



C.N.S.A.S.  
Soccorso Speleologico

# → SOCCORSO SPELEOSUBACQUEO

## STORIA, TECNICHE E PROCEDURE

Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico  
Club Alpino Italiano

Scuola Nazionale Tecnici di Soccorso Speleosubacqueo

Autori:

Attilio Eusebio (INTeSSub)

Leo Fancello (INTeSSub)

Giuseppe Minciotti (Direttore SNaTSSub)

Hanno collaborato:

Roberto Carminucci (5^ Zona Speleo - COMSUB)

Roberto Jarre (1^ Zona Speleo - COMSUB)

Alessandro Tuveri (8^ Zona Speleo - COMSUB - COMED)

Valerio Tuveri (8^ Zona Speleo - COMSUB - COMED)

Coordinamento a cura di: Attilio Eusebio

Le fotografie che illustrano il manuale sono di Giovanni Badino (118), Roberto Bordin (143), Marco Broglio (32), Sergio Doglio (96), Attilio Eusebio (6, 15, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 34, 39, 46, 47, 48, 53, 56, 58, 66, 72, 76, 79, 81, 87, 88, 89, 93, 99, 110, 130, 144, 161, 162, 166, 173, 176, 178, 179, 183, 185, 186, 188, 190), Lamberto Ferri Ricchi (13, 171), Arne Hodalic (16), Roberto Jarre (71, 99, 151), Giuseppe Minciotti (146, 147, 148, 149, 152, 156, 164), Saverio Peirone (10), Dolores Porcu (100, 174), Archivio COM.SUB (61, 62, 63, 68, 83, 145), Archivio COM.MED (107, 108, 112, 113, 115, 117, 119, 120, 122, 126).

Disegni e composizione grafica: [www.side-design.it](http://www.side-design.it)

Stampa: La Grafica Nuova, Via Somalia 108/32, Torino

Foto di copertina: Trasporto barella da parte di una squadra di operatori subacquei alla Grotta del Ciolo (Lecce) - fotografia di Attilio Eusebio.

Finito di stampare Settembre 2010.

## → **INDICE**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Premessa</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1 Introduzioni</b>  | <b>8</b>  |
| <b>2 Cenni storici</b>   | <b>10</b> |
| Il primo intervento speleosubacqueo di soccorso                                | 11        |
| Il Soccorso Speleologico in Italia   | 11        |
| Il Soccorso Speleosubacqueo in Italia  | 12        |
| La Commissione Nazionale Speleosubacquea del Soccorso Speleologico             | 14        |
| <b>3 Le condizioni ambientali e le problematiche associate</b>                 | <b>20</b> |
| Intervento in sifoni all'interno di grotte aeree                               | 25        |
| <b>4 Pianificazioni delle immersioni e procedure operative</b>                 | <b>34</b> |
| Utilizzo di miscele iperossigenate, verifica delle stesse e limiti di utilizzo | 35        |
| Profondità Equivalente di Narcosi (END)  | 37        |
| Gestione dell'esposizione all'ossigeno e Air Break                             | 37        |
| Immersioni con l'utilizzo di miscele EANX                                      | 38        |
| L'utilizzo di miscele ternarie in intervento                                   | 40        |
| <b>5 Pianificazione dell'immersione in intervento di soccorso</b>              | <b>48</b> |
| Stima dei consumi e valutazione della messa in opera di una linea di sicurezza | 49        |
| Criteri generali di sicurezza e di ridondanza - Linea di sicurezza             | 54        |
| Protocollo linea decompressiva di sicurezza                                    | 55        |
| <b>6 La miscelazione ed il controllo dei gas utilizzati in immersione</b>      | <b>56</b> |
| Le attrezzature  | 57        |
| Il compressore   | 57        |
| Le fruste di travaso   | 60        |
| Gli analizzatori   | 61        |
| I manometri  | 62        |
| Le centraline di miscelazione  | 62        |
| Le pompe Booster e gli estrattori di gas                                       | 62        |
| I filtri aggiuntivi  | 63        |
| Caratteristiche dei gas e degli strumenti usati nella miscelazione             | 64        |
| <b>7 Tecnica della miscelazione</b>  | <b>66</b> |
| I sistemi di miscelazione  | 67        |
| <b>8 Nozioni tecnico-operative preliminari</b>                                 | <b>72</b> |
| Tecniche individuali di base   | 73        |
| Condizionamento del sifone e del post-sifone                                   | 78        |
| La bonifica dei sifoni   | 90        |
| La sagolatura del ramo laterale  | 92        |

|  |            |  |            |
|--|------------|--|------------|
| Ricerca della sagola   | 96         | <b>13 Autorespiratori a circuito chiuso (Rebreather)</b> | <b>162</b> |
| <b>9 La patologia nella immersione speleosubacquea</b>                   | <b>100</b> | <b>14 Le comunicazioni</b>                               | <b>166</b> |
| La preparazione fisica come base della prevenzione degli incidenti       | 101        | Perché e come  | 167        |
| Ipotermia  | 108        | Strumenti  | 168        |
| Il primo soccorso  | 110        | Speleofoni   | 172        |
| Valutazione e trattamento in tendina                                     | 120        | <b>15 L'organizzazione dell'intervento</b>               | <b>174</b> |
| Acquisizione di informazioni sul ferito: TEMA                            | 120        | Valutazione dell'incidente e linee guida d'azione        | 175        |
| Riesame delle funzioni vitali  | 121        | Criteri di mobilitazione dei soccorritori                | 177        |
| In sintesi...  | 125        | L'organizzazione dell'immersione                         | 183        |
| Scheda: Rilevazione pressione arteriosa                                  | 126        | Messa in sicurezza del sifone                            | 184        |
| Scheda: Saturimetro  | 126        | <b>16 Gestione e responsabilità nell'intervento</b>      | <b>186</b> |
| Tubi stagni  | 129        | <b>17 Glossario e convenzioni usate nel manuale</b>      | <b>188</b> |
| <b>10 L'allenamento</b>  | <b>130</b> | <b>18 Bibliografia essenziale</b>                        | <b>191</b> |
| La preparazione fisica   | 131        |  |            |
| Adattamento corporeo nell'allenamento in vasca (effetti dell'acqua)      | 131        |  |            |
| Adattamenti fisiologici del lavoro in acqua                              | 132        |  |            |
| Concetti sull'allenamento  | 133        |  |            |
| Programmazione del piano di lavoro                                       | 133        |  |            |
| Individuazione della frequenza cardiaca e VO <sub>2</sub> max            | 135        |  |            |
| Test di ingresso e di verifica – Formule di riferimento                  | 135        |  |            |
| Scala di Borg (RPE)  | 137        |  |            |
| Formula di Karvonen  | 138        |  |            |
| Schede e programmi di allenamento  | 141        |  |            |
| <b>11 Nozioni di base sui materiali</b>                                  | <b>144</b> |  |            |
| Barelle  | 145        |  |            |
| Imbarellamento   | 147        |  |            |
| Trasporto del materiale  | 148        |  |            |
| Organizzazione   | 149        |  |            |
| <b>12 Diver Propulsion Vehicle DPV (per trasporto barella e ricerca)</b> | <b>152</b> |  |            |
| Anatomia del DPV   | 153        |  |            |
| Tipologie di DPV   | 154        |  |            |
| Utilizzo pratico   | 154        |  |            |
| Manutenzione e conservazione   | 157        |  |            |
| Autonomia del DPV  | 157        |  |            |
| Allagamento dello scooter  | 158        |  |            |
| Considerazioni riguardanti la gestione della scorta del gas              | 158        |  |            |
| Le batterie  | 159        |  |            |

# → PREMESSA



L'attività subacquea ha subito nell'arco degli anni una profonda trasformazione: da sport riservato a pochi esperti dotati di grandi capacità fisiche è diventata un'attività ludica di massa aperta ad un vastissimo pubblico. L'andare sott'acqua si è man mano differenziato in una serie di ulteriori discipline sportive con numerose variabili e ha consentito anche la nascita di attività collaterali all'immersione. Ma c'è un posto, nella subacquea che ha mantenuto intatto il suo incredibile fascino, un posto che richiede il massimo della capacità e dell'esperienza: l'immersione in grotta.

Questo non è un altro manuale di speleologia subacquea.

Questo, a mia conoscenza, è il primo manuale sul soccorso speleosubacqueo organizzato mai realizzato.

Non è un caso, la competenza della Commissione speleosubacquea del CNSAS è andata sempre migliorando, si è dedicata alle tecniche di immersione più sofisticate, ha creato una struttura didattica apposita. Questo manuale è il logico punto di arrivo, e di inizio.

L'argomento è certamente particolare e complesso ma il testo affronta gli argomenti con chiarezza e semplicità, è bene argomentato e trasferisce al lettore il grande bagaglio di esperienza accumulato dai nostri speleosub.

Chi pratica le discipline subacquee sa come la parte che riguarda le problematiche "Rescue" sia tra le più complesse e impegnative.

L'allestimento di un soccorso organizzato, di squadra, con movimentazione di una barella appositamente allestita, aggiunge un elevato moltiplicatore al quoziente di difficoltà di una disciplina che viene già definita come "tra le più rischiose al mondo".

Un doveroso ringraziamento agli autori per un'opera che promette di diventare punto di riferimento sull'argomento.

*Corrado Camerini*

*Responsabile Nazionale Soccorso Speleologico C.N.S.A.S*

# 1 INTRODUZIONI

Questo manuale è il risultato di 26 anni di intensa attività della Commissione Speleosubacquea del CNSAS ed è costituito da un concreto e difficilmente eguagliabile patrimonio di esperienze.

La crescita tecnica della COM.SUB è stata una costante nel tempo. Non sempre è avvenuta alla stessa velocità, ma di certo è stata continua negli anni. Nell'ultimo lustro, in particolare, l'evoluzione della Commissione è stata esponenziale.

Inizialmente essa era formata da un'aggregazione disomogenea di speleosub, in molti casi autodidatti, provenienti dalle più disparate esperienze, attrezzati con strumentazioni costruite o modificate artigianalmente, secondo le proprie esigenze. Il denominatore comune che teneva saldamente uniti quegli Uomini era la volontà di organizzare una struttura efficiente, che potesse far fronte alle emergenze che si verificavano in ambienti ipogei sommersi ed essere in grado di dare risposte tecnicamente valide ai tanti problemi connessi con quella estrema forma di esplorazione speleologica che veniva definita "speleosubacquea".

Oggi la COM.SUB è una équipe altamente qualificata, un unicum operativo, dove i singoli Tecnici formano una squadra affiatata e preparata che opera applicando i protocolli, i regolamenti e le tecniche fissati nel presente manuale i quali garantiscono la sicurezza a tutti gli operatori ed agli infortunati.

