità riscontrate nel corso degli accertamenti sanitari, se non già segnalate come alterazione apprezzabile dello stato di salute ovvero l'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale, che necessitano valutazioni ad hoc.

Nel corso di quattro anni si ritiene improbabile che la situazione espositiva rimanga immutata.

Affinché le condizioni espositive al rischio vibrazioni possano rimanere immutate occorre che:

- le lavorazioni siano svolte nelle stesse condizioni in cui erano svolte al momento della precedente valutazione e nel rispetto dei criteri ergonomici (FAQ C.2);
- gli utensili, le attrezzature e i macchinari a disposizione non siano variati e che siano stati regolarmente mantenuti, secondo le indicazioni fornite dal costruttore;
- gli eventuali materiali in lavorazione non siano stati sostituiti con altri con caratteristiche vibratorie differenti;
- i tempi di esposizione giornalieri dei lavoratori al rischio siano rimasti immutati.
- i co-fattori di rischio siano tenuti sotto controllo

In particolare, se i dati di esposizione fanno riferimento ai dati forniti dal costruttore, dovrà essere documentata la regolare manutenzione, compreso l'utilizzo di ricambi originali che consentano di presumere il mantenimento delle caratteristiche dell'attrezzatura al momento dell'acquisto.

In riferimento all'utilizzo dei dati presenti in banca dati, occorre sempre verificare che l'attrezzatura utilizzata sia ancora quella di quattro anni prima, che la manutenzione sia stata regolarmente effettuata e che le reali condizioni di lavorazione siano ancora le stesse riportate in banca dati.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla verifica del mantenimento delle proprietà antivibranti di supporti, impugnature e/o sedili oggetto della precedente valutazione, e che gli stessi siano conformi a quanto riportato dal costruttore nel manuale di istruzioni ed uso o in banca dati.

L'aggiornamento della valutazione del rischio vibrazioni dopo quattro anni dovrà pertanto riportare le eventuali azioni di miglioramento evidenziate al seguito del riesame. Qualora si riscontri che le condizioni espositive siano rimaste immutate l'aggiornamento dovrà contenere la dichiarazione, a firma del datore di lavoro, che tutte le variabili che possono condurre a un incremento del rischio sono rimaste immutate; si ritiene inoltre che debba essere allegata, all'aggiornamento del DVR, anche la documentazione necessaria alla verifica di tale dichiarazione come ad esempio un elenco degli interventi di manutenzione effettuati sulle attrezzature e sulle postazioni di lavoro, la verifica del mantenimento nel tempo dei requisiti ergonomici, l'assenza di patologie o disturbi associati all'esposizione.

SEZIONE D

GESTIONE DEL RISCHIO

D.1 Cosa si intende per “personale qualificato” e quali requisiti deve avere ai fini della corretta valutazione del rischio vibrazioni? (3.02)

Il personale qualificato risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio sulla base dei requisiti previsti dall'art.202 del D.Lgs. 81/2008 e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva secondo i requisiti imposti dallo stesso Decreto.

I requisiti di carattere generale che si intende debba possedere il “personale qualificato” sono quelli definiti nella FAQ 1.05.

Nello specifico, per quanto riguarda il rischio da esposizione a vibrazioni, si suggerisce di giudicare il personale qualificato in termini di competenza nell'applicare le norme di buona prassi, conoscenza delle tecniche e metodiche di valutazione e di misura, conoscenza e capacità di utilizzo della strumentazione adeguata secondo i requisiti previsti dall'art.202 del D.Lgs. 81/2008 e dalle norme tecniche di riferimento

Il D.Lgs.42/2017 ha definito la figura del Tecnico Competente in Acustica, con competenze in acustica degli ambienti esterni, di vita e di lavoro, acquisite tramite corsi erogati da Università e da enti formatori accreditati dalle regioni e ha istituito un albo nazionale (ENTECA, Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica), consultabile sul sito dell'Ispra all'indirizzo: <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>, con l'obbligo di aggiornamento professionale. Si fa presente che il programma di studi previsto dal D.Lgs.42/2017 in materia di valutazione del rischio vibrazioni nei luoghi di lavoro non è in genere idoneo a garantire il possesso delle competenze e conoscenze nell'applicare il complesso insieme di norme tecniche e/o di buona prassi richieste ai fini dell'espletamento della valutazione del rischio vibrazioni in ambito occupazionale, che richiede conoscenze e competenze non espressamente previste dal percorso di studi previsto per il conseguimento della qualifica di Tecnico Competente in Acustica.

D.2 Come dev'essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto alla valutazione del rischio da vibrazioni?

La Relazione Tecnica dovrà prevedere due Capitoli distinti, uno per HAV e l'altro per WBV pur con contenuti sostanzialmente analoghi.

