



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
**FEDERICO II**

**FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**

**DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA**

**MASTER DI II LIVELLO IN MEDICINA AEROSPAZIALE**

**TESI DI DIPLOMA**

**LA TRIPLICE IDONEITA' DEL PERSONALE NAVIGANTE**

**Relatore**

**Col. Dott. Fabio MORGAGNI**

**Candidato**

**Dott. Carmine Michele ANSALONE**

**Matricola n. ZXW000009**

**Anno Accademico 2020-2021**

## INDICE

INTRODUZIONE.....	pag. 1
RISCHI DEL PERSONALE NAVIGANTE SECONDO IL D. LGS 81/08.....	pag. 5
RISCHI DA ESPOSIZIONE A RADIAZIONI IONIZZANTI SECONDO IL D.LGS 101/2020.....	pag. 12
CERTIFICAZIONE AEROMEDICA - IDONEITA' AL "VOLO" .....	pag. 33
ALCOL E STUPEFACENTI .....	pag. 45
CONSIDERAZIONI FINALI .....	pag. 46
BIBLIOGRAFIA .....	pag. 47

## INTRODUZIONE

L'ambiente aeronautico rappresenta una realtà particolare in cui si trovano convergere numerose tipologie di rischio; per tale ragione costituisce un ambiente di lavoro impegnativo che deve essere studiato a fondo con l'intento di sviluppare una rigorosa valutazione di tutti i rischi presenti al fine di una maggior tutela della salute dei lavoratori naviganti.

Gli aeromobili sono mezzi di trasporto pubblico con un rischio potenziale quale il volo, e per effetto di questa particolare condizione esso è più vulnerabile a livello strutturale ad eventuali inconvenienti tecnici ed ambientali che produrrebbero in volo effetti amplificati rispetto a quelli al suolo.

Per essere impiegati gli aeromobili devono rispondere a numerose norme di certificazione Europee , internazionali ed alle prescrizioni aggiuntive stabilite dal Ministero dei Trasporti Italiano, attraverso l'Autorità di certificazione (ENAC).

Le norme di certificazione impongono al costruttore, in fase di progettazione, realizzazione e durante la vita operativa (attraverso i programmi di manutenzione) anche il rispetto di specifici standard di sicurezza ed igiene dell'ambiente di lavoro, tra cui:

- disponibilità d'impianti/sistemi d'avviso/estinzione incendio in cabina e nelle toilette;

- utilizzo di materiali che non siano pericolosi per la salute (es. cancerogeni) e che siano resistenti alle fiamme/fuoco per garantire la sopravvivenza in caso d'incendio;
- impianti di condizionamento che assicurino (sia in condizioni normali sia d'emergenza) le previste prestazioni minime riguardo al "microclima" a bordo (flusso/ricircolo d'aria, qualità dell'aria, tasso d'umidità, ecc.);
- sistemi di bordo ed impianti di condizionamento, dotati di specifici filtri, che assicurino il non superamento delle percentuali massime di certificazione del CO e del CO<sub>2</sub> e la quasi totale eliminazione d'inquinanti (Ozono, Polveri, Idrocarburi, Cancerogeni, ecc.),
- trattamento acustico della cabina (es. con materiali fonoassorbenti) per garantire oltre al confort dei passeggeri e dell'equipaggio, che non sia superati, durante l'attività, i livelli di rumore dannosi per la salute.

L'Operatore non è autorizzato ad installare, modificare o utilizzare a bordo apparati/sistemi che non fanno parte delle dotazioni certificate del velivolo.

Per le proprie attività di verifica sull'igiene dell'ambiente di lavoro dell'aeromobile gli strumenti utilizzati devono essere certificati dall'ENAC per la non interferenza con i sistemi di bordo.

Al fine comunque di soddisfare l'esigenza di garantire condizioni di sicurezza e salute sul luogo di lavoro, del personale di condotta (PILOTI) e cabina (ASSISTENTI di VOLO) la valutazione dei rischi deve essere eseguita seguendo rigorosamente il quadro normativo di riferimento nazionale e internazionale secondo alcuni principi:

- la valutazione deve essere considerata per tutte le fasi dell'attività regolamentate da norme specifiche relative al trasporto aereo, che sanciscono, tra l'altro, un rigoroso sistema di prevenzione tecnica, organizzativa, procedurale e sanitaria;
- la valutazione deve essere effettuata per quei segmenti di attività da estrapolare dall'attività di volo, per i quali l'esercente del trasporto aereo può esercitare un margine di discrezionalità nella scelta dei servizi commerciali di bordo da offrire alla propria clientela;
- la valutazione dei rischi deve essere eseguita per quella sfera di attività che pur essendo propedeutica o complementare al volo, viene svolta dal personale navigante di bordo dell'aeromobile in sosta.

Per la molteplicità dei rischi il personale navigante è soggetto a una triplice Sorveglianza Sanitaria con espressione di tre Giudizi di Idoneità alla mansione specifica. I rischi lavorativi si possono suddividere in tre gruppi che rispondono a tre normative differenti:

1. D. Lgs 81/08 e s.m. per quanto riguarda i rischi presenti nell'attività di volo o al suolo comprendenti tutte le attività che si svolgono sul velivolo e attorno ad esso ( in volo, sul piazzale

aeroportuale, in hangar, ecc.) correlati quindi all'ambiente, al tipo di velivolo, all'ala fissa o rotante ecc.

2. D. Lgs 101/2020 per quanto riguarda i rischi legati all'esposizione a Radiazioni Ionizzanti che sono presenti in quota come radiazione cosmica e aumentano all'aumentare dell'altitudine (per tale ragione di pertinenza ai voli con ala fissa e non con ala rotante)

3. Regolamento Basico UE 1178/2011 modificato dal Regolamento UE 290/2012 e Regolamento UE 27/2019, Regolamento ENAC 2018 e successiva Circolare Enac del 10/01/2020 per quanto riguarda i requisiti psico-fisici che devono possedere il personale navigante differenti per tipologia di licenza.

In aggiunta a quanto sopra riportato vengono inoltre eseguiti i controlli ematici, urinari e alcoli metrici riguardanti il divieto di abuso e utilizzo di sostanza alcoliche e stupefacenti per alcune tipologie di lavoro e mansioni tra cui Piloti e Controllori di volo sulla base dell' Accordo della Conferenza Stato –Regioni del 2008 e il Regolamento UE 1042/2018 modificato dal Regolamento UE 968/2012.

## **RISCHI DEL PERSONALE NAVIGANTE SECONDO**

### **D. LGS 81/08**

L'analisi dei rischi secondo il D.Lgs 81/08 modificato dal D. Lgs 106/09 è suddivisa nelle seguenti tipologie:

- analisi dei rischi derivante da elementi strutturali (es. intralci, segnaletica, pavimentazione, scale, etc.);
  - analisi dei rischi derivante dalla organizzazione del lavoro e della mansione specifica;
  - analisi dei rischi riguardanti l'igiene del lavoro, gli agenti biologici, gli agenti cancerogeni, gli agenti chimici, il microclima, la movimentazione manuale dei carichi, le radiazioni, il rumore, l'illuminazione ecc.;
  - analisi di rischi derivanti dall'utilizzo di singole attrezzature o impianti;
  - analisi dei rischi derivanti da incendio e/o situazioni di emergenza;
- L'individuazione dei rischi deve necessariamente prevedere sopralluoghi in tutti gli ambienti di lavoro.