Lo studio di una barella per uso speleosubacqueo e l'affinamento delle tecniche di ospedalizzazione e di trasporto di un ferito in post-sifone; la formazione e l'abilitazione di tutti i Tecnici all'uso delle miscele iperossigenate Nitrox, impiegate fino ad una profondità di 40 m, ed alle miscele con elio, Trimix, per immersioni oltre il limite "sportivo" dei -45 metri, soglia sulla quale molti sommozzatori di Stato si fermano; la presenza di medici specialisti; l'adozione degli autorespiratori di ultima generazione, i rebreather, e la conseguente formazione dei Tecnici al loro impiego, con la specializzazione su alto fondale; l'affidamento, da parte del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, di una camera iperbarica elitrasportabile; la costituzione di una Scuola per la qualificazione dei Tecnici; dulcis in fundo, la realizzazione di questo manuale, sono i frutti di questo lavoro.

Sono questi i non facilmente raggiungibili traguardi che la COM.SUB ha tagliato negli ultimi anni.

Lo studio delle tecniche di soccorso e delle attrezzature, nonché la prevenzione degli incidenti in grotta, e in ambienti sommersi in generale, è sempre stato e resta uno degli impegni principali della COM.SUB. Da oggi, strumento indispensabile e preziosissimo per la formazione dei nuovi Tecnici di Soccorso Speleosubacqueo, nonché punto di riferimento per la sicurezza dell'operatore subacqueo in ambienti sommersi confinati, questo manuale va ad aggiungersi, e oserei dire supera e compendia, tutti i lavori, gli scritti e le iniziative che la Commissione ha realizzato in questi anni nel campo della prevenzione degli incidenti e dell'organizzazione dei soccorsi.

Siamo certi che quest'opera, destinata, nel tempo, ad accrescersi, modificarsi e completarsi, di pari passo con la continua crescita tecnica della COM.SUB e con l'evolversi delle attrezzature e delle attività subacquee, diverrà una vera pietra miliare nella storia della speleosubacquea.

Ad maiora semper!

*Coordinatore Nazionale COM.SUB  
Raffaele Onorato*

Era tempo che se ne parlava di scrivere un manuale di soccorso speleosubacqueo, i tempi erano maturi, tante le esperienze accumulate in lunghi anni di prove pazienti e di continui confronti, ma tutti eravamo un po' intimoriti dall'impresa, un po' titubanti da dove e come cominciare.

Poi la creazione alla fine del 2008 della Scuola Nazionale Tecnici di Soccorso Speleosubacqueo (SNaTSSub) ha inevitabilmente dato un'accelerazione: con la creazione della SNaTSSub la realizzazione del manuale è diventata improcrastinabile e l'impegno ineludibile.

Il manuale andava fatto, è stata la prima decisione che ha preso la neonata scuola.

Così nell'arco di un anno di intenso lavoro il manuale è uscito dalle nostre teste e a poco a poco si è materializzato, ha preso forma ed eccolo qua.

Il manuale è stato realizzato dalla Scuola che ne aveva il compito e l'onere, ma raccoglie le esperienze e le conoscenze di tutti coloro che attualmente e in passato hanno partecipato alle attività della Commissione Speleosubacquea del CNSAS.

È stato scritto a più mani, il coordinamento dei lavori è stato gestito con grande efficienza da Attilio Eusebio che si è sobbarcato tante fatiche risparmiandole a noi, a lui va un meritatissimo ringraziamento.

Tra gli autori di questo manuale ho sicuramente il dovere ed il piacere di ricordare coloro che hanno contribuito alla scrittura di specifici argomenti e che non fanno parte della SNaTSSub, un sentito ringraziamento quindi a Sandro e Valerio Tuveri della Commissione Medica, a Roberto Carminucci e a Roberto Jarre che hanno messo a disposizione le loro competenze specifiche e professionali per arricchire quest'opera.

In questo manuale abbiamo voluto raccogliere tutta la sapienzialità maturata in 26 anni di attività, un patrimonio collettivo tanto vasto e articolato che quando è stato messo insieme ci ha sorpreso. La parte più complessa è stata quella di sistemare e organizzare in modo coerente tutti gli argomenti e tutte le conoscenze che dovevano trovare spazio.

Tutte esperienze e conoscenze consolidate che hanno dimostrato, alla dura prova dei fatti, di coniugare efficienza, praticità e sicurezza, tralasciando esperienze episodiche o non ancora sufficientemente testate.

L'intento è stato quello di raccogliere soluzioni tecniche e procedure collaudate che nel corso di molteplici esperienze si sono dimostrate sicure, in modo da farne patrimonio condiviso tra tutti i componenti della COM.SUB e base di apprendimento per coloro che in futuro entreranno a farne parte.

Un manuale quindi come punto di arrivo e sintesi di oltre un quarto di secolo di esperienze e come base di partenza per la futura evoluzione che miri ad esaltare l'efficienza coniugandola ad una sempre maggiore sicurezza.

Alla fine di questa premessa mi si permettano due auspici: il primo e più importante è che tutto ciò che qui è scritto non debba mai essere applicato ad una situazione reale, il secondo è che questo manuale venga presto sostituito da un altro, perché se ciò avverrà significa che il processo evolutivo di tecniche e materiali è veloce ed incalzante, sviluppando novità significative per rendere il nostro operato più efficiente e più sicuro.

*Direttore SNaTSSub  
Giuseppe Minciotti*

## 2 CENNI STORICI



### → IL PRIMO INTERVENTO SPELEOSUBACQUEO DI SOCCORSO

Il 28 aprile 1894 sette persone entrarono nella grotta di Lurloch presso Graz (Austria). Gli esploratori facevano parte della "Società di esploratori di grotte e caverne"; pratici di tali escursioni, avevano in programma di condurre una visita di tre giorni nella cavità. Al terzo giorno si accinsero ad uscire, ma, giunti nei pressi dell'ingresso, trovarono il percorso bloccato dall'acqua che aveva inondato la parte iniziale della grotta a causa di una piena improvvisa.

Uscire era impossibile ed il livello dell'acqua continuava ad aumentare. Gli sfortunati si rassegnarono così a ritornare nelle parti più interne della cavità per trovare un luogo sicuro dove attendere che la piena passasse.

All'esterno il tempo era brutto e la pioggia incessante. Parenti ed amici che non li avevano visti rientrare e non avevano loro notizie erano molto preoccupati. Alcuni raggiunsero l'ingresso della grotta trovandolo completamente inondato.

Dato l'allarme iniziarono i soccorsi.

Dopo un vano tentativo di deviare il corso delle acque, si decise di far intervenire un palombaro. Giunse in breve tempo da Trieste Tomaso Ravkin il quale si immerse e, tra grandi difficoltà riuscì a superare la parte allagata penetrando nella grotta senza peraltro trovare le persone bloccate.

I sette esploratori vennero poi tratti in salvo dopo alcuni giorni aprendo un passaggio con la dinamite. L'intervento del palombaro Ravkin è il primo episodio di soccorso speleosubacqueo di cui è giunta notizia ai giorni nostri.

Novanta anni dopo gli eventi appena narrati, nel 1984, veniva costituita la Commissione Speleosubacquea della Sezione Speleologica del Corpo Nazionale del Soccorso Alpino, che per prima affrontò, ed affronta tuttora, nel nostro paese le complesse problematiche del soccorso nelle grotte sommerse o allagate.

### → IL SOCCORSO SPELEOLOGICO IN ITALIA

L'attività di soccorso in grotta è vecchia quanto la speleologia. Ancorché non organizzati in stabili strutture destinate a tale scopo, coloro che hanno praticato questa disciplina si sono sempre prestatì ad operare volontariamente, con spirito solidaristico di mutuo soccorso, per trarre in salvo o comunque per prestare aiuto a tutti quelli che in grotta si sono trovati in pericolo di vita o, più semplicemente, in difficoltà.

È quindi una storia che corre parallela a quella della speleologia e che si fonde con questa, da cui inevitabilmente trae forza, energia e determinazione.

Tuttavia, giunta ad un certo sviluppo, la speleologia non poteva prescindere dal creare al proprio interno, una struttura organizzata destinata ad operare in caso di incidente in grotta o in ambiente confinato.

In Italia, a seguito di una serie di gravi incidenti, il problema della creazione di un soccorso speleologico nazionale venne affrontato nel settembre del 1965. Da quel primo approccio si giunse il 5 e il 6 marzo 1966 alla convocazione a Torino dell'Assemblea Costituente del soccorso speleologico.

In quella sede i partecipanti, rinunciando alla creazione di un Corpo nazionale autonomo, scelsero di entrare a far parte del Corpo Soccorso Alpino (come si chiamava a quel tempo) del Club Alpino Italiano. L'organizzazione ha preso avvio basandosi su Gruppi di intervento a base regionale o pluriregionale. Da allora la struttura si è sviluppata fino all'attuale ordinamento del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico.

### → IL SOCCORSO SPELEOSUBACQUEO IN ITALIA

Nell'ambito del Soccorso speleologico inizialmente non venne creata nessuna struttura stabile con il compito di affrontare le problematiche speleosubacquee.

Le questioni inerenti agli incidenti nelle cavità sommerse sono tuttavia fin dall'inizio ben presenti all'interno della neonata organizzazione.

Infatti durante il primo Convegno nazionale del Soccorso speleologico tenutosi nel 1969 viene presentata una relazione su "Problemi e possibilità di soccorso in un incidente speleosubacqueo" ed un apposito gruppo di lavoro affronta le tematiche inerenti al soccorso oltre un sifone ed in caso di incidenti durante le immersioni in grotta.

Mancando però esperienze operative la discussione sviluppa essenzialmente gli aspetti concernenti la prevenzione degli incidenti, attraverso un'analisi ed un confronto delle metodologie applicate e conosciute da coloro che praticavano tale attività. Non viene invece dibattuta l'opportunità di creare o costituire una struttura di coordinamento, sia per organizzare gli speleosub che già fanno parte del Corpo, sia per sviluppare questo aspetto del soccorso speleologico, al fine di essere in grado di dare una risposta pronta ed esauriente in caso di emergenza.

Due anni dopo, nel luglio del 1971, avviene un incidente nella risorgenza di Ponte Subiolo, conosciuta anche come Elefante Bianco. Un subacqueo vicentino perde la vita durante un'immersione ed il suo corpo rimane a 60 metri di profondità. Per le operazioni di soccorso, che sin dall'inizio si presentano tutt'altro che semplici, viene interessato anche il Soccorso speleologico che immediatamente interviene con speleosub provenienti da Cuneo, Milano, Torino e Trieste. Nei tentativi condotti per effettuare il recupero della salma i tecnici speleosubacquei del soccorso operarono in collaborazione con subacquei vicentini.