Il Documento redatto sotto la responsabilità del Datore di lavoro a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato (con data certa o attestata) e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 del D.Lgs.81/2008 (ed in particolare identificare e suggerire le opportune misure di prevenzione e protezione da adottare con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi nonché il piano temporale delle azioni per la minimizzazione). Si fornisce di seguito uno

schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica, che dovrà essere redatta da "personale qualificato":

1. *Contenuti generali della Relazione Tecnica*

- obiettivo della valutazione
- luogo e data della valutazione / professionisti responsabili della valutazione;
- luogo / reparto di lavoro;
- caratterizzazione del luogo di lavoro con individuazione dei macchinari in grado di esporre a rischio vibrazioni e dei cicli di lavoro che prevedono l'uso di macchinari vibranti o esposizione a vibrazioni ;
- Censimento dei macchinari che espongono a vibrazioni (acquisire indicazioni riportate sui manuali di uso e manutenzione, dati costruttore, ecc.);
- Caratterizzazione delle condizioni di utilizzo dei macchinari: processi di lavoro, tempi di esposizione, posture; posture, etc. (FAQ C.2)
- Fonti informative dei singoli dati utilizzati per la valutazione dell'esposizione ;
- Elenco delle mansioni dei lavoratori esposti per ragioni professionali o di gruppi omogenei;

N.B.: Le indicazioni fornite dal fabbricante in relazione alle misure di tutela da mettere in atto ai fini della prevenzione rischio vibrazioni ed alla corretta manutenzione del macchinario, se presenti nel manuale di istruzioni, devono necessariamente essere prese in considerazione

1.1 *Nel caso siano effettuate misure:*

Come riferimento non cogente possono essere usati i moduli pubblicati nel PAF nel capitolo "Documenti per la fornitura dati" e comunque devono essere indicati:

- descrizione delle condizioni di utilizzo del macchinario: processo di lavoro, cicli di lavoro, stato manutentivo del macchinario;
- caratteristiche della strumentazione di misura e riferimenti dell'ultima taratura;
- indicazione modalità di fissaggio e posizionamento accelerometri;
- condizioni di misura: (es. tipo lavorazione, fondo stradale etc. vedi FAQ B.);
- durata delle misure.

2 *Risultati della Relazione Tecnica (giustificazione, misure e/o calcoli)*

- livelli di esposizione (dichiarati dal fabbricante e desunti dal manuale di istruzioni del macchinario, ovvero disponibili in banca dati PAF e/o misurati;

- Incertezze associate ai livelli di esposizione così disponibili;

3 Conclusioni con indicazione delle misure di prevenzione e protezione proposte

vanno almeno riportati:

- I lavoratori esposti a rischio vibrazioni e i livelli di rischio identificati con riferimento ai VA- VLE previsti dal DLgs.81/2008;
- le specifiche condizioni espositive ove siano riscontrabili incrementi espositivi rilevanti;
- gli interventi che si propone siano messi in atto dall'azienda, con indicazione dei soggetti preposti all'attuazione ed al controllo degli stessi ed in particolare:
 - o gli interventi strutturali, tecnici e/o procedurali ai fini della riduzione e del controllo complessivo del rischio vibrazioni, anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario
 - o le procedure di corretta installazione e manutenzione del macchinario e degli ausili presenti nelle postazioni di lavoro in relazione alla riduzione ed al controllo dell'esposizione a vibrazioni, inclusi i protocolli di manutenzione preventiva e periodica, se di interesse ai fini del controllo dell'esposizione a vibrazioni; (es. regolazione sedili; manutenzione dispositivi antivibrazioni etc.)
- le caratteristiche dei DPI che si propone siano adottati nelle differenti condizioni espositive, le procedure di utilizzo degli stessi, le modalità di acquisto e manutenzione degli stessi;
- Presenza di cofattori di incremento del rischio Vibrazioni e modalità di controllo /gestione degli stessi; (FAQ C.12)
- il piano proposto per il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza raggiunti;
- le procedure di acquisto e gestione del parco macchine, mirate alla riduzione del rischio vibrazioni;
- le procedure per la segnalazione di condizioni di suscettibilità individuale da parte dei lavoratori;
- Scadenza / periodicità della valutazione del rischio professionale da esposizione a Vibrazioni, in relazione all'entità del rischio riscontrato ed e delle misure di tutela predisposte.

Le eventuali carenze della Relazione Tecnica andranno successivamente superate nel Documento di valutazione del rischio; si raccomanda pertanto ai Datori di lavoro (responsabili del processo di valutazione) di esplicitare con chiarezza il mandato al personale qualificato (particolarmente se esterno) e di verificarne i contenuti della prestazione.

D.3a In quali casi è necessario effettuare specifica informazione e formazione?

L'obbligo da parte del Datore di lavoro di provvedere alla informazione/formazione dei lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici, come definiti all'art.180 del D.Lgs. 81/2008 (comprese le vibrazioni), è previsto dall'art.184 dello stesso decreto. Nel caso delle vibrazioni, diversamente dal rischio rumore, il Capo III non collega tale obbligo al superamento di predeterminati valori di esposizione.

Si fornisce pertanto l'indicazione che l'obbligo della informazione/formazione degli esposti a vibrazioni debba concretizzarsi quando la valutazione dei rischi non può concludersi con la cosiddetta "giustificazione" di non dover effettuare una valutazione dei rischi più dettagliata.

D.3b Quali sono i contenuti della informazione / formazione?

Sulla base delle norme generali contenute nei Titoli I e VIII del D.Lgs. 81/2008 si richiede che i lavoratori esposti a vibrazioni ricevano informazioni e una formazione adeguata con particolare riguardo:

- a) ai risultati della valutazione e delle misurazioni delle vibrazioni;
- b) al significato dei valori limite di esposizione e dei valori d'azione;
- c) alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate;
- d) alle misure adottate volte ad eliminare o a ridurre al minimo i rischi;
- e) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- f) all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie;
- g) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto ad una sorveglianza sanitaria;
- h) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione.