Per la predisposizione del documento di valutazione dei rischi il Servizio di Prevenzione e Protezione (SPP), attraverso la collaborazione del Medico Competente del personale navigante, deve:

1. analizzare l'ambiente di lavoro, l'organizzazione del lavoro e le singole mansioni,
2. individuare i pericoli presenti nei luoghi di lavoro

3. individuare la gravità del danno derivante da ogni pericolo individuato utilizzando sistemi di misurazione e/o quantificamene riconosciuti;
4. stima della probabilità di accadimento di questi danni
5. individuare i lavoratori esposti ai fattori di rischio, come “gruppi omogenei di lavoratori” vale a dire insieme di lavoratori che svolgono attività e mansioni identiche od analoghe e che sono esposti agli stessi rischi lavorativi;
6. esprimere un giudizio conclusivo e descrivendo gli interventi e le misure di prevenzione e protezione che si intendono attuare al fine di migliorare la sicurezza e la salute dei lavoratori;
7. infine occorre specificare le priorità e i tempi di attuazione previsti;

Al termine del processo di valutazione dei rischi sono raccolte in una scheda tutte le informazioni relative alle mansioni di ciascun lavoratore identificando:

- numero dei lavoratori appartenenti ai diversi gruppi omogenei di lavoratori
- la mansione, la qualifica e l'abilitazione specifica posseduta dal lavoratore
- una breve descrizione delle attività
- il luogo di svolgimento delle attività
- le attrezzature impiegate
- tempi ed organizzazione del lavoro descrivendo le varie fasi del ciclo lavorativo



- descrivendo i fattori di rischio chimico, fisico e biologico con il quale il lavoratore viene in contatto nel corso delle operazioni lavorative
- le misure di prevenzione e protezione già in essere e da attuare
- gli infortuni possibili e le patologie riconducibili allo svolgimento della singola operazione
- la gravità del danno (ovvero della lesione, patologia o della malattia professionale) derivante dal verificarsi dell'infortunio
- la probabilità P di accadimento dell'infortunio o della malattia professionale
- il rischio R definito dal prodotto della probabilità per la gravità.

### **Descrizione e definizione dei gruppi omogenei**

La composizione minima degli equipaggi è stabilita da norme internazionali il cui rigoroso adempimento è obbligatorio ai fini dell'aeronavigabilità dell'aeromobile.

### **Personale navigante di condotta**

L'equipaggio minimo è costituito per il servizio di bordo in volo da:

- Un comandante
- Un copilota

L'equipaggio va incrementato in funzione del numero delle tratte, del tempo di volo e del servizio nel rispetto delle norme contrattuali

e delle norme ministeriali. Il PNT può volare solo se è abilitato, allenato ed addestrato.

I compiti e le responsabilità dei membri dell'equipaggio sono:

### ***Comandante***

Valuta e assume tutte le decisioni per portare a compimento il volo nel rispetto dei principi di sicurezza del volo e nel rispetto delle norme internazionali e nazionali relative alla navigazione aerea.

Prima del volo si accerta che siano state completate tutte le operazioni relative alla manutenzione dell'aereo mediante lettura della documentazione, al controllo del fissaggio del carico, al rifornimento del carburante, alla predisposizione degli equipaggiamenti di emergenza a bordo ed alla applicazione delle procedure per il trasporto di merci pericolose.

Durante il volo cura che l'aeromobile sia impiegato secondo le norme di compagnia nel rispetto delle limitazioni di certificazione dell'esercizio e che il volo sia condotto in aderenza alle norme di compagnia e alle regole dell'aria.

Inoltre cura la continuità e completezza delle comunicazioni radio, esegue la sorveglianza a vista al fine di evitare collisioni, informa lo scalo interessato su eventuali irregolarità durante il volo e l'informativa ai passeggeri sullo svolgimento del volo.

### ***Copilota***

Prima del volo compie l'ispezione esterna dell'aeromobile per verificare l'integrità dei componenti esterni ed il corretto posizionamento di comandi e superfici.

Durante il volo collabora con il comandante per tutto quello che concerne il pilotaggio dell'aeromobile. Rileva le eventuali anomalie nella strumentazione per evidenziare procedure errate.

### **Personale navigante di cabina**

#### ***Cabin Crew***

Il numero minimo per il servizio in volo a bordo dell'aeromobile è definito, in funzione del tipo di aeromobile e del numero di passeggeri presenti a bordo.

Il Cabin Crew è abilitato ai compiti d'emergenza e pronto soccorso, previa frequenza e attestazione del relativo corso, ed addestrato.

Il compito e le responsabilità sono:

- fornire ai passeggeri istruzioni su ogni volo
- uso delle cinture di sicurezza
- restrizioni per i fumatori
- uscite di emergenza
- dislocazione ed uso del salvagente
- uso delle maschere di ossigeno
- restrizioni circa l'uso di apparati elettronici portatili
- svolgere il servizio di assistenza e pronto soccorso ai passeggeri ed all'equipaggio

- impiegare gli equipaggiamenti di emergenza
- eseguire le funzioni previste nel caso d'abbandono dell'aeromobile
- distribuire cibi e bevande
- vigilare sull'ordine dei passeggeri
- curare i contatti sia con il comandante che con i passeggeri

I rischi che vengono quindi individuati e quantificati dalla valutazione dei rischi e riportati nello specifico documento DVR (Documento di Valutazione dei Rischi) sono quelli riportati nella normativa vigente ovvero:

- Radiazioni non ionizzanti
- Radiazioni ionizzanti per le quali si rimanda al D. Lgs 101/2020
- Rumore
- Qualità dell'aria a bordo d'aeromobili
- Microclima
- Agenti biologici, chimici e cancerogeni
- Movimentazione manuale dei carichi
- Fenomeni psico-fisici
- Igiene tropicale

Sulla base dei risultati della valutazione dei rischi il Medico Competente definisce un protocollo sanitario costituito dalla visita medica con esami strumentali ed emato-chimici , profilassi vaccinali ecc. mirati ai rischi individuati stabilendo inoltre la periodicità degli stessi al fine di sorvegliare e individuare eventuali patologie di natura professionale e o personale.

## **IDONEITA'**

**I criteri per la formulazione del Giudizio di Idoneità alla specifica mansione secondo il D. Lgs 81/08 si basano sulle condizioni cliniche del lavoratore al fine di preservare lo stato di salute psico-fisica dello stesso da ulteriori danni conseguenti all'attività lavorativa. Per tali fini si procederà a concedere l'Idoneità lavorativa con limitazioni e/o prescrizioni temporanee o permanenti e solo in casi estremi si esprimerà un Giudizio di Non Idoneità alla specifica mansione.**

## **RISCHI DA ESPOSIZIONE A RADIAZIONI IONIZZANTI SECONDO IL D.LGS 101/2020**

Uno degli aspetti più controversi ed affascinanti, anche purtroppo per le possibili conseguenze per la salute del personale navigante, è quello legato all'esposizione a radiazioni ionizzanti d'origine cosmica.

La crescente preoccupazione degli ultimi anni, sollevata in buona parte dagli addetti ai lavori, riguarda i potenziali effetti a lungo termine dovuti a dosi d'energia radiante sicuramente superiori a quelle del fondo naturale cui è di norma esposta la popolazione generale.

Sulla base di precedenti studi sono state avviate ricerche finalizzate alla protezione di diverse categorie di lavoratori esposte a sorgenti naturali di radiazioni.

E' noto che l'affinamento delle tecniche di misura e le metodologie di valutazione del rischio ha consentito di definire con precisione l'impatto sui lavoratori la popolazione solo nell'ultimo decennio.

Con il termine radiazione si indica il prodotto di un processo di trasformazione di alcuni **atomi** che, resi instabili dalla loro particolare struttura, tendono a raggiungere una configurazione più stabile emettendo energia e materiale corpuscolare (particelle subatomiche oppure onde elettromagnetiche).

I vari tipi di radiazioni esistenti possono essere suddivisi in base a criteri diversi.