Durante le suddette immersioni in cui vengono impegnate squadre miste, avvengono due incidenti fortunatamente non gravi. Dopo il secondo incidente si decide di desistere per evitare ulteriori rischi. Il recupero viene effettuato alcuni giorni dopo da subacquei della Pubblica Sicurezza dotati di importanti dispositivi di salvaguardia. Nonostante il generoso e disinteressato prodigarsi degli uomini del Soccorso, l'intervento non aveva avuto esiti positivi.

Durante il secondo Convegno nazionale del soccorso speleologico, svoltosi nel settembre dello stesso anno un'apposita relazione analizza le difficoltà riscontrate durante quella prima sfortunata esperienza. Dalle righe della relazione emerge chiaramente che le tematiche inerenti al settore speleosubacqueo non avevano a quel tempo risposte adeguate e conseguenti non tanto per mancanza di buona volontà o per sottovalutazione, bensì per la vastità dei problemi, sia di carattere tecnico che economico, che l'ancora giovane Soccorso speleologico si trovava ad affrontare.



Grotte di Pastena, Frosinone 1968.

*Ultima esplorazione del ramo attivo. Attrezzatura: doppio erogatore Aquilon, doppio sistema di illuminazione, mute da 6 mm, bussola sferica, profondimetro, srotolatore automatico di cavo telefonico e telefono subacqueo, cilindro di ferro a tenuta stagna per trasportare generi di conforto, macchina fotografica subacquea Calipso.*

Alcuni anni più tardi, nel 1973, accade il più grave incidente in cavità sommersa della storia speleosubacquea italiana: tre giovani speleosub napoletani perdono contemporaneamente la vita nella risorgenza di Castelcivita. Al recupero, che viene effettuato da sommozzatori dei Vigili del Fuoco e dei Carabinieri, non partecipano componenti del Soccorso speleologico. Una relazione sull'incidente viene riportata sugli Atti del 3° Convegno Nazionale della Delegazione Speleologica (Cuneo, 1973) chiedendo un sopralluogo di una squadra del CNSA-DS allo scopo di chiarire le cause, ricostruire la dinamica dell'incidente e trarre indicazioni utili a prevenire in futuro il ripetersi di simili eventi.

Negli anni che seguono gli speleosub del Soccorso vengono chiamati a più riprese ad operare in alcuni interventi dimostrando una generosità di gran lunga superiore ai mezzi che hanno a disposizione.

All'inizio del 1984 torna nuovamente e tristemente alla ribalta, e purtroppo non per l'ultima volta, la risorgenza di Ponte Subiolo o Elefante Bianco dove avviene un altro grave incidente. Due speleosub

perdono la vita il 15 gennaio durante un'immersione, uno dei due è recuperato da alcuni volontari, mentre dell'altro non vi è più traccia.

Il soccorso speleosubacqueo del CNSA viene fatto intervenire dopo alcuni giorni di vane ricerche condotte da altri "organismi". La sera del giorno 21 gennaio giungono sul posto gli speleosub di Trieste ed Udine del II Gruppo e di Verona del VI Gruppo. Considerato che gli operatori subacquei dei due Gruppi non hanno mai avuto modo di operare assieme si decide di effettuare le immersioni con squadre omogenee. Per individuare lo speleosub scomparso si rende necessario eseguire una ricognizione molto attenta della risorgenza.

L'attività viene coordinata dal Responsabile Nazionale del Soccorso Speleologico di concerto con il Direttore del Centro Nazionale Addestramento Sommozzatori dei Vigili del Fuoco che è presente con uomini e mezzi.

Il giorno 22 gennaio gli operatori subacquei del soccorso con una serie di immersioni effettuano una accurata ricerca fino alla profondità di 50 metri.

Per ovviare ai limiti di autonomia che avrebbero gli speleosub oltre i 50 metri, lo scandaglio della risorgenza a profondità maggiori viene effettuato con una video camera teleguidata in dotazione ai Vigili del Fuoco; nel pomeriggio la salma dello scomparso è individuata a 60 metri di profondità. Il giorno seguente squadre omogenee formate da speleosub del Soccorso e da sommozzatori dei Vigili del Fuoco effettuano il recupero rapidamente e senza particolari difficoltà. Luci ed ombre emerse da questo articolato ed impegnativo recupero, vengono dibattute in un apposito gruppo di lavoro nel corso del IV Convegno nazionale del Soccorso Speleologico che si tiene nel novembre del 1984.

Gli speleosub presenti, tutti appartenenti al II ed al VI Gruppo, concordemente alla Direzione Nazionale decidono di dar vita alla Commissione Nazionale Speleosubacquea del Soccorso Speleologico, con la finalità di coordinare e sviluppare questo settore sia organizzativamente che tecnicamente.

### → LA COMMISSIONE NAZIONALE SPELEOSUBACQUEA DEL SOCCORSO SPELEOLOGICO

La neocostituita Commissione si trova ad affrontare immediatamente ed ovviamente enormi problemi. Gli speleosub sono concentrati essenzialmente nel Veneto (Treviso e Verona) ed in Friuli-Venezia Giulia (Udine e Trieste) e per lungo tempo restano gli unici in grado di intervenire in situazioni di emergenza. Con grande slancio e notevole impegno questi tecnici iniziano un programma di addestramento congiunto, consapevoli della responsabilità che hanno. Contemporaneamente curano lo sviluppo di presenze significative in altre zone della penisola per estendere la rete di nuclei di soccorso speleosubacqueo in grado di intervenire in situazioni di necessità.

Sotto il profilo economico la situazione è difficilissima nonostante gli sforzi che vengono fatti dalla direzione nazionale del Soccorso. La Commissione, priva di materiali, necessita di attrezzature che richiedono per l'acquisizione un consistente impegno finanziario; non essendo possibile soddisfare immediatamente tutte le esigenze, vengono selezionate le priorità assolute per far fronte alla necessità tecniche indilazionabili.



*Speleosoccorritori in ingresso alla Grotta dei Bossi (Canton Ticino - Svizzera, 2006).*

L'impegno a diffondere sul territorio nazionale la presenza di nuclei di speleosub del soccorso procede lento ma costante e continuo.

Un altro incidente alla Risorgenza del Gorgazzo mette subito alla prova la neonata Commissione, siamo nel 1987 e uno speleosub perde la vita a 90 metri di profondità, la salma verrà recuperata dopo sette giorni di immersioni.

Dopo alcuni anni iniziano a concretizzarsi i primi risultati; tecnici speleosubacquei di altri Gruppi del Soccorso iniziano ad affiancare ed a rinforzare il nucleo originario ed alla fine degli anni ottanta comincia a farsi sentire l'opportunità di un confronto sulle tematiche specifiche del soccorso speleosubacqueo.

Questa esigenza viene recepita dal VI Gruppo che organizza ad Oliero (VI) nei giorni 8,9,10 dicembre 1989 il 1° incontro Nazionale per Tecnici Speleosubacquei del Soccorso. È la prima manifestazione nazionale del Soccorso espressamente dedicata alle problematiche speleosubacquee.

L'incontro si sviluppa sia con sessioni di dibattito, sia con immersioni nelle risorgenze della Grotta Parolini e del Cogol dei Veci per permettere la verifica sul campo dei materiali presentati e delle metodologie discusse, consentendo un immediato scambio di suggerimenti e la concreta possibilità di verificare operativamente le innovazioni. La partecipazione all'attività è consistente e qualificata, sono presenti infatti i componenti di pressoché tutti i Gruppi in cui operano gli specialisti speleosubacquei: II Gruppo, III Gruppo, V Gruppo, VI Gruppo, VII Gruppo e IX Gruppo.



*Olivier Isler in immersione al Bue Marino con R.I.2000, (Sardegna, 1997).*

Durante l'incontro il dibattito viene rapidamente spostato dalle questioni concernenti le attrezzature e le metodologie, alle problematiche relative alla prevenzione degli incidenti. L'attività di prevenzione viene considerata determinante ed essenziale: tale finalità importante per tutto il Soccorso riveste infatti in campo speleosubacqueo particolare rilievo perché, è un dato di fatto, gli incidenti direttamente collegati allo svolgimento di questa attività sono purtroppo spesso mortali. Si reputa perciò di estrema importanza potenziare ed intensificare l'opera di divulgazione sulle particolarità, peculiarità e problematiche dell'attività speleosubacquea.

La necessità di svolgere l'opera di prevenzione viene ravvisata in relazione all'aumento dei subacquei di acqua libera che occasionalmente svolgono le loro immersioni in sifoni e risorgenze comode nell'avvicinamento e facili nell'accesso. Tale fenomeno desta infatti non poche preoccupazioni per ciò che riguarda la sicurezza poiché in queste occasioni l'attività speleosubacquea viene svolta con attrezzature e con modalità assolutamente inadeguate e senz'altro insicure.

Nel periodo successivo allo svolgimento dell'incontro nazionale si intensificano le esercitazioni organizzate dalla Commissione consentendo e favorendo così il confronto e l'evoluzione delle tecniche.

Da queste occasioni di incontro e dalle riunioni periodicamente svolte emergono sempre con più insistenza i problemi posti da eventuali incidenti che possono capitare oltre un sifone. Infatti sono sempre più numerosi in Italia gli speleosubacquei che affrontano esplorazioni anche lunghe ed impegnative in ambienti aerei post sifone. Queste tematiche ripetutamente dibattute durante le riunioni della Commissione vengono affrontate in una manovra nazionale svolta nella Grotta A Male

presso Assergi (AQ) il 25 e 26 settembre 1992, per aver modo di constatare sul campo problemi, difficoltà e soluzioni nell'intervento sanitario e nel trasporto di un infortunato attraverso un sifone. Sia l'organizzazione che l'esecuzione della manovra si rivelano estremamente complesse, in quanto, oltre alle problematiche connesse all'attività degli speleosub, per la prima volta ci si confronta con le peculiarità e le difficoltà di una complessa medicalizzazione oltre un sifone. L'impegno è notevole, con l'allestimento



*La risorgenza di Ponte Subiolo - Elefante Bianco in piena (Valstagna - Veneto).*

al di là della parte sommersa di un campo per tre persone munito di tenda, viveri, riscaldatori, materiale sanitario per l'assistenza ad un traumatizzato grave e quant'altro necessario per una permanenza che si protrae per 14 ore prima di iniziare il recupero. Dallo svolgimento dell'esercitazione vengono ricavate preziose indicazioni, fondamentali per sviluppare il lavoro della Commissione degli anni successivi e per superare le difficoltà che si sono presentate.

Negli anni successivi l'attenzione viene focalizzata sulle tecniche e sui materiali da utilizzare in incidenti post sifone. In particolare vengono sperimentati diversi modelli e configurazioni di barelle per il trasporto subacqueo di un infortunato e vari tipi di contenitori stagni per trasportare materiali oltre sifone asciutti ed indenni dagli effetti della pressione idrostatica.