Se il fornire informazioni ai lavoratori è importante per renderli consapevoli dei rischi a cui sono esposti e coinvolgerli nell'attuazione delle soluzioni finalizzate alla prevenzione e alla riduzione degli stessi, la formazione e in particolare l'addestramento sono indispensabili per garantire che gli interventi preventivi, sia tecnici che procedurali, diano gli esiti voluti quando questi dipendono in larga misura da fattori soggettivi e comportamentali.

Le tecniche di lavoro del singolo operatore possono influenzare il rischio derivante dall'esposizione alle vibrazioni: un'attrezzatura in cattive condizioni o usata in modo errato richiede uno sforzo maggiore nell'utilizzo e quindi provoca un incremento nel rischio espositivo.

L'addestramento è necessario per spiegare quale è l'attrezzatura e l'utensile più adatto per un certo lavoro e qual è il modo migliore per utilizzarli così da evitare o contenere le vibrazioni.

Analogamente è indispensabile saper rilevare quando un utensile ha bisogno di manutenzione e di equilibratura, quando utilizzare i DPI, come dev'essere organizzato in modo ergonomico il posto di lavoro, quale postura è più opportuna, quali sintomi o disturbi segnalare al medico competente.

Tale informazione e formazione è indipendente da quella di carattere più generale prevista dagli artt. 36 e 37 del D.Lgs. 81/2008, che dovrà essere comunque indirizzata alla specifica realtà aziendale, alle attrezzature e macchinari effettivamente in uso, e alle misure di prevenzione e protezione adottate in quell'ambiente di lavoro: necessita quindi di metodi che vanno oltre gli interventi di aula, quali la simulazione in campo, l'accostamento con colleghi esperti, la verifica strumentale, la formulazione di istruzioni operative per ogni lavorazione o macchina che espone a rischio.

I principali soggetti coinvolti in questa opera sono il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) e il Medico Competente (MC) che dovranno avere cura di attivare questi interventi rivolti ai lavoratori esposti particolarmente all'assunzione, in occasione del cambio di mansione, dell'assegnazione di una nuova attrezzatura di lavoro, dell'introduzione di interventi tecnici organizzativi o procedurali volti alla riduzione del rischio, della consegna dei DPI e nel corso dell'effettuazione della sorveglianza sanitaria.

D.4a Quali interventi vanno comunque messi in atto qualora l'esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al sistema mano-braccio risulti inferiore ai valori di azione?

Attività lavorative che comportano l'impiego di strumenti vibranti, anche con esposizioni a un valore inferiore a quello che fa scattare l'azione, non escludono rischi di lesioni o traumi associati alle vibrazioni, soprattutto se l'esposizione avviene in presenza di importanti cofattori di rischio, quali elevate forze di prensione o di spinta, sforzo muscolare, sovraccarico biomeccanico degli arti superiori, basse temperature o in presenza di particolari condizioni di suscettibilità individuale al rischio. (C.15) Si ricorda in merito che nel caso delle vibrazioni i valori di azione non possono essere considerati "livelli di sicurezza" e che le condizioni e le modalità espositive dovranno sempre essere prese attentamente in considerazione ai fini della valutazione del rischio, come prescritto dalla normativa vigente, anche se i valori di esposizione giornalieri dovessero risultare inferiori ai valori di azione. I principali elementi da valutare al riguardo nell'ambito del rapporto di valutazione dei rischi da vibrazioni e che andranno tenuti sotto controllo mediante la predisposizione di idonee procedure di acquisto, manutenzione e gestione dei macchinari sul luogo di lavoro nei quattro anni che intercorrono tra una valutazione e la successiva, sono indicati alla FAQ C.2; C.15

D.4b Quali interventi vanno comunque messi in atto qualora l'esposizione a vibrazioni (A8) trasmesse al corpo intero risulti inferiore ai valori di azione?

Attività lavorative a bordo di mezzi o svolte in presenza di vibrazioni, anche con esposizioni a un valore inferiore a quello che fa scattare l'azione, non escludono rischi di lesioni o traumi associati alle vibrazioni, soprattutto se avvengono in presenza di importanti cofattori di rischio, quali sovraccarico biomeccanico del rachide, posture incongrue, basse temperature o in presenza di particolari condizioni di suscettibilità individuale al rischio (cfr. FAQ C.2; C.15).

