



**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 8: ATMOSFERE IPERBARICHE

in collaborazione con:



INAIL – Istituto Nazionale

per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro



Istituto Superiore di Sanità

-Revisione 00: approvata dal gruppo di lavoro Agenti Fisici il 17/04/2025

*approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il
26/11/2025*

INDICE GENERALE

<u>SEZIONE A</u> EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA		<i>pag.</i>
A.1	Cosa si intende come rischio di esposizione ad atmosfere iperbariche?	5
A.2	Come ci si deve comportare in caso di lavorazioni che espongono rischio iperbarico?	7
A.3	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?	7
A.4	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio?	8
A.5	Quali professionisti della salute effettuano la sorveglianza sanitaria?	8
A.6	Quali sono i possibili criteri specifici da seguire per i controlli sanitari iniziali e periodici dei lavoratori esposti?	9

<u>SEZIONE C</u> VALUTAZIONE DEL RISCHIO		<i>pag.</i>
C.1	Quali fonti è possibile utilizzare per una valutazione delle esposizioni ad atmosfere iperbariche?	10
C.2	Quali criteri/metodiche è possibile utilizzare per una valutazione nella gestione operativa delle esposizioni a atmosfere iperbariche?	11

<u>SEZIONE D</u> GESTIONE DEL RISCHIO		<i>pag.</i>
D.1	Quali misure tecniche e organizzative adottare all'esito della valutazione del rischio da atmosfere iperbariche?	15
D.2	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione? Con quali contenuti?	15
D.3	In quali condizioni il rischio espositivo può risultare incrementato?	15
D.4	Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio iperbarico?	16
D.5	Quali metodiche valutative possono essere appropriate per la valutazione di altri rischi fisici in atmosfera iperbarica?	16

<u>SEZIONE E</u> VIGILANZA ED ASPETTI MEDICO LEGALI		<i>pag.</i>
E.1	Nell'ambito del D. Lgs. 81/2008, in ottemperanza a quali riferimenti deve essere effettuata la valutazione del rischio da atmosfere iperbariche?	16
E.2	Gli effetti avversi sulla salute dovuti all'esposizione ad atmosfere iperbariche sono oggetto di riconoscimento di malattia professionale?	17
E.3	Come deve essere gestito il rischio iperbariche nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	18

	Glossario	21
--	-----------	----

	Tabella 1	25
--	-----------	----

Nota: non è presente una SEZIONE B METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA E LA STIMA DEI PARAMETRI in quanto non applicabile

A.1. Cosa si intende come rischio di esposizione ad atmosfere iperbariche?

Un'attività lavorativa espone a rischio iperbarico se la pressione della miscela respirata supera la pressione ambiente al livello del mare.

Le attività lavorative che espongono a rischio iperbarico sono di varie tipologie ed hanno ciascuna aspetti specifici di detta esposizione che ne fanno un caso a parte rispetto alle altre tipologie. In conseguenza di queste differenze si suddividerà il presente documento, laddove tali differenze ricorrano, in tante sottosezioni quante sono le attività lavorative iperbariche effettivamente differenti.

1. SUBACQUEI DI BASSO E ALTO FONDALE:

il **subacqueo di basso fondale** opera a profondità che vanno da pochi metri fino a 50 metri, prevalentemente in immersioni con risalita a fine lavoro, a volte in saturazione. I suoi compiti sono di supporto alle attività estrattive per la parte sommersa dell'impianto: montaggi parti della trivella, saldature, verifica saldature, etc.

Il **subacqueo di alto fondale** esegue le stesse operazioni, ma a profondità che vanno da 50 a 300 metri. Il lavoro si svolge in saturazione: i subacquei, una volta compressi alla profondità operativa, restano in tale condizione per circa 28 giorni di lavoro ed il tempo di riposo lo trascorrono in una camera iperbarica sul battello appoggio con turni di lavoro di otto ore, altre otto di riposo e otto di supporto alla squadra in acqua, ma modificabili in funzione delle esigenze lavorative. Le squadre sono solitamente di due operatori, mentre il turno è formato di tre squadre. Lavorano con ombelicale e casco con cui hanno la possibilità di comunicare con il supporto e la superficie. Gli alto-fondalisti hanno un supporto termico di acqua calda dalla superficie e lavorano con miscele a base di elio-ossigeno (eliox). L'attività richiede uno sforzo fisico medio. L'assistenza di superficie è a distanza zero, possiede tutte le dotazioni necessarie ed è dotata di camera iperbarica multiposto *in loco*.

Il **sommozzatore in servizio locale**, altrimenti detto **subacqueo di porto**, è la figura di riferimento per i piccoli e medi lavori portuali e di raddobbo delle navi in porto. I suoi compiti solitamente consistono nel lavorare sotto acqua per posare e riparare ponti, moli e fondamenta di arginamento portuali, ispezionare gli scafi delle navi e le installazioni subacquee per rilevare eventuali danni ed effettuare delle riparazioni minori, annunciare la condizione delle navi naufragate, liberarsi dagli ostacoli sotto acqua, praticare i fori per l'esplosivo sotto l'acqua, realizzare immersioni legate ad operazioni di salvataggio, di recupero o alla ricerca di annegati, coordinare altri lavoratori. Lavorano prevalentemente in aria con ombelicale e maschera gran facciale per poter comunicare con la superficie. L'attività richiede uno sforzo fisico medio. L'assistenza di superficie è a distanza zero, possiede tutte le dotazioni necessarie ed è collegato tramite 112 con pronto soccorso e camera iperbarica in prossimità del punto d'immersione.

2. **SUBACQUEA SCIENTIFICA:** l'archeologo ed il ricercatore subacqueo eseguono rilievi di carattere archeologico/scientifico che non possono essere compiuti senza la necessaria professionalità specifica da parte di un operatore subacqueo professionale. Il personale impiegato ha estrazione molto varia e formazione subacquea spesso di tipo ricreativo: studenti, dottorandi, ricercatori e professori. Le immersioni sono prevalentemente singole con bombola d'aria, muta umida e maschera normale (senza comunicazione con la superficie). L'immersione richiede spesso l'impiego di attrezzatura dedicata (sorbene, penetrometri, palloni di sollevamento, etc.), ma l'attività fisica è modesta. Si fanno non più di due immersioni al giorno, solitamente in curva di sicurezza. L'assistenza di superficie è a distanza variabile da 2 ore in su, non sempre possiede tutte le dotazioni necessarie e non è dotata di camera iperbarica multiposto.

3. **CORPI SUBACQUEI DELLO STATO:** i subacquei dei Corpi dello Stato svolgono servizi di natura varia ma, in generale, deputati a risolvere situazioni che si sono create per effetto di cause naturali o umane. I rischi derivanti da tali attività possono essere molto elevati (soccorso,

sminamento, ricerca narcotici, campionamento sostanze tossiche e/o nocive, etc.). L'attività si svolge, prevalentemente, con immersioni singole in aria o con miscele binarie (miscele binarie azoto-ossigeno ossia aria arricchita in ossigeno) o ternarie, solitamente entro i 50 metri e può richiedere sforzo fisico medio/elevato. Possono essere effettuate anche immersioni più profonde con attrezzature dedicate. Non si praticano ripetizioni superiori a due nella giornata. Vengono utilizzate mute stagne e maschere gran facciali con comunicazione con la superficie. L'assistenza di superficie è a distanza zero, possiede tutte le dotazioni necessarie ed è, talvolta, dotata di camera iperbarica multiposto con personale medico e paramedico *in loco*.