In primo luogo in base alla capacità di innescare il fenomeno della ionizzazione le radiazioni sono classificate come: **radiazioni non ionizzanti e ionizzanti.**

### **Radiazioni non ionizzanti:**

Le radiazioni ionizzanti sono quelle che posseggono un'energia superiore a 12 eV e lunghezza d'onda inferiore a 100nm, pertanto le radiazioni con differenti caratteristiche si definiscono non ionizzanti poiché la loro interazione con la materia non è in grado di provocare la ionizzazione degli atomi.

Alle radiazioni non ionizzanti dello spettro elettromagnetico con frequenza variabile appartengono le radiazioni ottiche, suddivise in:

Ultraviolette: lunghezza d'onda 10-400 nm

Luce visibile: lunghezza d'onda 400-700 nm

Infrarosse: lunghezza d'onda 700 nm-1mm

Per valori di frequenza inferiori a 300 GHz si ha lo spettro delle radiofrequenze, suddiviso in:

- frequenze estremamente basse (ELF): lunghezza d'onda  $> 10^7$ -  
 $10^6$  m

- radiofrequenze : lunghezza d'onda  $10^6 - 1$  m

- microonde : lunghezza d'onda  $1 - 10^{-3}$  m

Gli organi bersaglio delle radiazioni ottiche sono la cute e l'occhio.

Per le sue proprietà la cute riflette gran parte della luce visibile e del vicino infrarosso, mentre sono quasi completamente assorbiti l'ultravioletto e il lontano infrarosso.

L'ultravioletto è assorbito in gran parte dai granuli di melanina; l'infrarosso viene invece assorbito da tutti gli strati della cute e

tende a penetrare maggiormente in profondità. Per quanto riguarda l'occhio, la luce visibile raggiunge direttamente la retina senza alcun assorbimento da parte dei mezzi attraversati, mentre l'ultravioletto e l'infrarosso sono fortemente assorbiti.

Nelle bande delle radiofrequenze e nelle microonde esiste una radiazione elettromagnetica in cui il campo si propaga senza dispersione d'energia (ad es. nel vuoto, nello spazio libero, nel vetro, in alcune materie plastiche). Invece il campo elettromagnetico dissipa energia nelle sostanze biologiche e nei tessuti umani diminuendo la profondità di penetrazione aumentando l'assorbimento e inoltre aumenta la frequenza del campo elettromagnetico e il contenuto d'acqua tissutale. Peraltro, il corpo umano non essendo costituito da strutture diverse può subire assorbimenti d'energia elevati in sedi specifiche con aumento della temperatura locale.

Per dare un maggior contributo e comprensione degli effetti CERTI, perché noti da tempo e dimostrati in modo definitivo dalle ricerche scientifiche, che possono determinare le radiazioni non ionizzanti si ricorda che il campo magnetico si distribuisce in prevalenza sulla superficie del corpo e nella sua penetrazione provoca correnti interne di tipo longitudinale che percorrono l'intero organismo. Ma anche all'interno del nostro organismo esistono delle correnti, che sono di fondamentale importanza, essendo alla base del funzionamento del cuore e del sistema nervoso. E' evidente che le correnti provocate dall'esposizione ai campi elettromagnetici esterni non devono disturbare le correnti legate agli organi vitali e



questo è vero se le correnti provocate dalle radiazioni sono inferiori a  $10\mu\text{A}/\text{cm}^2$  (questa grandezza detta densità di corrente). Per livelli superiori di intensità, però, i campi elettromagnetici ELF possono indurre vari effetti: essere percepiti come lampi nel campo visivo (fosfeni), indurre sensazioni tattili di pizzicore, oppure possono causare contrazioni muscolari, alterazioni della funzione cardiaca (extrasistole, fibrillazione) che possono anche essere mortali

Per quanto riguarda gli effetti NON CERTI la maggiore preoccupazione attuale della popolazione è però rivolta agli effetti che possono essere causati da un'esposizione prolungata nel tempo, anche a bassi livelli. Le conoscenze sono tutt'ora non conclusive, specie per il fatto che vi è contraddizione tra i risultati delle varie ricerche, e le opinioni sono pertanto discordanti. Si può affermare che diverse ricerche epidemiologiche indicano come i bambini di età inferiore a 14 anni che vivono molto vicino a linee di alta tensione abbiano maggior probabilità di sviluppare alcune forme di leucemie.

Proprio in relazione agli studi condotti sui bambini, nel 2001 l'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), un organismo dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, ha classificato il campo magnetico a 50Hz come "possibilmente cancerogeno". Possibilmente cancerogeno per l'uomo è una espressione usata per indicare un agente per il quale vi sia una limitata evidenza di cancerogenesi nell'uomo ed evidenza meno che sufficiente negli animali di laboratorio. La classificazione è la più debole tra le usate dall' IARC per classificare i potenziali

cancerogeni in base all'evidenza scientifica: “possibilmente cancerogeno per l'uomo”, “probabilmente cancerogeno per l'uomo” e “cancerogeno per l'uomo”. Tuttavia identifica chiaramente l'esistenza di un fondato sospetto di cancerogenicità. Oltre al sospetto di cancerogenicità, in alcune categorie di lavoratori dell'industria, esposti a livelli elevati di campi magnetici, si è riscontrato un aumento di alcune patologie a carico del sistema nervoso centrale, come la depressione. Anche in questo caso i dati sono ancora largamente insufficienti, studi accurati sono tuttora in corso.

Pur in assenza di dati scientifici ancora non sufficientemente attendibili è buona norma contenere l'esposizione ai livelli più bassi possibili anche adottando corretti comportamenti.

### **Radiazioni ionizzanti:**

Le radiazioni che hanno sufficiente energia possono, nell'impatto con la materia, produrre interazioni elettriche che determinano la perdita di elettroni dagli atomi con cui interagiscono, innescando così il fenomeno definito ionizzazione.

Le radiazioni ionizzanti si differenziano in corpuscolari ed elettromagnetiche a differenza delle radiazioni non ionizzanti che sono solo elettromagnetiche.

RADIAZIONI CORPUSCOLARI Sono di quattro tipi:

**Particelle alfa** sono emesse da radioelementi naturali. Corrispondono a nuclei di elio, costituiti da 2 neutroni e 2 protoni.

**Particelle beta** possono essere a carica elettrica negativa, elettroni, generati da nuclidi naturali o artificiali, oppure a carica elettrica positiva, positroni, questi di sola generazione artificiale.

**Protoni** sono particelle costituenti il nucleo degli atomi che possiedono una massa e una carica elettrica positiva.

**Neutroni** sono particelle nucleari con massa uguale a quella dei protoni ma senza carica elettrica ottenuti artificialmente per bombardamento di elementi negli impianti nucleari.

RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE (non corpuscolari) Sono di due tipi:

**Raggi gamma** sono prive di carica e massa e quindi non vengono deviate da campi elettrici o magnetici sono di generazione nucleare per dissecazione del nucleo, modificato nei suoi livelli energetici da emissione alfa e beta, mediante emissione dell'energia eccedente sottoforma di radiazione gamma.

**Raggi X** sono fotoni generati nel riassetamento dei livelli elettronici dell'atomo mediante salti energetici orbitali. La loro produzione può essere spontanea per disintegrazione nucleare o provocata artificialmente nei tubi radiogeni.

## **PENETRAZIONE DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI NELLA MATERIA**

Le radiazioni ionizzanti propagandosi nello spazio possono incontrare materia vivente e non, con la quale interagiscono. I meccanismi di interazione sono diversi a seconda del tipo di radiazione, della sua energia e delle caratteristiche del materiale attraversato. Ne segue una diversa capacità di penetrazione dei vari tipi di radiazioni nei vari materiali.