Si ricorda in merito che nel caso delle vibrazioni i valori di azione non possono essere considerati "livelli di sicurezza" e che le condizioni e le modalità espositive dovranno sempre essere prese attentamente in considerazione ai fini della valutazione del rischio, come prescritto dalla normativa vigente, anche se i valori di esposizione giornalieri dovessero risultare inferiori ai valori di azione. (FAQ C.15)

Le lavorazioni a bordo di macchinari mobili o mezzi di locomozione comportano non solo l'esposizione alle vibrazioni a tutto il corpo, ma anche a numerosi altri fattori che provocano tensioni alla schiena, alle spalle o al collo e che rappresentano importanti co-fattori di rischio per tali organi e apparati. Tra le misure preventive da adottare si segnalano le seguenti:

- migliorare la cabina conducente in relazione alla postura di guida.
- La postura può essere migliorata ad esempio:
 - o consentendo ai conducenti una migliore visibilità dal loro posto in cabina (per ridurre al minimo il movimento di torsione del dorso e del collo);
 - o riposizionando le leve di comando della macchina (per ridurre al minimo la frequenza delle tensioni);
 - o installando nel veicolo un sedile regolabile per tutti i tipi di conducenti e adatto allo spazio disponibile in cabina e al lavoro che si sta realizzando;
 - o utilizzando cinture di sicurezza per consentire al conducente di assumere la posizione più corretta, sostenendo il dorso;
- facilitare e rendere ergonomiche e sicure le attività di sollevamento o movimentazione di materiale in presenza di vibrazioni (ad esempio, nel caso di lavorazioni a bordo di navi, su piattaforme o su mezzi di trasporto);
- prevedere ausili in caso di movimenti imprevisti favorendo la possibilità di mantenere l'equilibrio in presenza di vibrazioni (come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci etc.);
- evitare condizioni climatiche sfavorevoli.

D.5 Come comportarsi all'esito della valutazione del rischio da vibrazioni?

La valutazione del rischio da vibrazioni può portare a quattro diversi esiti, anche combinati tra loro, sulla base delle differenti condizioni espositive del gruppo omogeneo di riferimento. A seconda dell'esito derivano diversi aspetti cui il datore di lavoro deve adempiere, riassunti nella tabella seguente. Si specifica che le misure di prevenzione associate alle diverse fasce di rischio, devono essere lette come additive rispetto a quelle previste per le classi di rischio precedenti (p.es. in caso di rischio medio le misure di prevenzione associate sono quelle relative al rischio trascurabile sommate a quelle per il rischio basso sommate a quelle per il rischio medio.)

Classe di rischio	Misure di prevenzione associate
<i>"giustificazione"</i>	Rischio trascurabile: Informazione e formazione di carattere generale (artt. 36-37 del D.Lgs. 81/2008)(FAQ C.3)
$A(\beta) \leq \text{Valore d'Azione (VA)}$ e a_w e $a_{hv} \leq \text{Valore limite su periodi brevi (VLPB)}$	LIVELLO DI RISCHIO I: INFERIORE AL VALORE DI AZIONE Informazione e formazione specifica su uso corretto e sicuro attrezzature e addestramento uso dispositivi ausiliari se presenti (es. regolazione sedili, manutenzione dispositivi antivibranti etc. (cfr. FAQ D.3b). sorveglianza sanitaria in presenza di condizioni particolari o per soggetti con suscettibilità individuali da parte del Medico Competente - MC (cfr. FAQ A.6) Procedure per l'acquisto, manutenzione, gestione del parco macchine mirate al controllo rischio vibrazioni (tenuto conto anche di quanto scritto nel manuale di istruzioni ed uso dei macchinari). Predisposizione procedure affinché la lavorazione con ciascun macchinario che espone a vibrazioni avvenga in posture di lavoro corrette e modalità operative ergonomiche (FAQ C.12). Predisposizione di eventuali attrezzature o metodiche alternative per ridurre il rischio associato all'uso dei macchinari vibranti. Controllo delle condizioni di lavoro particolari come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità. Predisposizione specifiche misure di tutela qualora le vibrazioni interferiscano con le attività lavorative compromettendo sicurezza o prestazioni (es. a bordo di mezzi, piattaforme etc.) (FAQ C.14). Predisposizione procedure ad hoc per la tutela dei soggetti in condizioni di suscettibilità individuale (FAQ C.10).
$VA < A(\beta) \leq VL$ e a_w e $a_{hv} \leq VLPB$	LIVELLO DI RISCHIO II: SUPERIORE AL VALORE DI AZIONE: IN AGGIUNTA A QUANTO PREVISTO AL LIVELLO I
$A(\beta) > \text{Valore limite (VL)}$ o a_w e $a_{hv} > VLPB$	Rischio inaccettabile: IN AGGIUNTA A QUANTO PREVISTO AL LIVELLO II
Legenda:	VA= valore d'azione (HAV = 2.5 m/s ² - WBV = 0.5 m/s ²) VLE= valore limite d'esposizione (HAV = 5 m/s ² - WBV = 1 m/s ²) VLPB= Valore limite su periodi brevi (HAV = 20 m/s ² - WBV = 1.5 m/s ²)

D.6a In quali casi è richiesto che si valuti la possibilità di ridurre il rischio associato all'esposizione a vibrazioni?

Si ricorda che ai sensi dell'art. 202 del D.Lgs. 81/2008 la valutazione del rischio vibrazioni deve prendere in esame, per qualsiasi lavorazione che avvenga in presenza di vibrazioni, indipendentemente dal fatto che si sia superato o meno il valore di azione, i seguenti fattori:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- c) gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio (cfr. FAQ A);
- d) gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature (cfr. FAQ A);
- e) le informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro ai sensi della Direttiva Macchine;
- f) l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione a vibrazioni meccaniche;
- h) condizioni di lavoro particolari come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide. (cfr. FAQ A).