4. **PESCA PROFESSIONALE, CORALLARI, ITTICOLTURA:** Questa categoria raccoglie in sé due sottocategorie distinte. Fanno parte di una i subacquei di supporto delle itticolture a mare, mentre nell'altra ci sono i cosiddetti corallari. I corallari esplicano la loro attività essenzialmente nella raccolta ad alta profondità di corallo ed altre specie. Questa categoria è in fase di estinzione perché nessuna regione rinnova le autorizzazioni e quando interrompono l'attività mancano di ricambio. L'assistenza di superficie dei corallari è a distanza notevole dato che costoro spesso si immergono da soli per non rivelare i siti ricchi di corallo, raramente possiede tutte le dotazioni necessarie ed è, talvolta, dotata di camera iperbarica monoposto a bassa pressione sul natante d'appoggio. I lavoratori delle itticolture, invece, sono in costante aumento per la maggior diffusione che queste attività stanno vivendo. La loro attività consiste nel riparare le reti o coadiuvare nella raccolta del pescato. Fanno frequenti immersioni singole giornaliere nella stagione della raccolta, con profondità medio basse (massimo 20/30 metri), in aria con autorespiratore a circuito aperto e per tempi inferiori ai 40 minuti. Non sono normati da alcuna legge nazionale (alcune Regioni si stanno attrezzando, come la Toscana) e la loro formazione professionale è piuttosto variegata sul territorio. Per le caratteristiche delle proprie attività sembrerebbe necessaria una formazione specifica orientata a quella dell'Operatore Tecnico Subacqueo (OTS) ma senza saturazione e alto fondale. Solitamente fanno un'attività fisica di media intensità con attrezzature leggere senza comunicazione con la superficie. Questo aspetto implica un notevole aumento del rischio, in quanto se devono comunicare in superficie risalgono, esponendosi a multiplo rischio decompressivo. I subacquei di itticoltura hanno un'assistenza di superficie variegata, mentre l'intervento in caso di incidente e il soccorso sanitario è affidato al Servizio Sanitario Nazionale (SSN).
5. **LAVORATORI DELLA SUBACQUEA RICREATIVA:** i lavoratori che operano in questo settore si dividono in **guide subacquee** e **istruttori subacquei**. Il compito dell'istruttore è di formare l'allievo a tutte le procedure che ne renderanno sicura la permanenza sott'acqua. La guida/accompagnatore subacqueo ha il compito di portare sott'acqua un subacqueo autonomo e di curarne la sicurezza ma soprattutto il divertimento, conducendolo dove l'immersione è più interessante e agevole. Lavorano prevalentemente con bombole d'aria atmosferica a pressione, non hanno capacità di comunicazione con la superficie e sono lontani dai soccorsi. Le immersioni sono di tipo singolo, ma con ripetizioni fino a tre/quattro al giorno nella stagione estiva. Alcuni operano con miscele binarie azoto-ossigeno (aria arricchita in ossigeno) e rebreather; più raramente con Heliair (aria arricchita di elio). L'attività richiede poco sforzo fisico. L'assistenza di superficie è a distanza variabile da 2 ore in su, non sempre possiede tutte le dotazioni necessarie e non è dotata di camera iperbarica multiposto.
6. **CASSONISTI E SCAVO MECCANIZZATO (TBM):** i cassonisti sono coloro che eseguono lavori di manutenzione della macchina che effettua lo scavo meccanico, oppure svolgono direttamente operazioni di scavo, in un cassone ad aria compressa. Il cassone è un contenitore stagno che appoggia sul fondo del mare oppure la testa della talpa che fa tenuta con la galleria che sta scavando. Poiché tenderebbe spontaneamente ad allagarsi si tiene fuori l'acqua pompando all'interno aria compressa alla pressione corrispondente alla quota di lavoro sotto il livello

dell'acqua di falda. Il loro impiego è nell'ambito dell'ingegneria civile: gallerie (stradali, metropolitana o ferrovia), miniere, lavori portuali, costruzione ponti. Lavorano in ambiente asciutto e respirano aria ambiente in pressione. L'attività richiede uno sforzo fisico elevato. L'assistenza di superficie è a distanza zero, possiede tutte le dotazioni necessarie ed è dotata di camera iperbarica multiposto *in loco* (DPR 321/56).

7. **OSSIGENOTERAPIA IPERBARICA:** la specializzazione medica che afferisce all'ossigeno terapia iperbarica è attualmente: Anestesia e Rianimazione, Anestesia e Rianimazione ad indirizzo Iperbarico, Medicina del Nuoto e delle Attività Subacquee. È riconosciuto come titolo di competenza il Master Universitario di secondo livello in Medicina Subacquea e Iperbarica. La scuola di specializzazione non esiste più a seguito dell'entrata in vigore della normativa europea sulle specializzazioni. I tecnici iperbarici non entrano mai in camera iperbarica e possono essere compressi in camera iperbarica solo per problemi tecnici da risolvere, possibilmente senza la presenza dei pazienti, mentre medici ed infermieri vi si comprimono quando devono assistere i pazienti. La miscela per la compressione della Camera Iperbarica è, dal 1998, solo aria respirabile mentre l'erogazione dell'Ossigeno avviene attraverso mascherine oro-nasali a domanda o in continua. Alcune volte la somministrazione dell'Ossigeno avviene attraverso dei caschi individuali sigillati rispetto alla camera. È ammesso un solo casco per ogni seduta di Ossigeno Terapia Iperbarica.

A.2. Come ci si deve comportare in caso di lavorazioni che espongono rischio iperbarico?

Relativamente alle atmosferiche iperbariche, dove non esiste un Capo dedicato nel **D. Lgs n. 81/08 e s.m.i.**, si deve effettuare la valutazione del rischio, ed adottare le misure di prevenzione e protezione, facendo riferimento all'**art. 181 dello stesso decreto**, il quale specifica che la valutazione del rischio di tutti gli agenti fisici 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” (Vedere FAQ C.1).

A.3. Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?

Gli effetti sulla salute e sulla sicurezza direttamente dovuti all'esposizione ad atmosfere iperbariche sono:

1. Tossicità dell'ossigeno (O₂): interviene a causa della respirazione di una pO₂ elevata per lunghi periodi; esistono tabelle di pO₂/durata per valutare la possibile tossicità dell'ossigeno (vedasi NOAA Diving Manual, ad esempio). Il danno si presenta a livello polmonare o neurologico; quest'ultima si presenta esclusivamente in ambiente iperbarico. L'esito è un incidente fatale.
2. Narcosi da aumento di pressione del gas respirato. Il danno è di tipo neurologico. L'esito può essere fatale.
3. Pneumotorace traumatico dovuto a rapida variazione della pressione. Il danno è a carico dei polmoni, del cuore e del peritoneo. L'esito può essere fatale.
4. Sovradistensione gastro-intestinale: interviene per rapida variazione della pressione dei gas intestinali. Non è di solito causa di incidenti fatali.
5. Barotrauma (orecchio, maschera, seni ossei, denti): è dovuto a rapida variazione della pressione a carico delle cavità aeree. Non è di solito causa di incidenti fatali.
6. Embolia gassosa arteriosa (EGA) è dovuta a rapida variazione della pressione a livello polmonare. con rottura della membrana alveolo capillare, danno cardiovascolare e neurologico. L'esito può essere fatale.