Le particelle alfa si caratterizzano per la produzione di una elevata densità di ionizzazione lungo le loro tracce. Il percorso nella materia di queste particelle è quindi sempre assai modesto. Esse possono essere arrestate in meno di 10 cm di aria oppure da un semplice foglio di carta. Solo se hanno una energia maggiore di circa 7 MeV sono in grado di superare lo spessore di 70 micrometri di tessuto e possono quindi raggiungere lo strato germinativo della cute. Non sono pertanto molto pericolose fin quando la sorgente resta al di fuori dell'organismo umano (irradiazione esterna). Diventano invece estremamente pericolose, una volta introdotte nell'organismo (irradiazione interna), in quanto tutta la loro energia viene allora ceduta agli organi e tessuti interni del corpo umano.

E' utile menzionare che materiali isolanti come le plastiche, quando sono colpiti da radiazioni densamente ionizzanti come le particelle alfa, diventano nel tempo fragili e pulverulenti (danno da radiazioni nei materiali).

Anche le particelle beta e gli elettroni hanno una modesta capacità di penetrazione nella materia, ma i loro percorsi sono comunque

assai maggiori di quelli delle particelle cariche pesanti. Elettroni da 1 MeV sono arrestati in 4 metri di aria o in 4 mm di acqua. Solo particelle con energie maggiori di 70 keV riescono a raggiungere lo strato germinativo della cute.

Quando si vogliono schermare le sorgenti di elettroni, conviene introdurre un primo strato di materiale leggero, al fine di ridurre l'intensità dei raggi X di frenamento che queste particelle producono, cui far seguire un successivo strato di materiale pesante per ridurre i raggi X prodotti. Per gli elettroni positivi (positroni) bisogna inoltre tener presente la produzione di fotoni da 0,511 MeV nei processi di annichilazione.

Nel caso delle radiazioni indirettamente ionizzanti (le principali sono i raggi X e gamma e i neutroni), la cui penetrazione nella materia è assai maggiore delle particelle cariche, in considerazione della tipologia delle loro interazioni, non ha senso parlare di percorso nella materia. Con i raggi X e  $\gamma$  si vuole piuttosto far riferimento agli spessori emivalenti (SEV), attraversando i quali il loro numero viene ridotto alla metà. Detti spessori, quando espressi in  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ , ovvero come prodotto dello spessore espresso in cm per la densità in  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , risultano grosso modo indipendenti dal tipo di materiale preso in considerazione, almeno per energie dei fotoni non troppo modeste. Ad esempio, a 1 MeV gli spessori di dimezzamento in acqua, calcestruzzo e piombo sono rispettivamente di 10 cm, 4,5 cm e 0,9 cm, mentre espressi in  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  risultano tra loro confrontabili (circa  $10 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ).

Per attenuare efficacemente le radiazioni X e gamma si devono usare materiali pesanti con elevato numero atomico  $Z$ , cioè ad alta densità elettronica, quali piombo, tungsteno, uranio, etc.

I neutroni, infine, perdono energia tramite le interazioni con i nuclei degli atomi dei materiali attraversati. In un ampio intervallo di energia, tra circa 10 keV e 10 MeV, il principale meccanismo di interazione con la materia biologica è la diffusione elastica con la messa in moto di nuclei di rinculo, principalmente i protoni dell'idrogeno. A energie molto basse, al di sotto di 0,5 eV, prevalgono invece le reazioni di cattura da parte dei nuclei, con emissione di raggi gamma e altre particelle.

Trattandosi di radiazioni indirettamente ionizzanti, anche per i neutroni si può tentare di introdurre in linea di principio lo spessore di dimezzamento, sebbene molto meno significativo che nel caso dei fotoni. A titolo esemplificativo, si menziona che in acqua, a neutroni da 3 MeV e 10 MeV, corrispondono SEV dell'ordine di 3 cm e 14 cm rispettivamente.

Per attenuare i fasci di neutroni i migliori materiali sono quelli con elevato contenuto di protoni e nuclei leggeri, quali acqua, paraffina, calcestruzzo, etc. ricordandosi che il potere lesivo di natura biologica da irradiazione esterna può essere superiore di 10 volte a quella dei raggi gamma.

*Quindi, in modo esemplificativo, si può dimostrare quanto detto sopra che le radiazioni alfa, con la componente pesante di neutroni e protoni, possono essere intercettate da un foglio di carta, le particelle beta da un sottile foglio di alluminio; i neutroni, come*

*d'altronde i raggi X e gamma, possono avere diversi livelli energetici ed attraversare le pareti dell'aeromobile senza impedimenti.*

## **RADIAZIONI COSMICHE**

I raggi cosmici provengono, per la maggior parte, dal profondo spazio interstellare e sono costituiti principalmente da particelle cariche positivamente (protoni, alfa, nuclei pesanti), che quando giungono in prossimità della terra, risentono dell'azione derivante dal campo magnetico terrestre. C'è anche una componente solare che trae origine dalle esplosioni nucleari sul sole e consiste ancora di protoni e particelle cariche positive.

L'interazione di queste particelle di alta energia (raggi cosmici primari) con l'atmosfera terrestre comporta l'emissione di numerosi prodotti secondari, quali ad esempio mesoni (particelle di massa compresa tra l'elettrone ed il protone), elettroni, fotoni, protoni e neutroni che a loro volta possono creare altre particelle secondarie. Per la maggior parte i raggi cosmici primari vengono assorbiti nello strato più alto dell'atmosfera e sulla terra i raggi cosmici secondari sono principalmente costituiti da muoni, elettroni, fotoni, neutroni e protoni.

### **Origine: radiazioni primarie**

Le radiazioni cosmiche sono radiazioni ionizzanti che si incontrano nell'atmosfera e che arrivano fino al livello del suolo tanto è vero che sono una delle componenti del fondo naturale di radiazioni a cui siamo abitualmente esposti.

Le radiazioni cosmiche primarie sono originate da sorgenti stellari, galattiche e dal sole.

La componente galattica dà il contributo principale all'esposizione del Personale Navigante e risulta composta dalle seguenti particelle:

- 85% protoni
- 12% elio
- 2% elettroni
- 1% ioni pesanti HZE

I raggi cosmici di provenienza solare sono abitualmente meno importanti per la dosimetria del Personale Navigante poiché il loro contributo alla dose alla quale sono esposti gli equipaggi durante il volo non supera un terzo della dose dovuta alle radiazioni galattiche.

L'attività solare varia con un ciclo di 11 anni, raggiungendo un massimo ed un minimo nella emissione del vento solare e nel valore del campo magnetico associato.

Durante questo ciclo si hanno due eventi di diversa entità che possono venire sintetizzate come segue:

1) una attività intensa e permanente (vento solare – Solar Wind) durante la quale si ha emissione di radiazioni corpuscolari (protoni di energia fino a 400 MeV ed elettroni) ed elettromagnetiche di bassa energia con variazioni del campo magnetico associato.

2) una attività eccezionale (eruzione solare - Solar Flare) nel corso del quale vengono emessi principalmente protoni, elio e ioni pesanti, di energia fino a parecchi GeV. nel periodo di massima solare si hanno circa 10 eruzioni per anno, mentre nel periodo di



minima si ha in media una eruzione per anno. In media il 3% dei “Solar flares” emette radiazioni che raggiungono la quota di volo dell’aviazione commerciale.

Poiché le radiazioni galattiche prima di arrivare sulla terra interagiscono in proporzione al campo magnetico associato al vento solare, subendo una prima modificazione della loro intensità perché vengono in parte respinte e in parte deviate verso i poli, l’intensità dei raggi cosmici è più elevata durante i periodi di bassa attività solare.