In particolare, la finalità di ridurre il rischio derivante dall'esposizione a vibrazioni nel suo complesso, sia per quanto riguarda gli effetti diretti che per gli effetti indiretti e i cofattori di rischio ergonomici, dev'essere parte integrante della valutazione del rischio in relazione all'applicazione di quanto prescritto alle lettere c), d), e) ed f) del succitato comma 5 dell'articolo 202 del D.Lgs. 81/2008.

Si sottolinea che ai fini della riduzione del rischio vibrazioni bisognerà attentamente prendere in esame le informazioni fornite dal costruttore dell'apparecchiatura ai sensi della Direttiva Macchine, come prescritto alla lettera e), al fine di mettere in atto le appropriate procedure operative e manutentive mirate alla riduzione del rischio vibrazioni laddove queste siano fornite dai costruttori come prescritto dalla Direttiva Macchine.

D.6b Quali elementi devono essere presenti nel programma delle misure tecniche e organizzative ex art. 203, comma 1, del D.Lgs. 81/2008, quando si superano i valori d'azione? (3.15)

Il programma delle misure tecniche ed organizzative ex art.203, comma 1, spesso definito anche programma aziendale di riduzione dell'esposizione (PARE), dev'essere presente nel Documento di valutazione di tutte le aziende che hanno esposti al di sopra dei valori di azione.

Come prima indicazione si consiglia che contenga almeno i seguenti elementi:

- elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori di azione, descritti tanto con i livelli di accelerazione presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;
- misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di A(8);
- tempi di attuazione di ogni singola misura;
- funzione aziendale e persona incaricata dell'attuazione della singola misura;
- modalità di verifica dei risultati;
- data e risultati della verifica.

D.7 Esistono Dispositivi di Protezione Individuale per il rischio da vibrazioni meccaniche?

Nel caso delle vibrazioni HAV la risposta è sì.

Trattasi dei guanti antivibranti, che devono soddisfare i seguenti requisiti:

- a) devono essere marcati CE;
- b) devono essere certificati secondo la norma di prodotto EN ISO 10819:2013, recepita in Italia come UNI EN ISO 10819:2013 "Vibrazioni meccaniche e urti - Vibrazioni al sistema mano-braccio - Metodo per la misurazione e la valutazione della trasmissibilità delle vibrazioni dai guanti al palmo della mano";
- c) devono riportare sulla confezione o su una scheda tecnica allegata i dati di certificazione;
- d) devono essere conformi al Regolamento 2016/425/UE sui DPI.

In particolare, per quanto riguarda i dati di certificazione, la UNI EN ISO 10819 recita:

"Un guanto non va considerato 'guanto antivibrazione' secondo la presente norma se non rispetta entrambi i seguenti criteri:

$$\bar{T}_M \leq 0,9 \text{ e } \bar{T}_H \leq 0,6$$

dove \bar{T}_M e \bar{T}_H sono, rispettivamente, la trasmissibilità media del guanto alle frequenze medie e alte dello spettro. Una trasmissibilità di 0.9 corrisponde a una attenuazione delle vibrazioni trasmesse alla mano del 10%, mentre una trasmissibilità di 0.6 corrisponde a una attenuazione del 40%.

Si ricorda che, qualora il guanto da lavoro debba proteggere anche da altri rischi, deve avere una certificazione multipla. Ad esempio: un guanto di protezione da vibrazioni e da **abrasione, taglio da lama, strappo e perforazione**, deve essere certificato UNI EN ISO 10819 e UNI EN 388.

L'efficacia del guanto ai fini della riduzione dell'esposizione a vibrazioni dipende dal tipo di utensile utilizzato. Sul Portale Agenti Fisici alla sezione Prevenzione e Protezione è riportata una tabella che riporta le indicazioni sull'attenuazione

prodotta dai guanti antivibrazione per la maggior parte degli utensili vibranti di comune impiego.

Per quanto riguarda le vibrazioni WBV, la risposta è no.

Non esistono attualmente DPI di protezione per le vibrazioni trasmesse al corpo intero. I sedili antivibranti, che possono essere un valido presidio protezionistico, non rientrano in tale categoria, oggetto di applicazione del capo II "Uso dei dispositivi di protezione individuale" del Titolo III e dell'Allegato VIII del D.Lgs. 81/08. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla linea guida INAIL 2018 (ref)

SEZIONE E

VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI

E.1 A quali condizioni può essere concessa deroga da parte delle ASL al rispetto dei valori limite consentendo il calcolo del livello di esposizione su base settimanale (A(40)) anziché giornaliera (A(8)), come previsto dall'art.205, comma 2 del D.Lgs. 81/2008?

L'art.306, comma 3, secondo periodo, del D.Lgs. 81/2008 specifica che la deroga all'obbligo del rispetto dei valori limite di esposizione (fino al 6 luglio 2010) vale esclusivamente per le attrezzature di lavoro, messe a disposizione dei lavoratori anteriormente al 6 luglio 2007, per le quali risulti comprovato che non è possibile il rispetto dei valori limite di esposizione tenuto conto del progresso tecnico (vale a dire che sono state acquistate secondo lo stato dell'arte di quel momento) e delle misure organizzative (effettivamente) messe in atto. Le misure organizzative messe in atto devono essere quelle concretamente attuabili.