Nel novembre 1994 gli speleosub della VI Zona sono impegnati in un importante intervento di soccorso ad un nutrito gruppo di speleologi bloccati oltre un sifone temporaneo provocato da una piena improvvisa nel Buso de la Rana (VI). Le persone bloccate vengono supportate dagli speleosub mentre si attende che le acque defluiscano e quando i livelli di piena si abbassano tutti escono all'esterno senza particolari difficoltà.

Il mese successivo tutta la COM.SUB affronta alla risorgenza della Bobbia (LC) una articolata manovra dove viene simulato il recupero di un infortunato nel tratto aereo dopo il terzo sifone, che impegna severamente gli uomini e la organizzazione mettendone in luce i punti di debolezza su cui lavorare per migliorare l'efficienza e la capacità operativa.

Gli anni novanta si chiudono mettendo un punto fermo sullo sviluppo della barella per il trasporto in sifone. In un incontro nel marzo del 1999 presso il Centro Nazionale della Protezione Civile, viene presentata la base del modulo per il condizionamento di una barella che ad oggi è quello in uso, opportunamente modificato e migliorato. Accantonati tutti i prototipi e studi di barelle specifiche per il trasporto subacqueo viene prescelto per semplicità, praticità e flessibilità un modulo di adattamento della barella speleologica standard al trasporto speleosubacqueo. Il modello si impo-

ne ed anche all'estero vengono abbandonate le sperimentazioni su attrezzature specifiche, per sviluppare sistemi di adattamento delle barelle speleologiche, soluzione che al momento risulta la migliore sia da un punto di vista pratico che per versatilità.

Nel terzo millennio la COM.SUB affronta una svolta epocale, pari, se non superiore, alla transizione dalla progressione su scale a quella su corde in speleologia avvenuta nella seconda metà degli anni '70 del secolo scorso.

Viene sviluppato e diffuso l'utilizzo delle miscele respiratorie diverse dall'aria: Nitrox per le immersioni fino a 40 metri e per favorire una efficace decompressione e Trimix normossico ed ipossico per le immersioni in alto fondale. Questo passaggio comporta un notevole impegno formativo ed uno sforzo significativo per adeguare i materiali. Si introduce l'utilizzo dei DPV (Diving Propulsion Vehicle) per incrementare la mobilità, la velocità e la capacità di intervento a grandi distanze dagli ingressi, facilitando la percorrenza in immersione. Infine dal 2004 si inizia ad operare con rebreather CCR che amplificano le potenzialità operative dei tecnici in termini sia di autonomia che di profondità.

Con l'introduzione di queste nuove tecniche e di questi nuovi materiali anche le esercitazioni diventano ben più impegnative e complesse. Nel 2004 viene organizzata una manovra alla risorgenza del Bue Marino (NU) dove viene simulato un soccorso da un post sifone a 650 metri dall'ingresso.

Per la prima volta la barella viene trasportata trainandola per tutto il percorso subacqueo con un DPV.

Nell'anno 2006 la VI Zona organizza la prima manovra di recupero da una profondità di 80

metri alla risorgenza dell'Elefante Bianco.

Sul piano operativo va evidenziato che la COM.SUB sempre con maggior frequenza è chiamata ad operare in ambito nazionale ed extranazionale, sia in ambiente ipogeo sommerso che in generale in ambiente ostile ove sia necessaria la presenza di tecnici subacquei altamente qualificati. In questo contesto degno di nota è l'intervento per il recupero di uno speleosub deceduto nella parte ascendente del sifone della risorgenza Bossi in Svizzera: dopo aver raggiunto il punto più profondo a 90 metri aveva iniziato la risalita verso il post sifone aereo della grotta. L'operazione, svolta in collaborazione con il Soccorso Speleosubacqueo svizzero, si protrae per più giorni ed impegna la COM.SUB al completo. Con l'applicazione dei protocolli operativi e di sicurezza l'intervento viene risolto riscuotendo il plauso delle Autorità elvetiche che sovrintendono a questa emergenza.

Nel nuovo millennio tecniche più raffinate, materiali più complessi, metodologie più precise, testate e dettagliate hanno amplificato enormemente la capacità operativa individuale e collettiva della COM.SUB; ciò comporta per altro verso una necessità formativa per far evolvere le abilità individuali e per sviluppare la capacità collettiva adeguatamente strutturata e continuativa. Per rispondere positivamente a questa esigenza e soddisfare questo bisogno sempre più presente ed impellente, nel 2008 viene costituita la Scuola Nazionale per Tecnici di Soccorso Speleosubacqueo (SNaTSSub) e nel 2009 viene presentato ed approvato il piano formativo.

La SNaTSSub inizia ad operare nel 2009 organizzando le prime verifiche nazionali per accedere alla COM.SUB ed i primi stage formativi.

La SNaTSSub provvede alla formazione di base per coloro che accedono alla COM.SUB, alla formazione avanzata per coloro che ne fanno già parte, organizza gli eventi di aggiornamento per il mantenimento delle qualifiche, opera per lo sviluppo di tecniche e per la sperimentazione di materiali.

Dalla sua costituzione la Commissione Nazionale Speleosubacquea del C.N.S.A.S. si è costantemente impegnata, con scarsi mezzi e con un ristretto numero di tecnici specialisti, nel promuovere la prevenzione degli incidenti speleosubacquei e nello sviluppo tecnico e metodologico della struttura di soccorso speleosubacqueo. È inoltre intervenuta sempre e prontamente ogni qualvolta fosse necessaria la presenza degli speleosub, sia per prestare soccorso a persone e speleologi bloccati in grotta da piene improvvise, sia per svolgere la triste ma necessaria opera di recupero della salme di coloro che, purtroppo, hanno perso la vita nello svolgimento dell'attività speleosubacquea.

L'intensa attività organizzativa ed operativa svolta costituisce oggi un concreto patrimonio di esperienze. Essa è altresì la dimostrazione dell'impegno serio e continuo di tutti coloro che hanno prestato la loro opera nel soccorso speleosubacqueo, contribuendo alla creazione di un organismo di sicura affidabilità, pronto ed adeguato allo svolgimento del servizio, ma sempre teso alla evoluzione ed al miglioramento.



*In esercitazione con i REB alla risorgenza di Su Cologone (Sardegna, 2008)*

## → 3 LE CONDIZIONI AMBIENTALI E LE PROBLEMATICHE ASSOCIATE



Il soccorso speleosubacqueo nel corso della sua storia è stato chiamato ad intervenire negli scenari più strani ed impensabili, perché la sua organizzazione, l'addestramento e la capacità di operare come squadra, lo hanno reso e lo rendono un organismo unico nel panorama nazionale.

Da sempre nel Soccorso Speleologico, non solo in quello speleosubacqueo, sono state sviluppate e potenziate le abilità collettive e le capacità della squadra. Non si è mai fatto conto solo ed esclusivamente sulla bravura individuale di un singolo, magari un fuoriclasse, perché consciamente o inconsciamente si è percepito questo affidamento ad un individuo, capace di grandi performance, come una sorta di debolezza. La sua assenza avrebbe drasticamente se non totalmente depotenziato la capacità operativa collettiva rendendola nulla o pressoché tale, inibendo la possibilità di fornire una risposta efficace in caso di necessità.

Il soccorso speleologico perciò da sempre ha anteposto la capacità collettiva della squadra a quella individuale, scegliendo anche di sacrificare il singolo per rispondere in modo flessibile, ma sempre adeguato alle richieste più varie che sono state avanzate. Grazie a questo modello organizzativo il soccorso speleologico del C.N.S.A.S. è stato sempre riconosciuto come uno degli organi più efficienti ed operativi esistenti per intervenire in ambienti ostili subacquei.

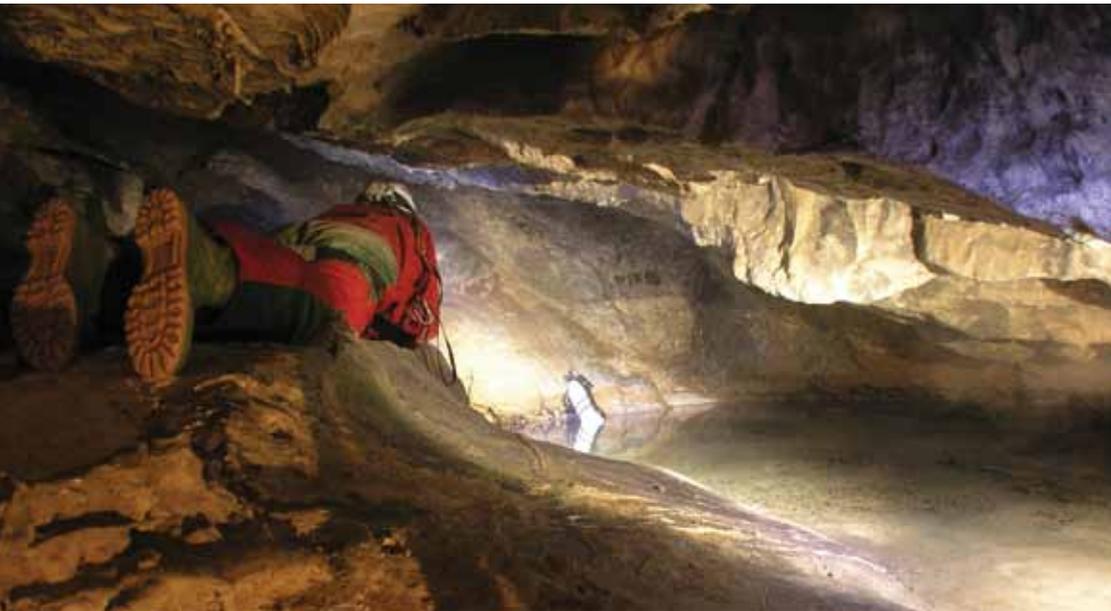
Tuttavia, nonostante la nostra storia e la nostra esperienza ci porti a dover tener presente la possibilità di essere chiamati ad intervenire non solo sempre, ma anche ovunque, teniamo presente che gli ambiti di intervento di elezione per quanto ci concerne riguardano sempre l'ambiente ipogeo sommerso e comunque si riconducono a cinque macro tipologie di intervento:

- incidente subacqueo in una risorgenza completamente sommersa;
- speleologi bloccati in grotta a causa di una piena che ha allagato ed esondato temporaneamente una parte di grotta normalmente aerea;
- incidente in una grotta aerea oltre un sifone permanente (post sifone);
- incidente in un sifone all'interno di una grotta aerea con importante sviluppo orizzontale/verticale;
- incidente in una grotta marina.

Rispetto a questi scenari le condizioni ambientali ed il contesto in cui ci si può trovare ad operare possono essere i più vari e particolari. Le condizioni climatiche, quelle meteorologiche, l'altitudine, la pressione istituzionale o mediatica possono essere le più diverse e condizionare in modo più o meno marcato il contesto operativo, perciò è richiesta a tutti sempre una ampia flessibilità e una grande capacità di adattarsi alla situazione contingente.