7. Patologia da decompressione (PDD): è dovuto alla variazione della pressione parziale del gas inerte ed interviene per errori nella decompressione oppure per causa immeritata (ad es. shunt destro sinistro). L'esito può essere fatale.
8. Osteonecrosi disbarica: è dovuta alla variazione della pressione parziale del gas inerte nell'osso. Si differenzia dalla osteonecrosi avascolare asettica per l'evoluzione graduale e ritardata nel tempo. L'esito può essere invalidante (protesizzazione) ma non fatale.
9. Sindrome nervosa da alta pressione. È dovuta alla variazione della pO_2 del gas inerte, in particolare dell'elio ed è direttamente correlata con la velocità di compressione. Abitualmente a pressioni assolute superiori a 13 ATA. Il danno è neurologico e psichiatrico. L'esito può essere fatale.

Altri effetti, non dovuti direttamente alla variazione di pressione, ma la cui concomitanza in ambiente iperbarico può aumentarne la pericolosità, sono:

10. Sindrome da sommersione (annegamento).
11. Ipossia: interviene a seguito di ridotta pressione parziale ($pO_2 < 0,16$ bar) dell'ossigeno nella miscela respiratoria. Induce una perdita di coscienza che può condurre ad eventi fatali.
12. Avvelenamento da CO: interviene per la presenza del monossido di carbonio nella miscela. Il danno è a livello cardiocircolatorio e del sistema nervoso e può condurre ad incidente fatale.
13. Ipercapnia (CO_2): interviene per una pCO_2 eccessiva nella miscela respiratoria. Provoca stanchezza, cefalea ed altri sintomi neurologici e otorinolaringoiatrici (ORL) e può condurre ad incidente fatale.

A.4. Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio?

In maniera indicativa ma non esaustiva, sono i soggetti affetti da una delle seguenti evidenze:

- a) Presenza di allergie
- b) Precedenti problemi iperbarici: PDD, barotrauma
- c) Gravidanza
- d) Patologie dermatologiche o cutanee
- e) Patologie cerebrali
- f) Pregresso di svenimenti, collassi o vertigini, mal di moto, emicrania
- g) Disturbi psichiatrici
- h) Dipendenze da droghe (tre anni precedenti) o alcool
- i) Patologie otorinolaringoiatrici
- j) Patologie polmonari e pneumotorace
- k) Pregressi interventi chirurgici ai polmoni, al cuore, al torace o alla testa
- l) Patologie cardiache e circolatorie
- m) Patologie dismetaboliche e ormonali
- n) Patologie renali o urinarie
- o) Patologie osteoarticolari

A.5. Quali professionisti della salute effettuano la sorveglianza sanitaria?

Il D. Lgs. 81/08 sancisce che la sorveglianza sanitaria in ambito lavorativo pertiene al medico competente (MC) il quale, in casi specifici, può chiedere supporto ad un medico di specialità, che nel presente caso è medico iperbarico (MI). La figura del medico iperbarico può essere riassunta come segue: medico specialista in medicina del nuoto e delle attività subacquee o medico diplomato da master universitario di II livello in medicina subacquea ed iperbarica. La figura del MI è introdotta nell'apparato legislativo italiano dalla UNI 11366 del 2010 (in corso di revisione) e dal decreto legge 24 Gennaio 2012: "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la

competitività”, meglio noto come “decreto liberalizzazioni” che, all’articolo 16, al punto 2, stabilisce che le attività “*di cui all’articolo 53 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1979, n. 886, sono svolte secondo le norme vigenti, le regole di buona tecnica di cui alla norma UNI 11366*”. Un riferimento che conferisce dunque alla norma UNI 11366 un valore cogente.

A.6. Quali sono i possibili criteri da seguire per i controlli sanitari periodici dei lavoratori esposti?

La risposta a questa domanda prevede una doverosa premessa, esplicativa delle incongruenze e degli obblighi di legge esistenti all’atto della redazione del presente documento.

Non esiste una norma di riferimento del settore che includa tutti i vari possibili comparti interessati come off-shore, in-shore, basso fondale, alto fondale, saturazione, itticultura, scientifico, etc, (si ricorda che la norma UNI 11366 è cogente nel settore estrattivo-minerario, ma solo indicativo per tutti gli altri settori che siano privi di una norma UNI specifica). E’ importante rilevare, infatti, che la norma UNI 11366 è testo di riferimento normativo per la promulgazione di Ordinanze da parte delle Capitanerie di Porto per la sicurezza nei lavori subacquei in ambito Portuale e del territorio ricadente sotto la giurisdizione delle medesime. Pertanto diviene "cogente" per effetto di Ordinanze di CP. Gli unici riferimenti normativi attualmente in essere per quanto riguarda la valutazione medica di idoneità dei lavoratori sono il D.Lgs. 81/08 (valutazione del Medico Competente) e il D.M. del Ministero della Marina Mercantile del 13.01.1979 pubblicato nella G.U. n. 47 del 16/2/1979 referentesi agli esami previsti dall’idoneità medica per l’iscrizione al Registro dei Sommozzatori in Servizio Locale.

Quest’ultimo, in particolare, si riferisce alle visite di idoneità richieste dalle Capitanerie di Porto presso le quali vengono iscritti i Sommozzatori in Servizio Locale, quasi sempre O.T.S. operanti nelle acque del Compartimento Marittimo di iscrizione: costoro sono, nella prevalenza, alle dipendenze di Aziende operanti nel Circondario o, comunque, sul territorio dello Stato nelle acque territoriali sia marittime che interne.

L’organo competente per tale idoneità è la Sanità Marittima del Porto, che basa le proprie valutazioni per lo svolgimento dell’attività subacquea professionale sulla base degli esami di cui al predetto D.M.. Tale idoneità si limita alla sola attività subacquea professionale, non prendendo, invece, minimamente in considerazione le altre attività lavorative extra-subacquee come quelle, per esempio, svolte in superficie a fine turno immersione: queste ultime sono infatti di competenza del Medico Competente nominato.

Non tutti gli operatori effettuano tali visite presso la Sanità Marittima, in quanto non tutti gli operatori sono iscritti nei registri dei Sommozzatori in Servizio Locale, essendo tale registro un elenco obbligatorio per lo svolgimento dell’attività in acque marittime compartimentali o similamente normate.

Ne consegue che una vasta platea di operatori non effettua tali visite, rimettendo il giudizio di idoneità alle mansioni specifiche al Medico Competente: egli, nel ricercare i riferimenti normativi per la diagnostica specifica, trova solitamente il decreto del Ministero dei Trasporti di cui sopra.