L'art.306, comma 3, del D.Lgs. 81/2008 al terzo periodo proroga l'entrata in vigore dell'obbligo del rispetto del valore limite di esposizione alle vibrazioni per il settore agricolo forestale al 6 luglio 2014, fermo restando che sia comprovata l'impossibilità in relazione al progresso tecnico ed alle misure organizzative concretamente attuabili. Tutti gli altri obblighi previsti dal Capo III sono comunque in vigore.

Le condizioni previste dall'art.205 del D.Lgs. 81/2008 per l'ottenimento della deroga al rispetto dei Valori limite di esposizione sono:

1. l'esposizione a vibrazioni meccaniche (A(8)) deve essere abitualmente inferiore ai valori di azione, tanto per HAV quanto per WBV;
2. il superamento dei valori limite di esposizione deve essere occasionale;
3. il valore dell'esposizione calcolata su un periodo di 40 ore A(40) deve risultare inferiore ai valori limite;
4. si deve poter dare dimostrazione con elementi probanti che i rischi derivanti dal tipo di esposizione sono inferiori a quelli derivanti dal livello di esposizione corrispondente ai valori limite di esposizione;
5. si deve provvedere all'intensificazione della sorveglianza sanitaria;
6. occorre, comunque, operare per ridurre al minimo i rischi, tenuto conto delle particolari circostanze.

Tali condizioni fanno quindi riferimento ad attività/mansioni che non comportano normalmente una significativa esposizione occupazionale a vibrazioni e che possono determinare situazioni espositive non consuete, fortuite, che non fanno parte del normale ciclo di lavoro, in cui l'A(8) può superare i valori limite.

E.2 Quali sono gli obblighi dei fabbricanti di attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio da vibrazioni e all'informazione sui valori di vibrazione emessi?

Gli obblighi dei fabbricanti (che la legge associa a quelli dei fornitori) sono di produrre, vendere, noleggiare e concedere in uso attrezzature di lavoro che siano rispondenti alle vigenti disposizioni legislative e regolamentari in materia di salute e sicurezza sul lavoro.

In generale i costruttori debbono immettere sul mercato attrezzature che rispettino i RES dell'allegato 1 della nuova direttiva macchine (recepita in Italia con il D.Lgs. 17/2010) e *"non pregiudicano la sicurezza e la salute delle persone e, all'occorrenza, degli animali domestici o dei beni, quando sono debitamente installate, mantenute in efficienza e utilizzate conformemente alla loro destinazione o in condizioni ragionevolmente prevedibili"*.

In merito alle vibrazioni e in sintesi i costruttori hanno l'obbligo di far sì che:

- la macchina sia progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni emesse siano ridotti al livello minimo, in particolare alla fonte, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi (punto 1.5.9 dell'Allegato 1 della nuova direttiva macchine);
- il sedile deve essere progettato per ridurre le vibrazioni al livello più basso ragionevolmente possibile (punto 1.1.8. dell'Allegato 1 della nuova direttiva macchine);
- nelle istruzioni per l'uso vanno infine indicate (punto 3.6.3.1. dell'Allegato 1 della nuova direttiva macchine), precisando l'incertezza di misura:
 - per HAV il valore di a_{wsum} quando superi $2,5 \text{ m/s}^2$; se tale livello è inferiore o pari a $2,5 \text{ m/s}^2$, occorre indicarlo;
 - per WBV il valore di a_{wmax} quando superi $0,5 \text{ m/s}^2$; se tale livello è inferiore o pari a $0,5 \text{ m/s}^2$, occorre indicarlo.

E.3 Come deve essere gestito il rischio derivante da "vibrazioni" nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?

Il Piano Operativo di Sicurezza (POS) costituisce il documento di valutazione dei rischi (DVR) di cui all'articolo 17 del D.Lgs. 81/2008, in riferimento alle attività edilizie e al singolo cantiere interessato. Tra i rischi cui i lavoratori edili dell'impresa possono essere soggetti nello svolgimento delle lavorazioni in uno specifico cantiere, il rischio vibrazioni è largamente presente, date le caratteristiche delle attrezzature di lavoro tipiche del comparto edilizia sia per quanto riguarda HAV (quali ad esempio trapani, martelli pneumatici e aghi vibranti per il calcestruzzo) sia per quanto riguarda WBV (quali ad esempio macchine movimento terra, veicoli da cantiere, autocarri e betoniere). La valutazione dei rischi dovrà essere pertinente alle attività effettivamente svolte e alle attrezzature realmente utilizzate dai lavoratori. La valutazione potrà essere eseguita in tutte le modalità prevista dall'art. 202 del D.Lgs. 81/2008 e

dovrà contenere anche le misure di prevenzione e protezione previste per la riduzione del rischio.

Nel caso di cantiere di lunga durata, o quando vi è la presenza, anche non contemporanea, di più imprese, dev'essere redatto anche il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC). Redatto dal coordinatore per la progettazione, il PSC è costituito da una relazione tecnica in merito all'opera da realizzare e dalle prescrizioni finalizzate alla prevenzione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori per tutte le attività interferenti. Per la redazione del PSC, che riguarda l'intero cantiere, i datori di lavoro delle diverse imprese che operano alla realizzazione dell'opera devono fornire il proprio POS, e verificare che lo stesso non sia in contrasto con le misure in esso contenute.