Tuttavia per queste situazioni di intervento è possibile individuare alcune priorità nelle modalità operative comuni ed alcune specifiche.

Innanzitutto ogni intervento viene condotto da una squadra operativa composta da un numero variabile ma comunque sufficiente di tecnici in relazione all'emergenza da fronteggiare, supportati da un'altra squadra di ricalzo sul posto, sia per affrontare con prontezza ed immediatezza una eventuale emergenza oppure per condurre a termine le operazioni. Oltre alla squadra operativa e a quella di supporto che si trovano sul luogo dell'intervento è necessario tenere a disposizione, pronta a partire e ad intervenire con un minimo preavviso una terza squadra di riserva in caso di necessità immediate.



*L'ingresso del sifone a monte della Grotta di Rio Martino (Piemonte).*

Inoltre qualsiasi sia il contesto, qualsiasi sia lo scenario operativo, in ogni caso le operazioni di soccorso speleosubacqueo comportano tempi lunghi perché spesso devono affluire da altre zone i tecnici ed i materiali. Anche i tempi di preparazione generalmente si protraggono, perciò si deve considerare che inevitabilmente possono passare anche molte ore dall'allarme all'inizio dell'operatività dei soccorritori speleosubacquei, perciò deve essere previsto e programmato un supporto logistico numeroso e ben organizzato, per far fronte ad operazioni che possono proseguire per parecchi giorni e che comportano il trasporto fino al luogo di immersione di notevoli quantità di materiali.

Altro aspetto generale che nel corso delle passate esperienze si è rivelato estremamente importante è il presidio e lo stretto controllo dell'area delle operazioni.

Negli interventi speleosubacquei se il sifone si apre all'esterno bisogna prevedere due punti base, se invece il sifone inizia all'interno è necessario aggiungerne un terzo all'ingresso del sifone. Tutti i punti base devono essere collegati via radio o via telefono.

Il primo punto base va allestito in un sito più vicino possibile al luogo di intervento raggiungibile con le auto dove vengono fatti confluire gli uomini ed ammassati i materiali.

Se il sifone si apre all'esterno, all'ingresso va allestito un secondo punto base dove affluiscono uomini e materiali che devono essere impiegati nelle operazioni subacquee.

Se il sifone inizia all'interno di una grotta vanno allestiti due punti base: uno all'ingresso della grotta ed uno all'interno della stessa nei pressi dell'accesso del tratto sifonante ove si dovranno svolgere le operazioni.



*Scarsa visibilità e forte condensa accompagnano la riemersione dal sifone della Grotta di Rio Martino (Piemonte).*

In ogni caso, indipendentemente dalla tipologia di intervento, la priorità assoluta sempre comune a qualsiasi scenario ove si debba intervenire è di creare le migliori condizioni possibili di sicurezza per gli operatori. Ciò è fondamentale per il buon esito delle operazioni ed anche per la serenità dei tecnici che già devono affrontare un ambiente ostile in una condizione particolare sul piano emotivo causata dall'emergenza che sono chiamati a risolvere. Inoltre devono essere costantemente monitorate le condizioni meteo poiché il loro variare può condizionare in modo decisivo lo sviluppo delle operazioni di soccorso, non solo per quel che accade all'esterno ma anche e soprattutto per il mutare del regime idrico del sifone, con tutte le conseguenze che ciò può portare all'operatività delle squadre speleosubacquee di soccorso.

Sotto il profilo strettamente operativo, in ogni scenario di intervento la prima operazione da fare è la ricognizione e la messa in sicurezza del sifone in cui si deve operare, con la bonifica e sistemazione della sagola guida, posizionamento delle bombole di sicurezza e della linea decompressiva di sicurezza, in relazione a quanto previsto dai protocolli vigenti. Solo dopo aver effettuato le operazioni di messa in sicurezza si darà corso alle attività di ricerca e recupero.

Alcune considerazioni particolari vanno fatte in relazione agli scenari di intervento costituiti dalle operazioni di soccorso prestate a speleologi bloccati in grotta da una piena che ha allagato e reso intransitabile uno o più passaggi normalmente aerei e agli interventi nelle grotte marine.

Quanto ai primi, posto che vanno sempre create le condizioni di sicurezza per gli operatori subacquei, la priorità assoluta è costituita dal creare una comunicazione con le persone intrappolate in



*Gli ambienti a -50 m (Su Cologone, Sardegna).*

grotta dalla piena, quindi installare una linea telefonica e creare un canale per rifornirli di tutti i materiali necessari per poter resistere ed attendere con relativa comodità il deflusso delle acque. In questo genere di situazioni infatti la priorità non è quella dell'evacuazione, le persone bloccate normalmente non sono speleosub e nemmeno semplici subacquei e di conseguenza non conoscono l'acqua, nemmeno i sifoni e tanto meno gli autorespiratori, perciò far transitare persone non preparate nei sifoni deve essere considerata sempre come ultima opzione, solo quando la situazione e le condizioni non consentono alternativa. In condizioni normali bisogna attendere il deflusso ed attivare tutti i possibili mezzi per abbassare le acque e procedere all'evacuazione delle persone bloccate solo quando il livello della piena è sceso quel tanto da consentire il loro trasferimento in sicurezza in tratti non più completamente allagati.

Per quanto concerne le operazioni nelle grotte marine bisogna tener conto che oltre alla complessità insita in ogni intervento di soccorso in grotta deve aggiungersi la particolarità di operare da natanti e con natanti, oltre alla necessità di rapportarsi con gli organismi che operano normalmente sul mare, quindi innanzi tutto con la Marina Militare, con le Capitanerie di Porto e la Guardia Costiera oltre ai reparti nautici di Carabinieri, Guardia di Finanza e Vigili del Fuoco.

Per la complessità e la necessaria interazione con le squadre speleologiche del soccorso merita una trattazione specifica e più dettagliata l'ipotesi di intervento in un sifone all'interno di una grotta aerea che può avere uno sviluppo spaziale sia verticale che orizzontale notevole.

## → INTERVENTO IN SIFONI ALL'INTERNO DI GROTTA AEREE

L'intervento in zone allagate all'interno di una grotta richiede l'impiego di tecniche specifiche, idonee a gestire gli ostacoli e le difficoltà che si suppone di incontrare durante l'avvicinamento al sifone, nel suo superamento e nelle eventuali immersioni successive.

Uno dei problemi principali da affrontare consiste nel trasporto del materiale occorrente per le operazioni all'interno della cavità; la rapidità sarà direttamente proporzionale alla morfologia della grotta ed ai tecnici disponibili per i trasporti.

In questi interventi, impegnativi per la fatica fisica e la complessità organizzativa, si richiedono soprattutto materiali e configurazioni particolari, anche in relazione a queste situazioni tipo:

- trasporto sino al sifone
- trasporto in sifone
- progressione post sifone
- immersioni post sifone

### LA PARTICOLARITÀ DEI MATERIALI

A causa dell'estrema varietà delle situazioni che si possono presentare, riguardo ai materiali è indispensabile stabilire alcuni standard generali, che più avanti saranno dettagliatamente descritti.

In primo luogo i materiali e le attrezzature collettive e individuali devono essere:



*L'uso del coprimuta consente di salvaguardare la muta stagna.*

- modulari per permetterne la trasportabilità
- adattabili alle esigenze di situazioni diverse
- robusti e leggeri per resistere alle sollecitazioni del trasporto

### L'abbigliamento

Deve assicurare il comfort termico del sub, proteggere dagli urti e resistere agli strappi, permettendo sempre una progressione ottimale sia in immersione sia nelle gallerie asciutte o nei corsi d'acqua.

### Il coprimuta

È indispensabile proteggere la muta, che a seconda delle condizioni potrà essere umida o stagna, con una tuta speleo in nylon non spalmato all'interno, con rinforzi su ginocchia, gomiti e fondoschiena. La taglia dovrà essere adatta all'ingombro della muta.

### La protezione dei piedi

È imperativo che le calzature garantiscano la tenuta e la protezione del piede senza impedire il pinneggiamento; assicurino l'aderenza su tutti i tipi di terreno, lasciando uscire l'acqua e impedendo l'ingresso ai ciottoli; siano sufficientemente robuste.

Dopo molti esperimenti con gli stivali (che però trattengono l'acqua, ramazzano i ciottoli e mantengono poco stabile il piede) e le scarpe tipo tennis (che si rompono facilmente), le scarpe tipo Palladium o da canyoning si sono mostrate le più adatte e versatili a questo scopo.

### La muta stagna

Il trasporto e l'uso di una muta stagna è raccomandato in presenza di condizioni estreme: lunghe decompressioni o acqua fredda. La mobilità post sifone è però molto ridotta a causa del rischio di ipertermia, inoltre si corre il rischio di rompere la muta, consentendo il pericoloso ingresso dell'acqua alla successiva immersione.

Se il suo utilizzo è indispensabile occorre proteggerla con una tuta speleo munita di fori per le valvole e impiegare ai piedi stivaletti o scarpe. Per ovviare all'ipertermia si tende ad aprire la cerniera; questa però è un'operazione molto pericolosa in presenza di sabbia o fango che potrebbero impedirne la richiusura.

### Il casco e l'illuminazione

Il casco speleo deve essere dotato di luci led a lunga autonomia per i tratti all'asciutto e torce leggere, anch'esse a grande autonomia, o fari con canister separato, per le immersioni più impegnative.

Tenere in testa per tante ore un casco pesante quando si procede in ambiente aereo può essere



Luci sul casco

molto fastidioso e doloroso. Preferire un casco regolabile velocemente, in modo da poterlo adattare anche alla testa nuda quando ci si libera del cappuccio della muta.

Le torce possono essere fissate con elastici per poterle sfilare facilmente quando necessario per particolari esigenze in ambiente aereo.

### Le bombole

A causa della fatica del trasporto nelle parti aeree della grotta, le bombole raramente hanno una capacità superiore ai 10 litri; generalmente sono usate quelle da 7 litri sopperendo alla scarsa autonomia con eventuali bombole relais. L'uso di bombole di capacità inferiore ai 7 litri è limitato a situazioni particolari con sifoni brevissimi e, in ogni caso, mai al di sotto dei 5 litri, dove l'autonomia in operazioni di soccorso sarebbe pericolosamente scarsa.

In immersione, le bombole principali vanno sistemate sul dorso (Back Mount), oppure, in presenza di strettoie o laminatoi, sui fianchi (Side Mount).



Bombole in configurazione Back Mount (nel sacco speleo).



Bombole in configurazione Side Mount.

### Bombole in configurazione Back Mount

Le bombole di grande capacità, 10 litri o superiore, sono assemblate sul punto di immersione con:

- fascioni in acciaio inox
- fettucce autoserranti
- nastro adesivo largo con trama in vetroresina o poliestere.