Alla luce di quanto sopra premesso, è parere dei relatori di questo GdL, che i contenuti del documento ministeriale cui viene fatto riferimento per la diagnostica di idoneità, sia obsoleto e non aggiornato alla situazione attuale: la recente pandemia da Covid 19, per esempio, richiede specifici controlli post-contagio non contemplati dall’elenco di riferimento, ma altrettanto fondamentali per la verifica dello stato di idoneità allo svolgimento dell’attività subacquea professionale del lavoratore.

Si ritiene buona prassi che le diverse categorie di esposti debbano essere sottoposte a controlli sanitari in ragione delle proprie valutazioni del rischio specifiche e dei settori in cui operano.

Laddove non vi sia l'idoneità medica e l'idoneità alla mansione specifica da parte della Sanità Marittima, sulla base delle normative vigenti all'atto della visita del lavoratore, si suggerisce, ai fini dell'eventuale valutazione di idoneità da parte del Medico Competente, di adottare le indicazioni della Tabella 1, allegata alla fine delle FAQ: tale elenco può contribuire a rendere la vigilanza sanitaria più completa.

Tali indicazioni devono essere considerate nel documento di valutazione dei rischi per valutare l'impatto sullo specifico cantiere di lavoro e/o sulla ditta.

C.1. Quali fonti è possibile utilizzare per una valutazione delle esposizioni a atmosfere iperbariche?

La legislazione in materia di attività iperbariche è in evoluzione. Una raccolta delle buone prassi si può trovare, in parte, sul Portale Agenti Fisici (PAF) nella sezione iperbarica. Alcune norme UNI sono tuttora in fase di compilazione per la subacquea scientifica ed archeologica e per quella professionale.

[**Nota:** in quanto segue il termine immersione è utilizzato anche per le operazioni in ambiente asciutto. In quanto segue il lavoratore subacqueo ed il lavoratore iperbarico, come il tunnelling, sono equivalenti.]

Elenco, non esaustivo, delle fonti disponibili (non tutte sono di libera diffusione):

1. Subacquea al servizio dell'industria (alto e basso fondale): Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 624; DPR 886 del 24/5/1979; Legge, 24/03/2012 n° 27 (art. 16); UNI 11366 (in fase di rinnovo all'UNI); IMCA - International Code of Practice for Offshore Diving; EDTC - GUIDANCE ON SAFE WORKING PRACTICES IN COMMERCIAL DIVING; HSE – L103 Commercial diving projects offshore: Diving at Work Regulations 1997.
2. Subacquei in servizio locale (di porto): Decreto Ministeriale 13 gennaio 1979, Decreto Ministeriale 31 marzo 1981 e Decreto Ministeriale 2 febbraio 1982; HSE – L104 Commercial diving projects inland/inshore: Diving at Work Regulations 1997.
3. Cassonisti: DPR 321/56: Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa.
4. Valutazione medica del subacqueo: Decreto Balduzzi (per subacquea ricreativa).
5. Subacquea Archeologica e Scientifica (inclusi cineoperatori): Linee Guida ISPRA; in corso di redazione norma UNI; HSE – L 106 Media diving projects: Diving at Work Regulations 1997; HSE L 107 Scientific and archaeological diving projects: Diving at Work Regulations 1997; NOAA Diving Manual: Diving for science and technology, 6 ed.; CMAS STANDARD FOR SCIENTIFIC DIVER; Woods Hole Oceanographic Institution: Diving Safety Manual Revision 3.2; CNR - PROCEDURA DI SICUREZZA NELLE ATTIVITÀ SUBACQUEE A SCOPO DI RICERCA SCIENTIFICA.
6. Subacquei dei Corpi dello Stato: NATO - ALLIED GUIDE TO DIVING OPERATIONS.
7. Pesca subacquea professionale: Decreto Ministeriale 20 ottobre 1986.
8. Subacquea ricreativa: HSE – L105 Recreational diving projects: Diving at Work Regulations 1997;
9. Giancarlo D'Adamo et al., FORMAZIONE GIURIDICA PRATICA PER GUIDE E ISTRUTTORI SUBACQUEI.
10. ISPESL: Linee Guida - La gestione in sicurezza delle camere iperbariche multiposto in ambiente clinico (2017).

Esistono ottimi manuali destinati alle categorie succitate. Citiamo:

- Manuale d'immersione della Marina Militare USA (US Navy Diving Manual, ver.7, 2016).

- NOAA Diving Manual: Diving for science and technology, 6 ed.
- www.edtc.org
- www.dmac-diving.org
- https://www.portaleagentifisici.it/fo_iperbariche_index.php?lg=IT

C.2. Quali criteri/metodiche è possibile utilizzare per una valutazione nella gestione operativa delle esposizioni a atmosfere iperbariche?

L'ordine logico con cui si dovrebbe affrontare una valutazione del rischio da sola attività iperbarica dovrebbe essere, per tutte le tipologie di esposizione, il seguente:

- 1) Idoneità medica
- 2) Scelta della miscela respiratoria
- 3) Scelta della tabella di decompressione e delle relative procedure
- 4) Adeguatezza della preparazione degli operatori alle tecniche scelte
- 5) Aspetti tecnologici (attrezzature previste per l'immersione)
- 6) Altri fattori di rischio concorrenti (rischi fisici, chimici, biologici)
- 7) MEDEVAC
- 8) Fattori umani

Tale valutazione dell'esposizione deve essere completata da una più ampia valutazione del rischio derivante da tutte le altre caratteristiche dell'ambiente di lavoro (es.: scarsa visibilità, corrente, traffico nautico, etc.). Infine anche altri agenti fisici, chimici e biologici che possono intervenire nel corso dell'attività in immersione.

Per quanto riguarda l'idoneità medica e l'idoneità alla mansione specifica si faccia riferimento ai punti A.5. ed A.6. La verifica della loro persistenza deve essere fatta tenendo conto delle date della sessione delle immersioni; infatti l'assenza di idoneità medica in corso di validità può aumentare la probabilità d'incidente.

La scelta della miscela respiratoria sarà fatta in funzione delle condizioni di profondità operativa e durata dell'esposizione e disponibilità di tabelle decompressive di adeguata affidabilità. (Occorre dichiarare quali tabelle si scelgono nella valutazione del rischio). La tabella seguente della probabilità di incidente in relazione alle pressioni parziali dei gas respirati serve a tenere conto degli effetti che questi possono avere sull'organismo umano. Infatti, poiché le pressioni parziali crescono in proporzione alla pressione esterna, si deve tenere conto di alcune criticità. L'aumento della pO_2 accresce la probabilità di incorrere nella tossicità dell'ossigeno, mentre l'aumento della pN_2 accresce la probabilità di narcosi d'azoto. La presenza di impurità nella miscela respiratoria, in particolare della pCO_2 , aumenta la probabilità di incidente da intossicazione in maniera proporzionale alla profondità operativa.

Il fattore di probabilità si differenzia tra immersioni in acqua ed in camera iperbarica.