*In sintesi, quando l’attività solare è al massimo, il campo magnetico terrestre si rafforza, schermando in misura maggiore la terra e l’atmosfera circostante, pertanto la radiazione galattica che potrà raggiungere l’atmosfera sarà maggiore quando l’attività solare è al minimo e viceversa sarà minore quando l’attività solare è al massimo.*

Come abbiamo già scritto, sia il vento solare che le eruzioni solari non incidono particolarmente sul rateo di dose a cui è esposto il personale navigante nei voli commerciali, poiché il loro contributo alla dose non supera un terzo della dose dovuta alle radiazioni galattiche.

Tuttavia non possiamo totalmente escludere eventi eccezionali di bassissima probabilità, come la vera e propria tempesta solare (Solar Storm) che ha avuto luogo il 23 febbraio 1956 che ha portato ad una emissione eccezionale di particelle di elevata energia. In quella occasione si è calcolato che ad una altezza pari 12.000 metri si sono raggiunti valori massimi di rateo di dose ( in prossimità dei

poli) vicini ai 10 mSv (millisievert) per ora ove, abitualmente, non si supera il valore di 10  $\mu$ Sv (microsievert).

### **Trasformazione: radiazioni secondarie**

Quando le particelle primarie che costituiscono la radiazione cosmica penetrano nella parte più esterna dell'atmosfera, interagiscono con gli atomi che la costituiscono e provocano così la formazione di particelle secondarie, principalmente elettroni e neutroni, ed radiazione elettromagnetica non corpuscolare, come i raggi X e  $\gamma$  (gamma), che a loro volta possono interagire con altri atomi innescando un fenomeno di ionizzazione a cascata ed anche l'interazione con il materiale di cui è composto l'aeromobile dà luogo ad emissione di particelle secondarie, in particolare neutroni di "spallazione" se il materiale ha una densità elevata.

Sono proprie queste particelle secondarie che costituiscono la radiazione cosmica che interessa gli equipaggi dell'aviazione civile.

### **SCHERMATURE**

Sia la componente primaria che quella secondaria sono però sottoposte a fenomeni di schermo che contribuiscono a modulare l'esposizione in funzione dell'altitudine (cioè della quota, della latitudine (cioè della rotta) e del periodo temporale in cui si svolge il volo.

### ***Schermo atmosferico:***

L'atmosfera oltre a produrre la radiazione secondaria opera anche un efficiente effetto di schermo autoassorbente buona parte della radiazione o degradandola in energia. Il fenomeno dipende

fortemente dalla latitudine anche in dipendenza della variazione di densità dell'aria ed è praticamente costante nel tempo.

L'effetto combinato di produzione e assorbimento fa sì che il flusso di radiazioni cosmiche risulti praticamente costante fino a 50 Km di altitudine ove diviene rilevante la produzione di radiazione secondaria che raggiunge un massimo a circa 20Km (massimo di Pfozter) di altitudine per poi diminuire progressivamente fino al livello del mare

***Schermo geomagnetico:***

Il campo magnetico terrestre deflette o intrappola parte della radiazione cosmica limitando anche l'interazione con l'atmosfera e la produzione di radiazione secondaria

1. è un fenomeno stazionario, cioè costante nel tempo

2. dipende fortemente dalla latitudine geografica; la conformazione del campo magnetico ai poli consente una maggior penetrazione e produzione di radiazione fino a basse quote, l'esposizione può risultare anche 5-10 volte superiore che all'equatore alla stessa quota di volo

In particolare l'interazione è maggiore all'equatore dove le radiazioni sono dirette perpendicolarmente al campo magnetico, mentre è praticamente nulla ai poli dove le radiazioni risultano parallele alle linee di campo magnetico.

La differenza del rateo di dose fra i poli e l'equatore diminuisce con il diminuire dell'altezza poiché le particelle di energia minore vengono sia deflesse più facilmente dal campo magnetico terrestre che più facilmente attenuate dall'atmosfera. A livello del mare

quindi il rateo di dose risulta influenzato molto poco dalla latitudine.

***Schermo solare:***

Il vento solare non è in grado di penetrare significativamente nell'atmosfera né contribuisce alla radiazione secondaria per cui non ha effetto diretto sull'esposizione del volo. Contribuisce però indirettamente modulando la radiazione galattica. Infatti il campo magnetico associato al vento solare è in grado di operare da schermo per la radiazione cosmica galattica ostacolandone l'arrivo sulla terra.

Il fenomeno è dipendente dal tempo essendo legato al ciclo di 11 anni dell'attività solare; in particolare l'esposizione degli equipaggi risulta massima quando l'attività solare è minima e viceversa. Risulta pertanto rilevante sapere quando si è operato un certo volo. Per quanto detto finora si può affermare che i principali elementi che concorrono a determinare l'intensità della radiazione cosmica sono, in ordine di importanza:

- altitudine (quota)
- latitudine
- attività solare

Riassumendo possiamo dunque affermare che i voli commerciali (inferiori ai 15000 metri ) l'esposizione a radiazioni risulta prevalentemente legata alla radiazione cosmica secondaria (soprattutto neutroni e protoni), alla rotta ( maggiore esposizione se polare, minore se equatoriale), alla quota di volo (l'esposizione può essere 200 volte maggiore a 20.000 metri rispetto al suolo) e al

periodo di effettuazione del volo ( minore esposizione in periodo di alta attività solare e viceversa).

I raggi cosmici possono venire suddivisi nelle seguenti tre categorie:

- 1) nucleoni (protoni, neutroni e ioni pesanti) hanno importanza alle quote elevate
- 2) elettromagnetiche (fotoni) ed elettroni
- 3) muoni, hanno maggior importanza al livello del mare.

#### METODI DI MISURA DELLE RADIAZIONI COSMICHE

L'attuale legislazione italiana, prescrive di valutare la dose ricevuta dal personale navigante che effettui voli a quote inferiori a 8.000 m mediante codici di calcolo accettati a livello internazionale e di convalidare la scelta del codice scelto con misure su aeromobile in volo su almeno due rotte di lungo raggio a latitudini diverse.

Nel caso in cui i voli vengono effettuati a quote inferiori a 15.000 metri e cioè per tutta l'aviazione commerciale con esclusione del Concorde, la validazione può essere effettuata tramite dispositivi di misura passivi.

Nel caso in cui i voli vengono effettuati a quote uguali o superiori ai 15.000 metri la validazione deve essere effettuata tramite dispositivi di misura attivi.

Ogni Concorde risulta attrezzato con 3 rilevatori Geiger-Muller in grado di rilevare particelle cariche e radiazioni gamma e con un contatore proporzionale al trifluoro di boro per neutroni.

## **Strumenti di misurazione**

Non percepibili dai nostri sensi, le radiazioni ionizzanti, tra cui come detto rientrano le radiazioni cosmiche, si misurano con strumenti che sfruttano principalmente la loro proprietà di trasmettere energia e produrre ionizzazione nei materiali da esse attraversati. Le radiazioni cosmiche sono componenti (raggi  $\alpha, \beta, \gamma, x$ , neutroni, ecc.) diversi per qualità ed energia. Per questa ragione non è possibile ricorrere per la misura di questo particolare tipo di radiazioni a sistemi semplici e funzionali come i dosimetri (badge) indossati dai lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni. Al contrario, a causa della complessa natura delle radiazioni cosmiche è necessario ricorrere all'impiego contemporaneo di diversi dispositivi di misura.

A causa della grande complessità dello spettro delle radiazioni cosmiche non è ipotizzabile istituire una dosimetria individuale. Vengono invece effettuate misure di dose su aeromobili in volo sul lungo raggio ed a latitudini diverse, possibilmente con dosimetri passivi.