Nel primo caso il GAV potrà essere fissato alle bombole con barre filettate o con doppie cinghie portabombole passanti per la piastra dello schienalino. Negli altri due casi si useranno solamente le cinghie portabombole del GAV, avendo anche l'accortezza di assicurarle ulteriormente con elastici infilati precedentemente sul corpo della bombola. Questa soluzione si presta egregiamente in ambienti comodi, senza lunghi tragitti e relativi trasporti nel post sifone. Evitare in questo caso equilibratori particolarmente ridondanti in tasche, imbottiture e orpelli inutili che sarebbero di grande impaccio, ingombro e di nessuna utilità. Se le bombole hanno una capacità uguale o inferiore ai



*Bibo in configurazione Back Mount munito di protezione alle rubinetterie.*

7 litri, oltre ai sistemi appena descritti, si potrà usare un sacco speleo in PVC all'interno del quale infilarvele.

Il sacco speleo consente un profilo più idrodinamico, protetto ed equilibrato. Il sacco dovrà essere munito di occhielli di ottone o plastica sul fondo e in prossimità di esso, per scaricare l'acqua; gli spillacci dovranno essere del tipo con imbottitura, affinché le fettucce con le quali sono costruiti possano formare delle piccole asole sul davanti. Su queste andranno posizionati i moschettoni di trasporto dell'attrezzatura supplementare (reel, contenitori stagni, piccole bombole relais). Il sacco va compattato all'esterno con grossi elastici (almeno 3). Il sacco indossato va chiuso sul davanti del corpo del sub con elastici fissati sulle bretelle con una bocca di lupo ed un moschettone di chiusura, evitando così la possibilità che esso possa muoversi eccessivamente. Ricordarsi anche di chiudere la bocca del sacco con il rela-

tivo cordino, evitando che questo svolazzi pericolosamente con il rischio di impigliarsi. Le bombole possono essere infilate all'interno del sacco già assemblate e collegate con fasce in acciaio o preferibilmente con del nastro adesivo tessuto con poliestere o vetroresina, molto robusto e resistente, o meglio ancora, con dei grossi elastici.

Questa ultima soluzione consente di poter facilmente disassemblare le bombole per ulteriori trasporti nel post sifone. In questo caso, il GAV deve essere privo di schienale, preferibilmente con il corrugato centrale anziché laterale per evitare le frequenti rotture causate dallo spallaccio del sacco. Sono usati sacchi per l'assetto di molti tipi; si consiglia di utilizzare equilibratori tutto dietro con almeno 20 kg di spinta, muniti di sottogamba, capaci di assolvere i compiti generalmente richiesti ad un soccorritore sub.

### Gli erogatori

Nei sifoni posti all'interno di cavità aeree, con progressione aerea magari anche importante, è imperativo usare sempre erogatori robusti ed affidabili, smontabili con semplicità per un'eventuale manutenzione di emergenza sul campo. Tutte le bombole trasportate in immersione dovranno essere munite di erogatore, così da evitare il montaggio e lo smontaggio degli stessi, operazione che nel post sifone può causare l'intrusione di sabbia e fango. Nel caso si operasse in ambienti sommersi con molto sedimento o in gallerie asciutte con presenza di sabbia è vivamente consigliata la protezione del secondo stadio con rete finissima e morbida in nylon, tipo zanzariera o tulle. Anche i collant



*Discesa nel blu nella risorgenza di Gurdiç (Kotor, Montenegro).*

corti in nylon da donna vanno bene, ma sono da evitare in presenza di fango coesivo e plastico in quanto potrebbero contribuire a formare un'unica palla di melma dove sarebbe impossibile respirare correttamente. Raramente questo accorgimento potrà influire significativamente sull'erogazione dell'aria; in cambio si otterrà un'efficace protezione contro l'introduzione di corpi estranei. La rete o la calza di protezione vanno fissate sul corpo del secondo stadio tramite piccole fascette.

Ricordarsi di spurgare le rubinetterie dalla sabbia o dall'acqua prima di fissare gli erogatori.

### IL TRASPORTO

Il trasporto va organizzato considerando un numero strettamente indispensabile di partecipanti, che possono essere distinti in:

- trasportatori per i percorsi speleologici in ambiente asciutto
- trasportatori lungo i corsi d'acqua, muniti generalmente di mute e in grado di nuotare con carichi al traino
- trasportatori sub, per lo spostamento dei materiali nei sifoni e nei post sifoni.

Per evitare imbottigliamenti e confusione, nei pozzi come nei sifoni, è necessario pianificare la rotazione delle squadre (2-4 persone speleo ogni 1-2 sub). Gli orari dovranno tener conto della lunghezza e difficoltà del tragitto (con carichi o senza carico), lo spazio disponibile nella cavità, la visibilità in sifone, il numero dei partecipanti in funzione dei carichi da trasportare.

Una buona pianificazione dovrà permettere a ciascuno di passare il minor tempo possibile sottoterra, rispettando i ritmi di veglia, riposo, sonno.

Ricordarsi che prima di un'immersione in un sifone a fondo grotta niente è più fastidioso dell'attendere che arrivi il sacco con il materiale mancante, quando tutto il resto è già sul posto.

### Condizionamento del materiale

È altrettanto indispensabile condizionare ed ordinare il materiale secondo un ordine logico: prima le bombole, gli erogatori, le mute, il materiale minuto. Ogni sacco dovrà essere numerato ed etichettato con l'esatta indicazione del sub a cui è riferito. Idealmente i sub arrivano dopo che il materiale è già sul posto, in modo da controllare prima eventuali problemi sorti durante il trasporto.

Altrettanta meticolosità va rispettata durante il ritorno all'esterno.

Si raccomanda di ripartire il materiale nei sacchi in maniera da formare carichi adatti al terreno e ai trasportatori, generalmente tra i 10 ed i 20 kg.

### Trasporto fino al sifone e trasporto nei pozzi.

Le bombole, a partire da quelle di capacità 7 litri, vanno trasportate singolarmente all'interno di sacchi speleo in pvc. Singolarmente andrebbero portate anche quelle di capacità inferiore (5 litri o ancora meno), nonostante l'ingombro ed il peso ridotto. Esse vanno protette sul fondo e sui lati con del materiale morbido in grado di assorbire ed attutire gli urti. La rubinetteria deve essere obbligatoriamente munita di protezioni e l'attacco DIN chiuso con tappi o nastro adesivo per evitare che sabbia e fango siano causa di successivi problemi. Nei trasporti verticali assicurare la bombola con un cordino alla maniglia superiore del sacco. È comunque preferibile calare o recuperare verso l'alto una bombola insaccata, tirando il cordino sulla rubinetteria e non direttamente il sacco: se dovesse cedere il fondo di questo ultimo, magari indebolito da un difficile trasporto, essa potrebbe cadere con gravi conseguenze. Non assicurare il carico sulle protezioni se queste possono sfilarsi e controllare che la longe non interferisca con il rubinetto, con il rischio di aperture accidentali.

Gli erogatori, con i relativi tappi di protezione ai primi stadi, le maschere e gli strumenti dovranno essere messi all'interno di contenitori stagni, protetti e costipati con guanti e calzari. I contenitori vanno trasportati all'interno di sacchi tubolari in PVC. Altrettanto deve essere fatto con le torce ed i fari sub. Le pinne vanno trasportate con le bombole per proteggere ulteriormente queste ultime ed assicurare il confort delle spalle di chi trasporta; all'interno della scarpetta possono essere messi elastici ed altra minutaglia. È consigliabile rimuovere i cinghiali o le molle. I piombi possono essere ripartiti tra i sacchi o portati in cintura (2-3 kg al massimo).

Nei percorsi acquatici utilizzare un canotto per trasportare il materiale e risparmiare energie. In ogni caso occorre rendere galleggianti i sacchi con piccoli cuscini gonfiabili, o in emergenza con semplici bottiglie d'acqua vuote e ben chiuse.

### Il bivacco ante sifone

Il bivacco è richiesto nei casi seguenti:

- un lungo e faticoso percorso di avvicinamento al sifone; le squadre possono così riprendersi e riposarsi
- quando si prevede un percorso molto duro post-sifone
- un'immersione lunga e profonda

In linea di massima occorre valutare se la fatica supplementare richiesta, il tempo per il trasporto e l'installazione del bivacco, valgono il riposo che esso procura. In pratica al di là delle 18 ore tra andata e ritorno è consigliabile prevedere un campo per la sosta, confortevole, dove sia possibile poter mangiare e dormire al caldo e all'asciutto.

Per dormire in modo confortevole, scegliere una zona piatta e senza troppa umidità. Si può usare come materasso la muta in neoprene con sopra un telo termico o un foglio di plastica per isolare il sacco a pelo dal contatto con il suolo. L'amaca si presta più facilmente ad essere posizionata anche in terreni difficili.

Il posto del bivacco va scelto lontano da cascate e corsi d'acqua per evitare il rumore e l'umidità. Per contro è indispensabile avere un punto di approvvigionamento idrico il più vicino possibile.

### TRASPORTO IN SIFONE

#### Condizionamento delle bombole da utilizzare nel post sifone.

Le bombole devono essere trasportate con l'erogatore già montato ed in pressione (con rubinetto chiuso), per limitare o evitare le manipolazioni oltre sifone. Questo comporta che per misura di sicurezza, quando sono previste immersioni in sifoni successivi, gli erogatori non devono essere smontati dalle bombole principali per essere montati sulle bombole da utilizzare successivamente. Le bombole principali costituiranno così una riserva ulteriore e supplementare di sicurezza.

Ogni bombola dovrà essere munita di un attacco alto all'altezza dell'ogiva e di uno basso ad un terzo del fondello dove attaccare moschettoni per il trasporto aderente al corpo.

Con le bombole relais in acciaio più pesanti, si usano barre di polistirene o poliuretano per renderle neutre in immersione.



Sacchi per il trasporto.



Trasporto in contenitore stagno.

### Trasporto di attrezzatura minuta

Sagolatori, corde, materiale vario vanno messi entro un sacco in PVC munito di fori di scolo dell'acqua e bretelle per il trasporto nel post sifone. Il sacco va compattato usando elastici per ridurne l'ingombro. Evitare di portare in cintura accessori che costituiscano un ingombro e possano impigliarsi nella sagola guida.

In assenza di tasche, piccoli strumenti (chiavi di emergenza, fascette, coltellino multiuso, un tappo HP con relativa chiave a brugola) possono essere portati all'interno di un marsupio.

### I contenitori stagni

All'interno dei contenitori stagni va trasportato tutto il materiale delicato che non deve bagnarsi o subire urti, come il materiale medico, sacchi da bivacco, vestiti, pile di ricambio, cibo deperibile.