Tabella di valutazione delle pressioni parziali dei gas respiratori

	verde	giallo	rosso
pO_2 (bar)	1,3*	1,6/2,8**	oltre
pN_2 (bar)	3,16	4,74	oltre
pHe (bar)	q.b. per arrivare alla PA		
pCO_2 (ppm)	400	2000	oltre

* in caso di immersioni ripetitive o per più giorni consecutivi: ridurre a 1,2 bar.

** in acqua/in camera iperbarica

Le tabelle di decompressione, che specificano le procedure per ridurre la pressione esterna in modo tale da permettere di desaturare il gas inerte respirato con sufficiente gradualità, sono indicizzate con la miscela gassosa respirata, la profondità e la durata dell'immersione. Queste tabelle si basano su

modelli che approssimano il comportamento dell'organismo umano nel corso del processo di saturazione/desaturazione in maniera che non tiene conto delle differenze interindividuali. Esistono molte tabelle e versioni successive delle stesse tabelle. Ad esempio le tabelle US Navy (Tabelle di decompressione della Marina Militare degli Stati Uniti) esistono dal 1956 e hanno visto 7 nuove edizioni, l'ultima delle quali ha visto la luce nel 2016. Pur trattandosi di tabelle piuttosto affidabili, il semplice fatto che nel tempo abbiano sensibilmente accresciuto i tempi di decompressione a parità di miscela/profondità/durata, suggerisce che l'argomento non abbia ancora raggiunto la stabilità. Pertanto la scelta delle tabelle rappresenta uno degli atti di valutazione del rischio più rilevanti, al fine della prevenzione e della sicurezza in immersione. Questa scelta non ha una codifica in termini di probabilità di accadimento ma si può ipotizzare che tabelle più sperimentate siano più sicure di quelle meno sperimentate. Le tabelle della Marina Militare Americana (tabelle US Navy 2016) danno anche un metodo di calcolo della probabilità di accadimento di incidente decompressivo. Oltre a questo aspetto si deve tenere conto di alcuni aspetti che ne modificano in generale la probabilità di accadimento che sono riportati nella seguente tabella. Se si presentano più di due dei fattori indicati contemporaneamente, si ha un aumento della probabilità del rischio di incidente decompressivo.

Fattori indicativi di aumento dello stress decompressivo: più di due fattori contemporaneamente

Rischio decompressivo	basso	alto
Tempo totale immersione (min)	< 70	> 70
Tempo totale decompressione (min)	< 30	> 30
Sforzo post immersione (entro 20 min dall'uscita dall'acqua)	Nessuno sforzo	Sforzo*
Immersioni ripetitive (intervallo < 2 ore)	no	sì
Immersioni per più giorni consecutivi	no	sì
Cambio altitudine o volo < 12 ore per immersione singola < 24 ore per immersioni ripetitive	no	sì

* es.: uscita dall'acqua indossando l'attrezzatura

A titolo d'esempio se si fa un'immersione molto lunga (> 70') e si vuole prendere un aereo subito dopo (meno di 12 ore dalla fine dell'immersione) il fattore di probabilità di incidente decompressivo è alto.

La scelta delle tabelle impiegate rappresenta un indicatore di sicurezza e valutazione del rischio, ma non è indipendente da altri aspetti della prevenzione della salute e della sicurezza che devono, pertanto, essere presi in considerazione.

Fra questi aspetti si devono includere:

- attività svolta in immersione/compressione;
- dotazione dispositivi tecnici (erogatori, jacket, profondimetri, mute, casco, comunicatori, etc.) in modo da realizzare una ridondanza che garantisca la sicurezza;
- manutenzione dei dispositivi iperbarici (regolarità e periodicità della manutenzione);
- assistenza di superficie (numerosità e formazione);
- completezza e tempi d'intervento dell'assistenza medica;
- presenza di un piano di emergenza medica ed evacuazione dei pazienti (MEDEVAC);
- formazione subacquea pregressa;
- formazione tecnica in immersione.

Per quanto riguarda i fattori umani si richiama il concetto che lo stato di salute fisico e mentale incide sulla sicurezza del lavoro subacqueo. Affinché il subacqueo non metta in pericolo sé stesso o i compagni di immersione sono consigliate sia l'idoneità medica e l'idoneità alla mansione specifica che valuta la salute all'atto della visita, che l'attenzione ai fattori umani, rappresentati da quegli aspetti che incidono sulla salute all'atto della esecuzione del lavoro. I fattori umani includono aspetti fisici (conoscenza o applicazione della nutrizione sana per evitare eccessiva magrezza o obesità), cognitivi

(essere consapevoli delle proprie condizioni mediche, comunicare ai responsabili del progetto l'uso di farmaci prescritti/non prescritti, gestire lo stress), relazioni sociali (rapporti con colleghi, Ditta, famiglia, Società), culturali (comportamenti come l'uso di tabacco, steroidi, bevande proteiche per dieta) ed emotivi (come la stabilità economica).

Probabilità

Valore	Probabilità	Descrizione
1	Estremamente improbabile	Non ci sono incidenti conosciuti nell'organizzazione (frequenza: zero eventi). L'evento può non essere noto a tutto il personale. E' accaduto a livello internazionale ma è estremamente raro (≤ 3 eventi / anno)
2	Improbabile	L'evento può accadere con la concomitanza di diverse cause indipendenti e improbabili (frequenza ≤ 1 eventi / anno). L'evento è generalmente noto a tutto il personale. E' accaduto a livello internazionale ma in rare circostanze (≤ 10 eventi / anno)
3	Possibile	L'evento può accadere dalla combinazione di diverse cause indipendenti e probabili (frequenza ≤ 10 eventi / anno). Il personale è a conoscenza dell'evento. La frequenza a livello internazionale è ≤ 100 eventi / anno
4	Probabile	L'evento può accadere senza la combinazione di diverse cause, anche se non in modo automatico o diretto (frequenza ≤ 20 eventi / anno). L'evento è ben noto a tutto il personale. Accade spesso a livello internazionale (> 100 eventi / anno)
5	Altamente probabile	L'evento può accadere in modo diretto e automatico (frequenza ≥ 20 eventi / anno). L'evento crea preoccupazione e il personale sa che può accadere facilmente

Gravità →		Trascurabile	Lieve	Moderata	Seria	Molto seria
Probabilità ↓		1	2	3	4	5
Estremamente improbabile	1	1 BASSO	2 BASSO	3 BASSO	4 BASSO	5 MEDIO
Improbabile	2	2 BASSO	4 BASSO	6 MEDIO	8 MEDIO	10 MEDIO
Possibile	3	3 BASSO	6 MEDIO	9 MEDIO	12 MEDIO	15 ALTO
Probabile	4	4 BASSO	8 MEDIO	12 MEDIO	16 ALTO	20 ALTO
Altamente probabile	5	5 MEDIO	10 MEDIO	15 ALTO	20 ALTO	25 ALTO

Gravità:

Valore	Gravità	Infortunio	Impatto ambientale	Danno materiale
1	Trascurabile	Minime conseguenze sulla salute. Può richiedere intervento di primo soccorso, trattamento medico sul luogo di lavoro o mansione ridotta senza comportare turni o giorni di assenza.	Minimo impatto L'area interessata è localizzata dove è avvenuto l'evento. Le condizioni precedenti sono ristabilite senza intervento umano e in breve periodo (< 1 settimana).	Danno limitato ad attrezzature e sede, ripristinabile con manutenzione ordinaria.
2	Lieve	Lievi conseguenze sulla salute. Assenza dal lavoro (LTI) da 1 a 40 giorni.	Impatto lieve. L'area interessata è circoscritta all'area di cantiere. Le condizioni precedenti sono ristabilite con intervento umano, senza servizi esterni di protezione ambientale.	Danno minore ad attrezzature, riparabile sul posto di lavoro. Danno alla sede necessità di interventi localizzati di breve durata. Danno < € 50.000
3	Moderata	Lesione significativa. Invalidità parziale o importanti conseguenze sulla salute Assenza dal lavoro (LTI) oltre i 40 giorni.	Impatto moderato. L'area interessata si estende entro i 500 m dall'area di cantiere. Le condizioni precedenti sono ristabilite con intervento da parte di servizi di protezione ambientale.	Il danno all'attrezzatura richiede lavori di riparazione di media durata. Danno alla sede che necessita di intervento / ripristino. Danno tra € 50.000 e 500.000
4	Seria	Lesione molto seria. Fatalità o grave invalidità permanente di una persona. Impossibilità a riprendere il lavoro.	Impatto serio. L'area interessata si estende a livello regionale. Richiesto intervento di servizio di protezione ambientale. Violazione di regolamenti ambientali.	Danno significativo ad attrezzature impianti che necessitano di interventi di lunga durata. La sede subisce danni strutturali. Danni tra € 500.000 e 2 milioni.
5	Molto seria	Fatalità multiple. L'evento può portare a malattia professionale terminale o morte di più di una persona.	Impatto molto serio. L'area interessata si estende a livello nazionale o internazionale. Gravi violazioni delle leggi ambientali.	Perdita di impianti o attrezzature importanti. Sede completamente danneggiata e inagibile. Danni > € 2 milioni.

Il DL deve coordinarsi col NUE 112/118 per la possibilità di trasferimento in urgenza dell'infortunato che deve poter essere trasferito nel più breve tempo possibile al più vicino centro iperbarico in ambiente clinico. Il paziente deve ricevere somministrazione di ossigeno normobarico nell'intervallo di tempo tra il suo recupero e il trasporto in camera iperbarica.

Il DL deve dichiarare modi e tempi di trasporto e trattamento del paziente, tenendo in considerazione le condizioni meteomarine peggiori prevedibili.

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

Avendo messo a punto quanto ipotizzato nelle tabelle precedenti per i vari fattori di rischio, la risposta implica la rimozione/il miglioramento dei punteggi svantaggiosi delle suddette Tabelle.

La valutazione del rischio dovrebbe avere una sua declinazione per ogni tipologia di lavoro iperbarico descritta in A.1.

A cura e sotto la responsabilità del datore di lavoro dell'impresa operante, dovranno essere redatte, con riferimento alla specifica immersione, procedure di emergenza e un piano per l'assistenza, il recupero ed il trasporto di subacqueo infortunato, da attuarsi nei termini previsti dai vigenti protocolli sanitari, presso un ambiente clinico la cui operatività nel periodo di interesse e i tempi di raggiungimento devono essere verificati prima dell'effettuazione delle immersioni; in alternativa, l'impresa dovrà mantenere sull'unità di appoggio o nelle immediate vicinanze, una camera iperbarica idoneamente attrezzata ed equipaggiata, con la presenza di un medico iperbarico e/o di personale qualificato all'utilizzo ed abilitato all'effettuazione di trattamenti terapeutici sotto indicazione medica; la camera iperbarica, oltre a dover essere conforme alle vigenti previsioni normative in materia, dovrà avere dimensioni tali da contenere un letto branda e da consentire al personale sanitario di prestare le cure all'infortunato.

D.2. In quali casi è necessario effettuare specifica informazione/formazione? Con quali contenuti?

La formazione/informazione sulle specifiche attrezzature adottate deve sempre essere fatta, così come sulle procedure operative scelte per la particolare immersione. In ogni caso in cui si sia stabilita una configurazione organizzativa ben definita, è necessario fare formazione su di essa al fine di un adeguamento ottimale dei comportamenti dei singoli lavoratori all'organizzazione stessa. In pratica sempre.

La formazione sui rischi derivanti dall'attività lavorative (che non è quella professionale che deve essere posseduta a priori) deve riguardare le scelte operate dal DL su:

- 1) Idoneità medica (il DL deve informare il personale che deve mantenere un buono stato di salute e un'adeguata alimentazione/idratazione)
- 2) miscela respiratoria appropriata
- 3) tabella di decompressione, l'azienda può scegliere ma deve informarne il lavoratore
- 4) dotazioni operative (sia relativamente alle attrezzature che alle procedure)
- 5) coordinazione tra le diverse squadre e delle diverse squadre con la superficie
- 6) MEDEVAC (medical evacuation: trasferimento sanitario dell'infortunato)

Inoltre, sono da includere le situazioni in cui altri fattori di rischio si presentino congiuntamente all'immersione, come in caso di concomitante rischio fisico, chimico o biologico, che richiede l'uso di attrezzature particolari o il soccorso medico in ambiente iperbarico.

In generale le informazioni devono riguardare gli obiettivi dell'immersione, le modalità per conseguirli, gli attrezzi per eseguire le operazioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi.

D.3. In quali condizioni il rischio espositivo può risultare incrementato?

Fattori che possono accrescere il rischio sono: meteorologici, stato del mare e delle correnti. Scarsa formazione subacquea degli operatori, attrezzature non idonee o non mantenute od obsolete, miscele respiratorie non idonee alla profondità, stato generale di salute o emotivo/cognitivo alterato, ridotta o inesistente informazione specifica, trascuratezza nella programmazione, bassa/alta temperatura dell'acqua, immersione in quota, immersioni ripetute, eventuali patologie che il soggetto ha

manifestato in conseguenza delle ultime immersioni, eccezionale sforzo fisico durante l'immersione, eccessiva lontananza dalla camera iperbarica (maggiore di due/quattro ore), mancato aggiornamento della formazione specifica anche in materia di prevenzione e primo soccorso, acque inquinate.

D.4. Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio iperbarico?

La Relazione Tecnica dovrà essere strutturata nei seguenti argomenti:

- 1) denominazione dell'impresa;
- 2) individuazione del datore di lavoro, RSPP e RLS, medico competente e/o medico iperbarico;
- 3) descrizione dell'attività che si intende svolgere: obiettivi, operatori (eventuali squadre), mezzi tecnici, procedure previste;
- 4) analisi del rischio iperbarico: miscela respiratoria, tabelle di decompressione, dotazione strumentale e di supporto, squadre e loro interconnessione, MEDEVAC, interazione col SSN o autonomia d'intervento (camera iperbarica *in situ*, creazione e collocazione di struttura sanitaria in prossimità del cantiere per la gestione dei pazienti critici, in caso di impossibilità di gestione *in situ*); si vedano le tabelle del punto C.2;
- 5) analisi di rischio del processo lavorativo (piano operativo della sicurezza)
- 6) possibile interazione tra fattori di rischio diversi;
- 7) nel caso di diverse ditte che intervengono si dovrà anche prevedere un DUVRI, ossia la valutazione del rischio da attività interferenti.