Tra questi:

**dosimetri a termoluminescenza TLD** sono adatti a misurare sia le radiazioni  $x$  e gamma che le particelle cariche, come gli elettroni, i protoni ed i muoni e possono dare una buona stima della componente non neutronica della radiazione cosmica

La componente neutronica può venire misurata con **dosimetri al polyallyldiglycol carbonato (dosimetro PACD)**, meglio conosciuto come CR-39, che ha una buona risposta per i neutroni da 100keV nonché per i neutroni termici ed epidermici. Bisogna tuttavia tenere presente che questo dosimetro è sensibile anche ai protoni di alta energia.

Per i neutroni di bassa energia si possono usare i **rilevatori a bolle** formati da gocce microscopiche di liquido disperse in una sostanza gelatinosa. Quando i neutroni interagiscono con il liquido le bolle passano dalla fase liquida alla fase gassosa e diventano osservabili.

Per le misure di particelle HZE, con Z maggiore di 10, sono utilizzati come rilevatori di tracce nucleari dei **fogli di plastica** costituiti da **nitrato di cellulosa (LR-115)** che permettono di distinguere le tracce lasciate dall'interazione dei neutroni da quelle dovute all'interazione degli ioni pesanti.

Per quanto riguarda la **dose** di radiazioni assorbita dal personale navigante, bisogna considerare alcuni fattori quali la quota raggiunta, la durata del volo, la stagione, la latitudine; c'è quindi una forte correlazione tra la dose e la quota raggiunta e durata del volo.

Poichè la quantità di radioattività dovuta a radiazioni cosmiche è massima all'altitudine di 20000 metri per poi calare scemando verso la superficie terrestre, normalmente il personale navigante su ala rotante (elicotteri), volando a quote basse è esposto a dosi trascurabili e pertanto considerato non esposto. Comunque, nei casi più sfavorevoli la dose efficace non supera i 6 mSv/anno (circa 5-6

$\mu\text{Sv/h}$  per quote di 15.000 metri e un carico di lavoro individuale non superiore a 700-800 ore/anno su questo tipo di rotte) il personale navigante civile è considerato radioesposto in categoria B secondo quanto riportato nel D. Lgs 101/2020; inoltre, poichè il limite di dose per lavoratori classificati “esposti” è pari a 20 mSv/anno, il “principio di limitazione” delle dosi è certamente rispettato.

In ogni caso l’esposizione a radiazioni ionizzanti cosmiche deve essere accuratamente valutato e quantificato da parte dell’Esperto Qualificato della Compagnia Aerea e solo sulla base dei dati ottenuti sarà possibile formulare un adeguato protocollo sanitario da parte del Medico Autorizzato alla radioprotezione che preveda la visita medica , esami strumentali ed esami ematochimici con la relativa periodicità degli stessi al fine di prevenire danni alla salute di natura probabilistica (effetto stocastico).

**Normativa.** La legge quadro italiana di riferimento in materia di radiazioni ionizzanti è il D. Lgs. 101/2020 che stabilisce dei valori soglia per distinguere la popolazione civile dai lavoratori professionalmente esposti e gli stessi nelle categorie B oppure A definendo nel contempo i valori limite che non devono essere superati come riportato nella tabella riassuntiva seguente.



	<b>Lavoratori esposti</b>	<b>Categoria A</b>	<b>Categoria B</b>	<b>Limiti di Dose</b>
<b>Dose efficace/anno</b>	<b>1 mSv</b>	<b>&gt; 6 mSv</b>	<b>Da 1 a 6 mSv</b>	<b>20 mSv</b>
<b>Dose equivalente Cristallino</b>	<b>15 mSv</b>	<b>&gt; 15 mSv</b>		<b>20 mSv</b>
<b>Dose equivalente Pelle</b>	<b>50 mSv</b>	<b>&gt; 150 mSv</b>		<b>500 mSv</b>
<b>Dose equivalente Estremità</b>	<b>50 mSv</b>	<b>&gt; 150 mSv</b>		<b>500 mSv</b>

Una importante considerazione riguarda gli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti che si distinguono in Effetti avversi d'organo o Deterministici ed Effetti Stocastici. I primi si basano sulla correlazione dose-effetto secondo una curva sigmoidea in base alla quale ad una determinata dose corrisponde uno specifico effetto che si manifesterà in seguito ad esposizioni a dosi medio-elevate alla quasi totalità dei soggetti. Gli Effetti Stocastici, ovvero cancerogeni, si possono invece manifestare secondo una correlazione lineare dose-effetto ma senza soglia, ovvero, all'aumentare della dose aumenta la probabilità d'insorgenza di un effetto ma senza una soglia che ne definisca la certezza di insorgenza. Poiché i dati presenti in letteratura che hanno permesso di definire questo andamento lineare riguardano solo dosi medie e alte, non esistendo quindi dati certi per le basse dosi, si è proceduto all'estensione della retta dose-effetto estrapolandola con passaggio per l'origine.

La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti riveste quindi un ruolo fondamentale nel valutare nella totalità della vita del lavoratore la “dose cumulativa” risultante dalla somma dei singoli ratei professionali ed extraprofessionali valutando l’ipotesi di sospendere temporaneamente il lavoratore dalla propria mansione qualora i limiti di dose imposti dalla normativa vigente venissero superati. Nel contempo la Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti è mirata alla prevenzione di patologie tumorali e, attraverso accurate indagini, alla diagnosi precoce delle stesse.

#### **IDONEITA’**

**I criteri per la formulazione del Giudizio di Idoneità per esposti a radiazioni ionizzanti si basa sul calcolo dei rateo di dose assorbita in un determinato periodo, ovvero se la dose cumulativa assorbita da un lavoratore per motivi professionali e/o personali supera i limiti annui imposti dalla normativa vigente, il Medico Autorizzato alla radioprotezione dovrà procedere alla sospensione momentanea dell’attività lavorativa comportante un’ulteriore radio esposizione.**

## **CERTIFICAZIONE AEROMEDICA – IDONEITA' AL “VOLO”**

Le attività correlate alla navigazione sono dettate da specifiche normative, regolamenti e circolari emesse da organi nazionali come ENAC, Ministeri dei Trasporti e Difesa e internazionali come ICAO, EASA.

In particolare la normativa di riferimento per quanto concerne la parte medica di certificazioni è stabilita da:



Il Regolamento Basico contiene tutte le norme che definiscono le certificazioni per ottenere l'idoneità all'attività di volo per Piloti con diverse licenze, Cabin Crew, Controllori di volo ma anche le definizioni per il personale certificatore ovvero il Medico.

Le certificazioni sanitarie per l'idoneità alle attività correlate con l'ambiente aeronautico sono rilasciate da due organi:

- AME (AeroMedical Examiner/Esaminatore AeroMedico)
- AeMC (Aero Medical Center)

La figura dell'AME è descritta in particolare nel Regolamento UE 1178/2011 e 27/2019 nell'Allegato IV Parte Medica Sottoparte D.

In questi normative vengono specificati:

✓ Quali sono i requisiti previsti affinché un Medico diventi un AME, ovvero, oltre alla Laurea in Medicina e Chirurgia e L'Abilitazione Professionale anche una formazione specifica di base in Medicina Aeronautica (descritto nel capitolo MED.D.010).

✓ Quali sono i privilegi previsti per l'Esaminatore AeroMedico ovvero la possibilità di rilascio e rinnovo della certificazione medica per la Classe 2 e LAPL (descritto nel capitolo MED.D.001).

✓ La validità dei privilegi del Medico AME ha una durata di tre anni e viene rinnovata da ENAC a fronte di Audit e dimostrazione di aver praticato almeno 10 visite mediche di rinnovo/rilascio certificazioni all'anno e aver partecipato a corsi di formazione specifici approvati da ENAC stessa ( descritto nel capitolo MED.D.030 e Med.D.020).