Il contenitore è costituito generalmente da un tubo in PE HD o PVC del diametro di circa 200 mm e di altezza intorno ai 60 cm, con tappi sul fondo e sulla testa in nylon o teflon, muniti di o-ring di tenuta. I tubi devono essere ben pieni, con il materiale ben compattato al suo interno. I materiali più delicati possono essere avvolti in pellicola trasparente come ulteriore sicurezza per le infiltrazioni accidentali. I tubi stagni possono essere trasportati come le bombole di relais, e resi neutri.

In alternativa anch'essi possono essere infilati all'interno di sacchi in PVC.

### Equilibratura dei carichi

I carichi positivi devono essere adeguatamente zavorrati per renderli neutri.

I carichi negativi vanno compensati con barre di polistirene o poliuretano, protette con nastro adesivo per evitarne la rottura o il logoramento.

L'ideale è saper realizzare dei carichi equilibrati e neutri associando quando possibile in uno stesso sacco oggetti positivi e negativi.

### TRASPORTO NEL POST SIFONE

Valgono le considerazioni fatte per il trasporto fino al sifone, tenendo conto che probabilmente l'operazione andrà fatta tenendo addosso la muta, con i relativi problemi legati alla disidratazione ed all'ipertermia. Il percorso è sovente acquatico, ma possono presentarsi tutte le altre difficoltà tipiche



*Il bibo 7+7 litri rappresenta un buon compromesso per le grotte aeree con medio-lunga percorrenza fuori acqua e con sifoni di lunghezza limitata.*

della progressione in grotta (meandri, strettoie, pozzi, scalate). I primi soccorritori devono accertarsi anche della presenza di gas tossici. Altrettanto indicativo potrà essere l'affanno inspiegabile per lo sforzo compiuto, angoscia e mal di testa. Un'alta concentrazione di CO<sub>2</sub> potrebbe essere mortale ma, per fortuna, è un'evenienza assai rara nelle nostre grotte. In caso di necessità si può respirare dalle bombole durante la percorrenza post-sifone, sempre rispettando la regola del terzo, oppure per eliminare l'eventuale CO<sub>2</sub> accumulata nell'organismo (assolutamente indispensabile prima di re-immersersi).

### Tecniche di trasporto subacqueo

- Trasporto a mano

Le mani devono restare sempre libere, pertanto questa tecnica va usata eccezionalmente e riservata solamente per i sifoni molto brevi e stretti, laddove il trasporto con altri sistemi è impossibile. Attenzione a non perdere i contenitori o i sacchi in caso di visibilità ridotta o carichi mal equilibrati.

- Trasporto in cintura

I piccoli carichi possono essere trasportati in cintura, comunque i rischi di impigliamento sono grandi, benché facili da risolvere.

- Trasporto laterale

I sacchi in PVC porta bombole o i GAV sono generalmente muniti di anelli (*D-ring*) di trasporto, dove agganciare i moschettoni dei carichi. Montare o smontare i carichi è abbastanza semplice ed il profilo di immersione risulta abbastanza idrodinamico se essi sono ben posizionati e aderenti al corpo. Se i carichi trasportati con questo sistema sono ingombranti, per es. più bombole o sacchi, la mobilità delle braccia è ridotta. Quando si trasporta su un solo lato, il sub potrebbe trovarsi sbilanciato.

- Trasporto a traino

Questa tecnica è adatta ai trasporti di carichi voluminosi in sifoni larghi e con buona visibilità. Le bombole o i DPV relais vengono mantenuti solidali tra loro con fettucce e moschettoni, resi neutri ed infine trainati con l'aiuto di un altro DPV.

### RISCHI LEGATI ALL'IMMERSIONE

Al ritorno il superamento dei sifoni potrebbe effettuarsi in condizioni difficili:

- visibilità ridotta; tenerne conto nella maggiorazione del terzo dell'autonomia
- immersioni successive; rispettare un intervallo sufficiente prima di re-immersersi per evitare soste decompressive molto lunghe
- capacità fisiche ridotte; non trascurare l'alimentazione ed il riposo prima di intraprendere una immersione importante per lunghezza, profondità e temperatura bassa, dopo un avvicinamento faticoso
- all'uscita nel post sifone sistemare con molta cura l'equipaggiamento di immersione (pinne, maschere, strumenti, bombole) in un angolo protetto dall'acqua corrente, soprattutto se il suo livello può aumentare. Chiudere i rubinetti e conservare luce sufficiente per il ritorno.

## → 4 PIANIFICAZIONI DELLE IMMERSIONI E PROCEDURE OPERATIVE



### → UTILIZZO DI MISCELE IPEROSSIGENATE, VERIFICA DELLE STESSE E LIMITI DI UTILIZZO

La maggior parte delle immersioni speleosubacquee si svolgono in contesti ambientali difficili, con temperature mediamente rigide, attrezzature ingombranti e, nel caso di interventi di soccorso, con la necessità di trasportare materiali e feriti in barella. Se in caso di intervento si tendesse ad operare esclusivamente in aria si potrebbe quindi avere una minor sicurezza ed una potenziale maggior esposizione al rischio di PDD. È quindi previsto in questi casi l'utilizzo di miscele iperossigenate (EANx) sia come miscela di fondo (naturalmente se possibile) sia in fase decompressiva.

L'utilizzo di queste procedure consente di operare con maggiore sicurezza, massimizzando il tempo di non decompressione, riducendo i tempi di permanenza in decompressione ed accelerare la decompressione stessa.

Nell'utilizzo di queste tecniche si farà riferimento alla normali procedure ed attenzioni previste dalle didattiche commerciali senza entrare negli aspetti fisiologici che esulano dagli scopi di questo manuale, in particolare a:

- profondità massima di utilizzo delle varie miscele (MOD)
- esposizione e tossicità dell'ossigeno
- narcosi
- ipossia e iperossia
- piani decompressivi
- accumulo e tossicità CO<sub>2</sub>

### RESTRIZIONI CIRCA LA PERCENTUALE (FO<sub>2</sub>) E LA PRESSIONE PARZIALE DELL'OSSIGENO (PPO<sub>2</sub>)

Nell'ambito delle immersioni che vengono considerate in questo manuale l'operatività è standardizzata fino ad una profondità massima di 60 metri. Il valore minimo della FO<sub>2</sub> in immersione dalla superficie è dunque limitato al 18%. Ciononostante è consigliata prudenza nell'utilizzare gas con una FO<sub>2</sub> inferiore al 21%. Il valore massimo della PPO<sub>2</sub> in immersione è limitata a 1.6 bar in decompressione e 1,4 bar in progressione. Le immersioni in miscela che presuppongono lunghe percorrenze e sforzi importanti vanno pianificate con una PPO<sub>2</sub> di 1,3 o 1,2 bar.

In funzione della percentuale di O<sub>2</sub> (FO<sub>2</sub>), ad ogni miscela corrisponde una profondità massima (soglia dell'iperossia) e, se la percentuale di O<sub>2</sub> è inferiore al 18%, una profondità minima (soglia dell'ipossia); ambedue determinano la zona di utilizzo. Di seguito si riportano le tabelle NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration U. S. Department of Commerce) relative alla esposizione massima all'ossigeno.

**Limiti di esposizione all'O<sub>2</sub> al CNS cfr. Tabelle NOAA**

| PPO <sub>2</sub> (bar) | Limite di esposizione per immersione singola (minuti) | Limite di esposizione giornaliero |
|------------------------|---|-----------------------------------|
| 1.6                    | 45  | 150                               |
| 1.5                    | 120   | 180                               |
| 1.4                    | 150   | 180                               |
| 1.3                    | 180   | 210                               |
| 1.2                    | 210   | 240                               |
| 1.1                    | 240   | 270                               |
| 1.0                    | 300   | 300                               |
| 0.9                    | 360   | 360                               |
| 0.7                    | 570   | 570                               |

**Limiti di PPO<sub>2</sub> e loro effetti Tabelle NOAA**

| PPO <sub>2</sub> (bar) | Trattamento ed effetti  |
|------------------------|---|
| 3.0                    | Terapia con miscela Nitrox 50/50 a 6 bar (50 m)   |
| 2.8                    | Terapia 100% O <sub>2</sub> a 2.8 bar (18 m)  |
| 2.5                    | Massima dose per decompressioni effettuate con sistemi di immersione lavorativa (a secco) |
| 2.4                    | Terapia con miscela Nitrox 60/40 a 6 bar (50 m)   |
| 2.0                    | Limite US Navy di esposizione eccezionale per situazioni di salvataggio della vita umana  |
| 1.6                    | Limite max US Navy di esposizione per immersioni lavorative                               |
| 0,5                    | Massima esposizione per operazioni di immersione in saturazione                           |
| 0,35                   | Esposizione normale per operazioni di immersione in saturazione                           |
| 0,21                   | Pressione normale (atmosfera o normossica)  |
| 0,16                   | Primi segni di ipossia  |
| 0,12                   | Sintomi seri di ipossia   |
| 0,10                   | Perdita di conoscenza   |
| <0,10                  | Coma/morte  |

**RESTRIZIONI CONCERNENTI LA PPN<sub>2</sub>**

In funzione della sua percentuale d'azoto, ad ogni miscela corrisponde una profondità massima da non superare (soglia del pericolo della narcosi d'azoto). Alla massima profondità programmata il valore della PPN<sub>2</sub> si deve situare entro 3 e 3,5 bar (profondità equivalente all'aria entro 28 e 34 metri). Va ricordato a questo proposito che una PPN<sub>2</sub> superiore a 8 bar è considerata mortale.

**→ PROFONDITÀ EQUIVALENTE DI NARCOSI (END)**

La Profondità Equivalente di Narcosi (END) indica la profondità in cui potrebbe manifestarsi la narcosi per una determinata miscela di gas rapportandola alla profondità equivalente se si stesse respirando aria.

Se una miscela di gas ha, per esempio, un END di 30 metri a 60 metri, vuol dire che respirare quella miscela di gas a 60 metri provoca la stessa narcosi come se si respirasse aria a 30 metri.

Un tempo era comune calcolare l'END per l'aria arricchita Nitrox, oggi calcolare l'END è realmente rilevante solo per le miscele di gas che contengono elio. Infatti attualmente si tende a considerare l'ossigeno come narcotico, al pari dell'azoto. Recentemente si è infatti notato che l'ossigeno, per quanto riguarda la narcosi, provoca effetti analoghi all'azoto (forse maggiori), quindi se ne ricava che l'END non cambia quando si usa un EANx.

**→ GESTIONE DELL'ESPOSIZIONE ALL'OSSIGENO E AIR BREAK**

La respirazione di ossigeno puro è limitato alla decompressione in acqua a profondità inferiori ai 6 m (PPO<sub>2</sub> < 1.6 bar). La tossicità neurologica (effetto Paul Bert) è la maggiore preoccupazione del tecnico che utilizza miscele contenenti O<sub>2</sub>, perché può provocare convulsioni in grado di portare all'annegamento; invece, la tossicità polmonare (effetto Lorrain Smith) è un problema che si presenta più a lungo termine. Per entrambi i problemi in fase decompressiva esiste una procedura che viene definita: **Air Break o Interruzione ad aria**.