Il PSC dovrà riportare le misure di prevenzione previste nelle fasi di interferenza delle lavorazioni e dovute alla presenza di più imprese. L'impresa affidataria, in quanto capofila dell'appalto, vigilerà affinché siano rispettati i contenuti del PSC. Anche i lavoratori autonomi, coinvolti nella realizzazione dell'opera, parteciperanno all'attuazione delle misure di prevenzione previste, e nell'utilizzo delle attrezzature, proprie, o in comodato d'uso da parte delle aziende appaltatrici, dovranno mettere in atto le misure di mitigazione del rischio. In riferimento al rischio vibrazioni occorrerà fare particolare attenzione all'utilizzo di attrezzature vibranti da parte di più lavoratori e/o imprese e al mantenimento nel tempo dell'efficacia dei dispositivi antivibranti. In riferimento al rischio vibrazioni al corpo intero importanza avranno la condizione delle aree di cantiere su cui transiteranno i mezzi: una buona manutenzione del terreno potrà ridurre sensibilmente il rischio di vibrazioni al corpo intero.

Anche nel caso in cui non si tratti di lavorazioni comprese nel titolo IV del D.Lgs. 81/2008 (cantieri) possono verificarsi situazioni di interferenza nelle lavorazioni e, in questo caso, trova applicazione quanto previsto dall'art. 26 del D.Lgs. 81/2008. Nel caso di lavorazioni interferenti tra più imprese e/o lavoratori autonomi il datore di lavoro dell'impresa committente dovrà redigere il DUVRI, documento di Valutazione dei Rischi Interferenti, in cui dovranno essere presenti anche la valutazione e le modalità di prevenzione dei rischi da interferenza dovuti all'esposizione alle vibrazioni. Si sottolinea che per lavorazioni interferenti è da considerarsi non solo lo svolgimento della singola lavorazione, ma anche la condizione di macchine e attrezzature e l'utilizzo degli stessi ambienti di lavoro; ciò può trovare per esempio applicazione nel caso di condivisione di piattaforme vibranti bordo macchina o presenza di macchinari che possono comportare vibrazioni strutturali, come le grandi presse del comparto metallurgico.

E.4 Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature che emettono vibrazioni?

Le misure generali di tutela prevedono la riduzione dei rischi alla fonte, e la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o lo è meno. La scelta di attrezzature di lavoro concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni dev'essere sempre adottata dal datore di lavoro, ed è prevista anche nel dettaglio delle misure di prevenzione del rischio specifiche che devono essere adottate al superamento del valore d'azione (art. 203 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 81/2008). Il fabbricante è tenuto a fornire i valori di a_{wsum} (per HAV) oppure a_{wmax} (per WBV) in caso di superamento dei valori di azione, ovvero dichiararne il non superamento. (FAQ E.2).

I valori di vibrazioni dichiarati dal costruttore (FAQ E2) corrispondono a situazioni di prova ben definite, e il datore di lavoro dovrà tenerne conto in relazione alle proprie condizioni di utilizzo. La norma tecnica UNI EN 12096:1999 riporta le informazioni sui dati di vibrazione e sul prodotto che devono essere riportate nella documentazione tecnica fornita dal fabbricante all'utente, le condizioni di prova e l'incertezza del dato fornito in caso di superamento del valore d'azione.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alle informazioni che riguardano la progettazione antivibrante della macchina/attrezzatura e, in particolare, se la macchina/attrezzatura in considerazione comprende già accessori di riduzione delle vibrazioni o se debbono essere acquistati a parte, se gli elementi di riduzione delle vibrazioni sono compatibili con lo svolgimento delle proprie lavorazioni, se è prevista la sostituzione periodica degli elementi di riduzione delle vibrazioni in relazione al loro possibile degrado (es: ore di utilizzo).

In riferimento alle HAV, oltre a selezionare utensili che esponano a ridotti livelli di vibrazioni, la scelta va operata nel rispetto dei principi ergonomici, tenendo presente anche il peso dell'utensile, il modello e il confort di eventuali maniglie, l'impugnatura e la forza prensile, la facilità d'uso e di manipolazione, il freddo a contatto con la superficie dell'impugnatura, il rumore emesso, la polvere prodotta, l'aria che fuoriesce da utensili pneumatici.

In riferimento alle macchine che possono esporre al rischio WBV è importante richiedere in sede di acquisto che la cabina di guida sia montata su molle per smorzare le vibrazioni, che il sedile di guida sia dotato di ammortizzatori per la riduzione delle vibrazioni e che possa essere regolato in base all'altezza del conducente.

In fase di acquisto di una nuova macchina/attrezzatura dovranno quindi essere interpellati più produttori e i dati di certificazione e di vendita, le istruzioni per l'uso e la manutenzione dovranno essere confrontati in modo tale da poter

scegliere l'attrezzatura di lavoro a minor rischio possibile in relazione all'utilizzo previsto.

E.5 Quali degli effetti avversi sulla salute associati all'esposizione a vibrazioni sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?

a) VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO/BRACCIO

Nel D.M. 10 giugno 2014 [G.U. n. 212 del 12 settembre 2014], che riporta l'aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi dell'art. 139 del D.P.R. 1124 [1965], le patologie da vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio sono inserite nella lista I (gruppo 2 – malattie da agenti fisici), ovvero la lista contenente le malattie la cui origine lavorativa è considerata di elevata probabilità.