E' possibile anche ottenere l'abilitazione per il rinnovo (non rilascio) delle certificazioni per la Classe 1 a fronte di benestare da parte di ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile) sulla base di approfondimenti teorico pratici specifici.

In particolare l'estensione dei privilegi agli Esaminatori AeroMedici in possesso dell'abilitazione alla certificazione per la Classe 2 alla Classe 1 è descritta nel paragrafo MED.D.015 e prevede:

➤ Aver effettuato almeno 30 visite di classe 2 nei 3 anni precedenti la domanda

- Aver partecipato a un Corso di Formazione Avanzato in Medicina Aeronautica
- Effettuare una specifica Formazione pratica di 3 gg. presso un AeMC o presso l’Autorità con 20 assesmentdi classe 1
- Una Formazione su software EMPIC
- Gestione dei rinvii
- Manuale strutturato (SafetyManagement System Manual)

## **Licenze di Volo**

Per poter pilotare un velivolo è necessario essere in possesso di una specifica licenza rilasciata da ENAC a fronte di una formazione specifica teorico-pratica sul velivolo specifico. Ci sono quindi licenze specifiche in base alla tipologia di velivolo e in base ad altri parametri quali il trasporto di passeggeri, l’utilizzo ai fini commerciali, professionali o privati.

Ai fini delle certificazioni mediche queste diverse tipologie di licenze vengono suddivise in classi.

### **Classe 1**

- CPL: licenza di Pilota Commerciale
- MPL: licenza di Equipaggio Plurimo
- ATPL: licenza di pilota per Trasporto Aereo

## **Classe 2**

- PPL: licenza di Pilota privato
- SPL: licenza di pilota di aliante
- BPL: licenza di pilota di mongolfiera

## **Classe 3**

- Air Traffic Controller (ATCO)

## **LAPL**

- Velivoli monomotore a pistoni o TMG (Touring Motor Glider)
- LAPL elicotteri (H), alianti (S), palloni liberi (B)

## **CabinCrew (Assistenti di volo)**

## **Paracadutista**

Di tutte queste licenze verranno considerate ed analizzate solo quelle che richiedono la “triplice” idoneità ovvero le professionali e quelle i cui lavoratori sono esposti a radiazioni cosmiche ovvero la Classe 1 e Cabin Crew.

Sono pertanto escluse quelle licenze ad uso privato o sportivo per le quali non è richiesta l'idoneità ai fini lavorativi e per la radioesposizione (LAPL e Classe 2) e quelle il cui servizio è a terra come i Controllori di Volo (Classe 3) sottoposti a visita medica per la qualifica di ATCO e per il D. Lgs 81/08 come video terminalisti ma non come radioesposti.

Anche i piloti di velivoli con ala rotante (elicotteri) non necessitano della triplice idoneità in quanto pur essendo in Classe 1 ed esposti a numerosi rischi riportati nel D.Lgs 81/08, volando a bassa quota non si considerano esposti a radiazioni ionizzanti cosmiche e pertanto non sono sottoposti a Sorveglianza Sanitaria secondo il D.Lgs 101/2020.

Secondo la normativa vigente:

- Il certificato medico “*iniziale*” di classe **1e 3** è esclusivamente rilasciato da un *AeMC*.
- Il certificato medico “*iniziale*” di classe **2** o **LAPL** o **CC** può essere rilasciato da un *AeMC* o da un *AME*
- Tutti i certificati medici possono essere rinnovati o rivalidati da un *AeMC* o da un *AME* in possesso dei privilegi per la classe richiesta.

## **Classe 1**

### **Validità**

La validità massima del Certificato Medico per questa classe è di 12 mesi per età del richiedente inferiore a 60 anni e di 6 mesi dal compimento dei 60 anni. Per i velivoli commerciali single pilot la validità è di 6 mesi a partire dai 40 anni.

### **Protocollo Sanitario**

La visita medica per il conseguimento di licenze di Classe 1 è rilasciata esclusivamente da un Centro AeroMedico (*AeMC*) e prevede oltre alla visita medica anche le seguenti indagini ematochimiche e strumentali:

- Esami emato-chimici e urinari con emocromo, profilo glicemico e profilo lipidico
- Audiogramma
- Elettrocardiogramma (ECG)
- Prove di Funzionalità Respiratoria (spirometria)
- Visita orl estesa
- Visita oftalmologica estesa
- Visita psichiatrica estesa
- Drug e Alcol screening

Per quanto riguarda il rinnovo della certificazione medica per la Classe 1, può essere rilasciata da un AeMC o da un Esaminatore AeroMedico (AME)

La tipologia della visita medica prevede una periodicità differente in base all'età del richiedente.



<b>Licenza</b>	<b>Classe1-CPL/ATPL</b>
<b>Conseguimento</b>	AeMC
<b>Validità massima certificato</b>	Sotto i 60anni 12mesi (* )40-59anni 6mesi (*commerciale singlepilot+pax) >60aa 6mesi
<b>Emoglobina</b>	Ad ogni visita
<b>ECG</b>	Al conseguimento, poi: Sotto i 30anni ogni 5aa 30-39anni ogni 2aa 40-49anni ogni anno >50anni ogni rinnovo
<b>Audiogramma</b>	Al conseguimento, poi: Sotto i 40anni ogni 5aa >40anni ogni 2aa
<b>VisitaORL estesa</b>	Al conseguimento
<b>Visita oftalmologicaestesa</b>	Al conseguimento, poi: Secondo EASApertMED
<b>Profilo lipidico</b>	Al conseguimento poi: a40aa
<b>Testfunzionalità polmonare</b>	Al conseguimento poi: se indicato
<b>Esame urine</b>	Ad ogni visita
<b>MentalHealth</b>	Al conseguimento: visita estesa Ad ogni rinnovo: review (questionario)
<b>Drug+alcoolscreening</b>	Al conseguimento, poi: randomsedecisodaAMS sulla base di un riskassessment nazionale

## **Cabin Crew**

### **Validità**

La validità massima del Rapporto Medico per questa classe è di 60 mesi

### **Protocollo Sanitario**

La visita medica per il conseguimento di licenze di Cabin Crew può essere rilasciata indistintamente da un Centro AeroMedico (AeMC) o un Esaminatore AeroMedico (AME) e prevede oltre alla visita medica anche le seguenti indagini emato-chimiche e strumentali:

- Esami emato-chimici con emocromo, profilo glicemico e profilo lipidico: se indicato
- Esami urine
- Audiogramma
- Elettrocardiogramma (ECG)
- Prove di Funzionalità Respiratoria (spirometria) : se indicato
- Visita orl estesa : se indicato
- Visita oftalmologica estesa: se indicato
- Visita psichiatrica estesa: se indicato

Anche per il rinnovo della certificazione medica per licenze di Cabin Crew può essere rilasciata indistintamente da un Centro AeroMedico (AeMC) o un Esaminatore AeroMedico (AME)

La tipologia della visita medica prevede una periodicità differente in base all'età del richiedente.

Un caso particolare riguarda i lavoratori addetti alle prove di volo sul velivolo ovvero i Flight Test che, oltre alla idoneità per il

rinnovo della loro Licenza inserita nella Classe 2, volando su velivoli sperimentali sono esposti a numerosi rischi secondo il D.Lgs81/08 e talvolta risultano anche radio esposti e sottoposti quindi visita medica secondo il D. Lgs 101/2020. L'eccezionalità sta nel fatto che pur essendo un'attività lavorativa è inserita nella Classe 2.