D.5. Quali metodiche valutative possono essere appropriate per la valutazione di altri rischi fisici in atmosfera iperbarica?

Alcune attività in immersione possono esporre ad altri fattori di rischio fisico quale: rumore (utilizzo della sorbona), vibrazioni (impiego di attrezzi pneumatici), radiazioni ionizzanti (indagini sullo stato delle saldature), radiazioni ottiche (ultravioletti da saldatura/taglio ossi-elettrico), ultrasuoni, rischio elettrico, rischi di traumi meccanici. Tali fattori devono essere valutati tenendo conto delle diverse condizioni ambientali derivanti dal fatto di trovarsi in acqua. Oltre ai fattori di rischio fisico si dovrebbero considerare anche i fattori di rischio biologico e chimico per quelle realtà lavorative che lo richiedono.

Nei progetti che coinvolgono più mezzi navali, è necessario valutare un sistema di coordinamento per evitare incidenti tra i diversi operatori e mezzi.

E.1. Nell'ambito del D. Lgs. 81/2008, in ottemperanza a quali riferimenti deve essere effettuata la valutazione del rischio da atmosfere iperbariche?

La valutazione del rischio derivante dall'esposizione ad atmosfere iperbariche deve essere effettuata ai sensi dell'art. 181 del D. Lgs. 81/2008, 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 le atmosfere iperbariche, 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 (sezione D), con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi, come illustrato alle sezioni C e D (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 atmosfere iperbariche 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 atmosfere iperbariche 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.

E.2. Gli effetti avversi sulla salute dovuti all'esposizione ad atmosfere iperbariche 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 Cassazione), 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. 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".

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.

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 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 tabellate. Le Nuove Tabelle delle malattie professionali nell'Industria e nell'Agricoltura, approvate con DM 10 ottobre 2023.

Nella voce 76 della tabella per l'industria (Tabella E.1.) compaiono le “MALATTIE CAUSATE DA LAVORI SUBACQUEI ED IN CAMERE IPERBARICHE” ed in particolare le osteoartropatie, mentre la seconda colonna della tabella indica che sono da considerarsi tabellati i lavori subacquei ed in camere iperbariche.

Riguardo al periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione dell'attività lavorativa è stato fissato un periodo di 10 anni, pertanto se la malattia viene denunciata oltre 10 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

Tabella E.1. Estratto della Tabella delle malattie professionali nell'Industria approvata con DM 10 ottobre 2023

MALATTIE (ICD-10)	LAVORAZIONI	Periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione della lavorazione
76) MALATTIE CAUSATE DA LAVORI SUBACQUEI ED IN CAMERE IPERBARICHE		
a) OSTEOARTROPATIE (MALATTIA DEI CASSONI, MALATTIA DEI PALOMBARI) (M90.3)	Lavori subacquei ed in camere iperbariche	10 anni

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 biologico, 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.

E.3. Come deve essere gestito il rischio iperbariche 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 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 ad atmosfere iperbariche 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 ad atmosfere iperbariche 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 iperbariche degli ambienti di lavoro presso i quali si svolgerà l'appalto 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 atmosfere iperbariche. Il Coordinatore per l'Esecuzione (CSE) dovrà adottare le misure previste nel PSC allo sviluppo temporale del cantiere, anche in relazione all'agente iperbariche. I datori di lavoro delle ditte in appalto dovranno prevedere all'interno dei propri POS le misure specifiche di organizzazione delle lavorazioni in cantiere.

GLOSSARIO

1. **Alto Fondale:** batimetrie con profondità superiore a 50 metri;
2. **Basso Fondale:** batimetrie comprese tra 0 e 50 metri di profondità;
3. **Camera iperbarica:** contenitore a pressione idoneo per alloggiare persone che respirano Ossigeno con $FiO_2=1$ (100% O_2) a una pressione maggiore di quella atmosferica. Le camere iperbariche, in Italia, sono pluriambiente (Camera principale e camera secondaria o di equilibrio) e pluriposto (può contenere 2 o più persone);
4. **Camera di ricompressione:** è una camera iperbarica situata nel cantiere di lavoro come DPC, sulla base della valutazione dei rischi effettuata dal Datore di Lavoro in particolari condizioni (salto in camera e/o centri iperbarici distanti più di 2 ore dal cantiere);
5. **Coordinatore per la progettazione (CSP) e coordinatore per l'esecuzione (CSE):** soggetti incaricati dal committente per svolgere i compiti richiesti dagli artt. 91-92 del D.Lgs.81/08;
6. **Curva di Sicurezza:** linea di demarcazione dei tempi d'immersione che permettono, in relazione alla profondità, la risalita diretta in superficie, ovvero senza tappe di decompressione, sempre nel rispetto della velocità di risalita prescritta dalle tabelle in uso;
7. **Datore di lavoro (DL):** ex art.2 lett.b del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., è il soggetto titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o, comunque, il soggetto che, secondo il tipo e l'assetto dell'organizzazione nel cui ambito il lavoratore presta la propria attività, ha la responsabilità dell'organizzazione stessa o dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa;
8. **Documento Valutazione dei Rischi (DVR):** documento di formalizzazione dell'esito della valutazione dei rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori presenti nell'ambito di una organizzazione, indicante le misure di prevenzione e protezione da adottare per lo svolgimento dell'attività lavorativa, redatto e mantenuto in conformità a quanto riportato nell'art.29 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.;
9. **Documento Unico Valutazione dei Rischi Interferenti (DUVRI):** è un documento che analizza e descrive la corretta gestione della sicurezza durante le attività in appalto, che indica le misure adottate per eliminare o, ove ciò non è possibile, ridurre al minimo i rischi da interferenze. Il DUVRI deve recare una valutazione ricognitiva dei rischi standard relativi alla tipologia della prestazione che potrebbero potenzialmente derivare dall'esecuzione del contratto. Il soggetto presso il quale deve essere eseguito il contratto, prima dell'inizio dell'esecuzione, integra il già menzionato documento riferendolo ai rischi specifici da interferenza presenti nei luoghi in cui verrà espletato l'appalto; l'integrazione, sottoscritta per accettazione dall'esecutore, integra gli atti contrattuali;
10. **DPI:** qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo;
11. **DPC:** costituiscono un insieme di sistemi e dispositivi progettati per intervenire direttamente sulla fonte dei pericoli. La loro caratteristica è, quindi, quella di proteggere tutti i lavoratori esposti allo stesso rischio;
12. **Gas o Miscela respiratoria:** miscela di gas compresso/i, naturale o sintetica, per la respirazione dell'OTS in ambiente iperbarico;
13. **Medico Competente (MC):** specialista medico designato da una ditta o un ente per la gestione degli aspetti di medicina del lavoro; ex art. 2 lettera h) del D.Lgs.81/08 e s.m.i., è un medico in possesso di uno dei titoli e dei requisiti formativi e professionali di cui all'articolo 38, che collabora, secondo quanto previsto all'articolo 29, comma 1, con il datore di lavoro ai fini della valutazione dei rischi ed è nominato dallo stesso per effettuare la sorveglianza sanitaria e per tutti gli altri compiti di cui al D.Lgs.81/08 e s.m.i.;
14. **Medico Iperbarico (MI):** specialista medico subacqueo esperto nella gestione degli aspetti di medicina subacquea professionale;