In particolare sono citate le seguenti patologie:

- (i) sindrome di Raynaud secondaria (angioneurosi delle dita delle mani);
- (ii) osteoartropatie (polso, gomito, spalla);
- (iii) sindrome del tunnel carpale;
- (iv) altre neuropatie degli arti superiori;
- (v) tendiniti-tenosinoviti del segmento mano-polso.

Tuttavia, nella tabella delle malattie professionali indennizzabili nell'industria e nell'agricoltura (D.M. 9 aprile 2008) la lista delle malattie causate dalle vibrazioni mano-braccio è più contenuta e comprende le seguenti condizioni limitatamente per quelle lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano l'impiego di utensili, attrezzature, macchine ed apparecchi che trasmettono vibrazioni al sistema mano-braccio:

- a) sindrome di Raynaud secondaria delle dita delle mani;
- b) osteoartropatie (polso, gomito, spalla);
- c) neuropatie periferiche (nervi mediano e ulnare)

b) ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO (WBV)

MALATTIE PROFESSIONALI TABELLATE

Nel D.M. 10 giugno 2014 [G.U. n. 212 del 12 settembre 2014], che riporta l'aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi dell'art. 139 del D.P.R. 1124 [1965], le patologie da vibrazioni trasmesse al corpo intero sono inserite nella lista II (gruppo 2 – malattie da agenti fisici), ovvero la lista contenente le malattie la cui origine lavorativa è considerata di limitata probabilità. In tale lista sono indicate le spondilodiscopatie del tratto lombare per esposizione a vibrazioni trasmesse al

corpo intero per le attività di guida di automezzi pesanti e conduzione di mezzi meccanici.

Nella tabella delle malattie professionali indennizzabili nell'industria e nell'agricoltura (D.M. 9 aprile 2008), l'ernia discale lombare è indicata come malattia professionale causata dalle vibrazioni al corpo intero nel caso di lavorazioni svolte in modo non occasionale con varie tipologie di macchine quali (i) industria: macchine movimentazione materiali vari, trattori, gru portuali, carrelli sollevatori (muletti), imbarcazioni per pesca professionale costiera e d'altura; (ii) agricoltura: trattori, mietitrebbia, e vendemmiatrice semovente,

BIBLIOGRAFIA

Commissione Europea Guida non vincolante alle buone pratiche per l'applicazione della direttiva 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) - 2007

UNI EN 1032:2009 Vibrazioni meccaniche - Esame di macchine mobili allo scopo di determinare i valori di emissione vibratoria

UNI ISO 2631-1:2014 Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali.

ISO 2631-2:2003 Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz).

ISO 2631-5:2018 Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Method for evaluation of vibration containing multiple shocks.

UNI ISO 5348:2007 Vibrazioni meccaniche e urti - Montaggio meccanico degli accelerometri.

UNI EN ISO 5349-1:2004 Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 1: Requisiti generali.

UNI EN ISO 5349-2:2015 Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro.

UNI 9614:2017 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.

UNI EN ISO 10819:2013 Vibrazioni meccaniche e urti - HAV - Metodo per la misurazione e la valutazione della trasmissibilità delle vibrazioni dai guanti al palmo della mano.

UNI EN ISO 10326-1:2016 Vibrazioni meccaniche - Metodo di laboratorio per la valutazione delle vibrazioni sui sedili dei veicoli - Parte 1: Requisiti di base.

UNI EN 12096:1999 Vibrazioni meccaniche - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria.

UNI CEN/TR 15172:2008 WBV - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazione - Parte 2: Misure di prevenzione sul posto di lavoro.

UNI CEN/TR 15350:2013 Vibrazioni meccaniche - Linee guida per la valutazione dell'esposizione al sistema mano-braccio partendo dalle informazioni disponibili, comprese quelle fornite dal fabbricante della macchina.

UNI ISO/TR 18570:2018 Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione umana alla vibrazione trasmessa al sistema mano-braccio - Metodo supplementare per valutare il rischio di lesione vascolare.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV 5/2017 Hand-arm vibration: Exposure to isolated and repeated shock vibrations – Review of the International Expert Workshop 2015 in Beijing www.dguv.de

Ulteriori approfondimenti bibliografici sono disponibili sul Portale Agenti Fisici alla sezione Vibrazioni/documentazione

www.portaleagentifisici.it

CREDITS

Il testo è stato redatto dal Gruppo di lavoro Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico Interregionale - INAIL - ISS composto da:

Iole Pinto (Azienda USL Toscana Sud Est) Coordinatrice Gruppo Tematico Agenti Fisici

Sandra Bernardelli (Emilia Romagna);
Andrea Bogi (Toscana);
Silvia Goldoni (Emilia Romagna);
Paolo Lenzuni (INAIL);
Nicola Marisi (Abruzzo);
Pietro Nataletti (INAIL);
Francesco Picciolo (Toscana)
Nicola Stacchini (Toscana);
Angelo Tirabasso (INAIL);
Pierangelo Tura (Piemonte);

Si ringraziano gli esperti che hanno fattivamente contribuito alla stesura ed alla revisione del documento:

Massimo Bovenzi (Università degli Studi di Trieste)

Referenti Regione Toscana:

Giovanna Bianco, Elisabetta De Melis, Trofimen Galibardi; Vincenzo Di Benedetto