<b>Licenza</b>	<b>Cabin Crew</b>
<b>Conseguimento</b>	AeMC AME
<b>Validità massima certificato</b>	massimo ogni 60 mesi
<b>Emoglobina</b>	Se indicato
<b>ECG</b>	Al conseguimento dopo i 40aa poi ogni 5 anni dopo i 50aa ogni 2 anni in presenza di fattori di rischio cardiovascolare
<b>Audiogramma</b>	Al conseguimento poi se indicato
<b>Visita ORL estesa</b>	Se indicato
<b>Visita oftalmologica estesa</b>	Se indicato
<b>Profilo lipidico, colesterolo incluso</b>	Se indicato
<b>Test funzionalità polmonare</b>	Se indicato
<b>Esame urine</b>	Ad ogni visita
<b>Nota: Ulteriori esami possono essere richiesti in qualsiasi momento se clinicamente necessari</b>	

## **Classe 2**

### **Validità**

La validità massima del Certificato Medico per questa classe è variabile in funzione dell'età del richiedente, ovvero sotto i 40 anni è quinquennale, tra i 40 e i 50 anni è biennale, oltre i 50 anni è annuale.

### **Protocollo Sanitario**

La visita medica per il conseguimento di licenze di Classe 2 può essere rilasciata indistintamente da un Centro AeroMedico (AeMC) o un Esaminatore AeroMedico (AME) e prevede oltre alla visita medica anche le seguenti indagini emato-chimiche e strumentali:

- Esami emato-chimici con emocromo, profilo glicemico e profilo lipidico: se indicato
- Esami urine
- Audiogramma con periodicità diversa in base all'età del soggetto
- Elettrocardiogramma (ECG) con periodicità diversa in base all'età del soggetto
- Prove di Funzionalità Respiratoria (spirometria) : se indicato
- Visita orl estesa : se indicato
- Visita oftalmologica estesa: se indicato
- Visita psichiatrica estesa: se indicato

Anche per il rinnovo della certificazione medica per licenze di Classe 2 può essere rilasciata indistintamente da un Centro AeroMedico (AeMC) o un Esaminatore AeroMedico (AME)

La tipologia della visita medica prevede una periodicità differente in base all'età del richiedente.

<b>Licenza</b>	<b>Classe2-PPL</b>
<b>Conseguimento</b>	AeMC AME
<b>Validità massima certificato</b>	sotto i 40anni 5anni(1) 40-50anni 2anni(2) più di 50anni 12mesi (1)max fino a42aa (2)max fino a 51aa
<b>Emoglobina</b>	Se indicato
<b>ECG</b>	Al conseguimento, poi: 1°esame dopo i 40aa >50aa ogni2aa
<b>Audiogramma</b>	Al conseguimento abilitazione IR, poi: sotto i 40 anni ogn i5aa >40anni ogni 2aa
<b>VisitaORLestesa</b>	Se indicato
<b>Visita oftalmologica estesa</b>	Se indicato (se abilitazione notturna deve essere cromaticamente sicuro)
<b>Profilolipidico, colesterolo incluso</b>	Se indicato
<b>Test funzionalità polmonare</b>	Se indicato
<b>Esame urine</b>	Ad ogni visita
<b>MentalHealth</b>	Se indicato
<b>Drug+alcoolscreening</b>	Se indicato
<b>Nota: Ulteriori esami possono essere richiesti in qualsiasi momento se clinicamente necessari</b>	

## **IDONEITA'**

**I criteri per la formulazione del Giudizio di Idoneità sono riportati nel Regolamento UE 1178/2018 modificato dal Regolamento UE 27/2019 nell'Allegato IV dove si trovano nella**

**Sottoparte B i requisiti per i Certificati Medici dei Piloti di Classe 1 e 2 e nella Sottoclasse C i requisiti per i Certificati Medici degli Equipaggi di Cabina.**

**In questi documenti sono elencate le patologie suddivise per singolo apparato per le quali si esprime il Giudizio di Non Idoneità e ogni apparato è catalogato con un codice specifico ( per esempio al codice MED.B.010 fanno parte tutte le patologie riguardanti l'apparato circolatorio).**

**Tra i documenti sopra citati sono comprese anche le AMC ( Acceptable Means of Compliance) ovvero i Metodi Accettabili di Rispondenza e il GM (Guidance Material) dove sono riportate le clausole per esprimere un'Idoneità con limitazioni o prescrizioni differente per la tipologia di Classe.**

**In particolare a titolo di esempio, al codice MED.B.010 che come sopra citato riguarda tutte le patologie riguardanti l'apparato circolatorio, corrisponde il codice AMC 1 MED.B.010 in cui sono riportate le possibili limitazioni e/o prescrizioni temporanee o definitive riguardanti la specifica patologia di classe 1; nel paragrafo AMC 2 MED.B.010 sono riportate le medesime informazioni riguardanti la specifica patologia di classe 2.**

**Sulla base di queste indicazioni ben standardizzate, a parità di patologia sarà possibile concedere per esempio l'idoneità per una Classe 2 e negare la stessa per una Classe 1.**

## **ALCOL E STUPEFACENTI**

I controlli ad alcune categorie di lavoratori sull'utilizzo di alcol e sostanze stupefacenti imposti da varie normative ovvero Accordo della Conferenza Stato –Regioni del 2008 e il Regolamento UE 1042/2018 modificato dal Regolamento UE 968/2012. Tali norme impongono il divieto di abuso e utilizzo di sostanza alcoliche e stupefacenti per Piloti, Controllori di volo e personale certificato dal Registro Aeronautico Italiano.

Questi lavoratori potranno quindi essere sottoposti a tali controlli sia ad opera di Medici Aeronautici (AeMC o AME) e sia dai Medici Competenti.

Gli strumenti utilizzati per escludere l'abuso di sostanze alcoliche sono gli esami emato-chimici con emocromocitometrico, ast, alt, ggt, cdt, trigliceridi, mentre per escludere l'assunzione di alcolici durante l'attività lavorativa si utilizza il test etilometrico; per quanto riguarda invece l'esclusione di utilizzo di sostanze stupefacenti si effettua la ricerca su campione urinario.

## **CONSIDERAZIONI FINALI**

I lavoratori che rientrano nelle categorie sopra descritte sono quindi sottoposti a tre visite mediche diverse svolte sempre da personale Medico ma con tre qualifiche differenti con emissione quindi di tre Giudizi di Idoneità differenti. Nulla vieta che queste tre tipologie di visita medica possano essere svolte anche in un'unica occasione da un singolo Medico che sia in possesso dei requisiti richiesti dalle tre figure professionali.

Un'osservazione singolare riguarda i criteri finalizzati all'espressione dei tre diversi Giudizi di Idoneità che risultano talvolta addirittura opposti in quanto rivolti alla tutela della salute del lavoratore per quanto concerne i Decreti Legislativi 81/08 (Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro) e 101/2020 (Protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione di radiazioni ionizzanti) e rivolti alla sicurezza dei "terzi" (cioè "gli altri") a discapito del lavoratore stesso quando si applicano le normative per il rilascio e rinnovo delle Licenze di Volo e quelle mirate alle indagini su alcol e stupefacenti.



## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 Decreto Legislativo 81/2008
- 2 Decreto Legislativo 106/2009
- 3 Decreto Legislativo 101/2020
- 4 Linee Guida AIRM (Associazione Italiana Radioprotezione Medica): Sorveglianza Medica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti
- 5 Regolamento Basico UE 1139/2018
- 6 Regolamento di implementazione UE 1178/2011 e UE 290/2012 modificato dal 27/2019
- 7 AMC (Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to PART.MED)
- 8 Materiale didattico del 17° Corso Propedeutico di Formazione e Aggiornamento in Radioprotezione Medica 2021
- 9 Materiale didattico del Master in Medicina Aerospaziale 2020-2021