15. **Operatore di Camera Iperbarica:** tecnico formato per la manutenzione ordinaria di impianti iperbarici;
16. **Operatore Tecnico Subacqueo (OTS):** tecnico specializzato nel lavoro subacqueo (sommizzatore e/o palombaro);
17. **Operazione Subacquea:** qualunque attività che preveda l'impiego di OTS;
18. **Piano Operativo di Sicurezza (POS):** documento da redigere prima dell'inizio delle attività operative in un cantiere temporaneo o mobile, secondo quanto previsto dal D.Lgs 81/2008 e s.m.i;
19. **Piano di sicurezza e coordinamento (PSC):** è un documento previsto e normato dal D.Lgs 81/2008 che, all'interno del cantiere, descrive e riporta tutte le fasi operative utili a terminare la costruzione, segnalando opportunamente quali sono quelle maggiormente esposte a rischio e che richiedono delle azioni preventive da mettere in atto per salvaguardare la salute e l'integrità dei lavoratori;
20. **Preposto:** persona che, in ragione delle competenze professionali e nei limiti di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, sovrintende alla attività lavorativa e garantisce l'attuazione delle direttive ricevute, controllandone la corretta esecuzione da parte dei lavoratori ed esercitando un funzionale potere di iniziativa (ex art.2 lettera e) del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.) Il preposto deve essere nominato per iscritto e sovrintende all'attività lavorativa, ne controlla la corretta esecuzione da parte dei lavoratori, garantendo l'attuazione delle direttive di sicurezza;
21. **Tabella di Decompressione:** schema numerico a matrice che indica tempi e profondità per la decompressione a seguito di esposizioni iperbariche in base alle tempistiche di esposizione e alle miscele di gas respirato;
22. **Tabella di Decompressione Aziendale:** tabella di decompressione adottata in modo ufficiale da una azienda;
23. **Tappa di decompressione:** è il periodo di tempo che un subacqueo deve trascorrere ad una profondità costante alla fine di un'immersione subacquea per ridurre in sicurezza i gas inerti dal corpo col fine di evitare problemi quali, ad esempio malattia da decompressione.
24. **pO₂** pressione parziale dell'ossigeno.
25. **pCO₂** pressione parziale dell'anidride carbonica.

CREDITS

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

GRUPPO DI LAVORO ATMOSFERE IPERBARICHE composto da:

- **Enrico Marchetti** – INAIL DIPARTIMENTO DI MEDICINA, EPIDEMIOLOGIA, IGIENE DEL LAVORO E AMBIENTALE, Laboratorio Rischio Agenti Fisici
- **Floriana Sacco** - INAIL DIPARTIMENTO DI MEDICINA, EPIDEMIOLOGIA, IGIENE DEL LAVORO E AMBIENTALE, Laboratorio Rischio Agenti Fisici
- **Pasquale Longobardi** - Presidente AA Fondazione Mistral, Vice-Presidente Società Italiana Medicina Subacquea e Iperbarica (SIMSI)
- **Corrado Costanzo** - Specialista in Medicina del nuoto e delle Attività Subacquee, Specialista in Anestesia e Rianimazione, Consigliere della Società Italiana di medicina Subacquea e iperbarica (SIMSI)
- **Giovanni Esentato** - Segretario Associazione Imprese Subacquee Italiane (AISI)
- **Massimo Scorcìa** - Rappresentante x AASPI, Supervisore immersioni aria nitrox basso fondale, Titolare di azienda lavori subacquei.
- **Fabio Faralli** - Specialista in Medicina del Nuoto e delle Attività Subacquee, Specialista Superiore in Fisiopatologia del Lavoro Subacqueo (MMI), DMO , Consigliere della Società Italiana di Medicina Subacquea ed Iperbarica (SIMSI)
- **Laura Filosa** – INAIL DG, CTSS Centrale
- **Alessandro Giomarelli** - Azienda USL Toscana sud est
- **Adolfo Magrin** – Presidente Associazione Imprese Subacquee Italiane (AISI)

TABELLA 1:

Possibili criteri specifici da seguire per la sorveglianza sanitaria che include l'idoneità iniziale e periodica dei lavoratori esposti.

Laddove non vi sia l'idoneità medica e l'idoneità alla mansione specifica da parte della Sanità Marittima, sulla base delle normative vigenti, all'atto della visita del lavoratore, si suggerisce un elenco di possibili accertamenti (Tabella 1) a cui il Medico Competente può attingere ai fini dell'eventuale valutazione di idoneità.

Tali indicazioni devono essere considerate nel documento di valutazione dei rischi per valutare l'impatto sullo specifico cantiere di lavoro e/o sulla ditta.

APPARATI	INDAGINI	I° visita	annuale	ogni 3 anni fino a 45 anni	ogni 2 anni dopo i 45 anni	Ogni 5 anni fino a 50 anni	Ogni 3 anni dopo 50 anni	Ogni 6 anni
Cardiovascolare	ECG basale e da sforzo		x					
	Ecocardio transtoracico	x		x	x			
	Ecocolor doppler TSA						x	
Respiratorio	Spirometria		x					
	RX Torace					x	x	
	TC Polmonare HRCT senza mezzo di contrasto	x						
Otorinolaringoiatrico	Audio - Impedenzometria		x					
Visione	Tabella ortottica e fundus		x					
	Ishihara test	x						

Osteoarticolare	RMN GROSSE ARTICOLARI (**)	x						x
	Densitometria DEXA (**)	x						x
Neurologico	visita neurologica*	x	x					
	EEG	x						
Cute - Tegumenti	valutazione assenza lesioni cutanee**		x					
Stomatognatico	Esame della bocca		x					
Addome	Esame obiettivo (fegato, milza, reflusso gastro- esofageo) BMI		x					
Esami Ematochimici								
Emocromo completo			x					
Elettroforesi delle Sieroproteine		x		x	x			
PCR			x					
Glicemia			x					
Creatininemia			x					
Colesterolemia totale		x		x	x			

Colesterolemia HDL		x		x	x			
Trigliceridemia		x		x	x			
Uricemia		x		x	x			
Gamma GT		x		x	x			
ALT		x		x	x			
AST		x		x	x			
Bilirubinemia T/D		x		x	x			
PT - INR			x					
Fibrinogeno			x					
Esame completo delle Urine			x					
TSH reflex		x						
* visita non specialistica **solo per Operatori Tecnici Subacquei con esposizione in ambiente iperbarico per trenta giorni nell'anno (p.es. alto fondale)								

EDTC Medical Assessment for Work Under Pressure (2024 edition), Fitness to Dive Standards of European Diving Technology Committee, Edited by Jürg Wendling, Roland Vanden Eede, David Elliott, Jack Meintjes, Jean-Louis Meliet and Tor Nome. Published by IMCA, International Marine Contractors Association, 2024. ISBN 13 987-3-9522284-3-2.