Si tratta di una tecnica usata per mantenere i livelli di PPO<sub>2</sub> entro i limiti di sicurezza. Essa prevede che mentre si sta eseguendo la decompressione con l'ossigeno o un EANx ad una data profondità con una PPO<sub>2</sub> prossima ai 1,6 bar, si effettui un cambio respirando una miscela con una più bassa percentuale di ossigeno.

Come si è già avuto modo di dire la tossicità a livello del CNS è la preoccupazione maggiore perché può causare convulsioni che possono portare all'annegamento. La procedura proposta prevede che, mentre si sta eseguendo la decompressione con l'ossigeno o un EANx ad una data profondità con una PPO<sub>2</sub> di 1,6 bar, si effettui un cambio respirando aria (o con una miscela EANx con una minore percentuale di ossigeno). Questo al fine di dare "respiro" al proprio corpo dopo una lunga esposizione all'ossigeno. Questa procedura è chiamata "interruzione ad aria"; le "interruzioni ad aria" riducono enormemente l'irritazione delle vie aeree ed il rischio di convulsioni causate dalla tossicità dell'ossigeno, quindi dovrebbe essere considerata una procedura standard, non limitata alla PPO<sub>2</sub> di 1,6. Sarebbe buona norma eseguire queste interruzioni anche con PPO<sub>2</sub> inferiori.

La durata tipica della interruzione d'aria è respirare per 5 minuti la miscela di fondo (o una miscela di gas con una percentuale di ossigeno inferiore) ogni 20/25 minuti di respirazione ad ossigeno.

L'interruzione di 5 minuti non deve essere conteggiata nel computo della decompressione quando si sta seguendo la pianificazione di una decompressione accelerata. Ma bisogna considerare le "interruzioni d'aria" se ci si sta decomprimendo usando un computer subacqueo o una tabella per una singola miscela di gas usando l'aria arricchita e /o l'ossigeno puro per effettuare una pianificazione più cautelativa.

## → IMMERSIONI CON L'UTILIZZO DI MISCELE EANX

### CONDIZIONI DI UTILIZZO E PROFONDITÀ MASSIMA (MOD)

Nell'ambito di immersioni tecniche e soprattutto speleosubacquee, in condizioni di basse temperature, fatica elevata, stanchezza, immersioni in quota e stress, si consiglia di non superare la pressione parziale massima dell'ossigeno (PPO<sub>2</sub>) di 1,4 bar. La Massima Profondità Operativa o MOD (Maximum Operating Depth), utilizzando una particolare miscela d'aria arricchita, sarà quindi determinata dalla profondità alla quale la PPO<sub>2</sub> raggiunge 1,4 bar.

Durante fasi di lavoro in immersione, di recupero, o sul fondo, particolarmente intense o ancora in condizioni ambientali difficili, specialmente nel caso si debbano affrontare lunghi trasporti, lunghe nuotate o si debba fare un lavoro intenso è buona norma limitare la PPO<sub>2</sub> a valori inferiori a 1,4 bar (uno sforzo eccessivo potrebbe infatti aumentare i rischi di tossicità dell'ossigeno).

Solo in fase decompressiva si può anche accettare una PPO<sub>2</sub> più alta, dal momento che si è tendenzialmente rilassati e non sono richiesti sforzi particolari. Durante la decompressione, la profondità massima in cui si può utilizzare una miscela EANx dipende dalla profondità in cui si raggiunge una PPO<sub>2</sub> di 1,6 bar. Nel caso si utilizzi ossigeno puro in decompressione va ricordato che questo non deve essere assunto a profondità maggiori di 6 metri (evitare PPO<sub>2</sub> > 1.6 bar). Tuttavia è bene ricordare che queste asserzioni sono valide supponendo che si sia appunto rilassati.

È sempre meglio essere più conservativi e limitare la PPO<sub>2</sub> quando possibile, specialmente nel caso in cui vi sia un notevole dispendio di energie durante la decompressione o si sia esposti a condizioni ambientali difficili (freddo, correnti, ecc.).

Nel caso inoltre l'uso di aria arricchita sia finalizzata per accelerare la decompressione è consigliato limitare, in ogni caso, la PPO<sub>2</sub> a 1,4 bar: è semplice e consente di essere ancora più conservativi.

Va ricordato a questo proposito che la tossicità dell'ossigeno non perdona. Se si deve scegliere, è meglio rischiare una PDD (che può essere curata) piuttosto di una convulsione sott'acqua che porta all'annegamento (solitamente incurabile).

Per la valutazione della MOD si propone di utilizzare la seguente espressione:

$$MOD = ((PPO_2 * 10) / (FO_2 \%)) - 10$$

*in cui: MOD* profondità massima operativa espressa in metri

*PPO<sub>2</sub>* pressione parziale di ossigeno espressa in bar

*FO<sub>2</sub>* percentuale di ossigeno presente nella miscela

### PROTOCOLLO DI UTILIZZO DELLE MISCELE IPEROSSIGENATE (DENOMINATE NITROX, EANX, ECC...)

Nell'ambito delle immersioni per soccorso speleosubacqueo la Commissione Speleosub ha delineato il seguente protocollo:

- 1) Pressione parziale O<sub>2</sub> alla massima profondità operativa 1,4 bar
- 2) Massima percentuale CNS 50% prima immersione, 30% seconda immersione, per un totale giornaliero 80%



*In immersione a Su Cologone (Sardegna).*

- a) Bombe interamente bianche per O<sub>2</sub>
- 3) Bombe tassativamente marcate in modo evidente con indicazione:
  - a) della percentuale di O<sub>2</sub> (EANx)
  - b) della massima profondità operativa (MOD)
  - c) del nome dell'operatore
  - d) della pressione di carica
- 4) La miscela deve essere tassativamente analizzata dal tecnico utilizzatore prima dell'utilizzo.
- 5) In caso di immersioni fuori curva la determinazione della decompressione deve essere effettuata a priori utilizzando:
  - a) computer dedicati (almeno due)
  - b) software decompressivi compartimentali o VPM tipo Proplanner settando fattore di sicurezza 25% e microbolle 100% o ancora con l'uso del software V-Planner con conservatorismo 3.
  - c) il metodo della profondità equivalente ad aria e utilizzando le tabelle Buhlmann
- 6) Miscele standard:
  - a) da 0 a -25      40% O<sub>2</sub>
  - b) da -27 a -36    30% O<sub>2</sub>
- 7) Miscele per decompressione accelerata:
  - a) da -21 a -6      50% O<sub>2</sub>
  - b) da -6 a 0        99% O<sub>2</sub>
- 8) All'esterno deve essere disponibile una bombola di O<sub>2</sub> di almeno 5 litri con flussometro ad erogazione costante con mascherina oronasale ed erogatore a domanda.
- 9) All'esterno deve essere disponibile un analizzatore di O<sub>2</sub>.

## → L'UTILIZZO DI MISCELE TERNARIE IN INTERVENTO

L'utilizzo di miscele ternarie in intervento è previsto quando l'immersione programmata supera la zona dei 40 m. La scelta di una miscela tipo Trimix è in relazione alla natura dell'immersione (lunga esposizione, lavori particolari, acqua fredda ecc...) fattori che richiedono una lucidità elevata in condizioni ambientali critiche. Il valore della PPO<sub>2</sub> alla profondità massima prevista deve situarsi entro 1,2 e 1,4 bar.

Il valore della PPN<sub>2</sub> alla profondità massima prevista deve situarsi entro 3,2 bar (END massima di 34 m).

- Per immersioni intorno ai 40 m si prevede di utilizzare TRIMIX NORMOSSICO 18/30.
- Per immersioni intorno ai 50 m utilizzare TRIMIX NORMOSSICO 18/40
- Per immersioni intorno ai 60 m si prevede di utilizzare TRIMIX NORMOSSICO 18/50.

Oltre tale profondità è previsto l'uso di miscele ipossiche (miscele attualmente non trattate in questo manuale) che andranno programmate con valori della PPO<sub>2</sub> alla profondità massima prevista entro 1,2 e 1,4 bar e il valore della PPN<sub>2</sub> entro 3 e 3,2 bar (profondità all'aria equivalente (END), entro 28 e 30 m).

### PROTOCOLLO DI UTILIZZO DI MISCELE TRIMIX NORMOSSICHE

Le miscele da utilizzare sono:

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| per profondità intorno ai 40 m | TRIMIX 18/30 |
| tempo di fondo max             | 45 minuti    |
| PPO <sub>2</sub> sul fondo     | 1,05 bar     |
| per profondità intorno ai 50 m | TRIMIX 18/40 |
| tempo di fondo max             | 35 minuti    |
| PPO <sub>2</sub> sul fondo     | 1,2 bar      |
| per profondità intorno ai 60 m | TRIMIX 18/50 |
| tempo di fondo max             | 27 minuti    |
| PPO <sub>2</sub> sul fondo     | 1,3 bar      |

La miscela deve essere analizzata dal tecnico utilizzatore prima dell'utilizzo, che deve compilare il cartellino di identificazione contenente:

- la percentuale di O<sub>2</sub> e di He (TX.../...)
- la massima profondità operativa (MOD)
- il nome dell'operatore
- la pressione di carica

La percentuale di errore ammessa è:

- O<sub>2</sub> 1%
- He 5%

### Miscela decompressiva

Come stabilito nel protocollo di utilizzo delle miscele iperossigenate è opportuno aggiungere una miscela Trimix iperossigenata tipo 35/30 opportunamente posizionata:

- da - 21 m a - 6 m EAN50 50% O<sub>2</sub>
- da - 6 m a 0 O<sub>2</sub>/EAN99 99% O<sub>2</sub>

Le regole di base che accompagnano l'immersione con miscele ternarie per intervento di soccorso speleosubacqueo sono:

- 1 Massima profondità 62 metri
- 2 Massimo tempo sul fondo 27 minuti
- 3 Tipologia della miscela BEST-MIX, deco gas EAN50 e O<sub>2</sub>
- 4 Massima PPO<sub>2</sub> 1.3 sul fondo
- 5 Massima PPO<sub>2</sub> 1.6 in decompressione
- 6 Massimo CNS% totale 80%
- 7 Massima percentuale di He nella miscela: 50%
- 8 Percentuale minima di O<sub>2</sub>: 18 %
- 9 La velocità di risalita è di 5 metri al minuto fino alla profondità di 30 metri con lo stop di un minuto a 45 metri per il profilo dei 60 e un minuto di stop a 40 metri per il profilo dei 50 metri, da 30 metri fino a 6 metri la velocità è di 3 metri al minuto e da 6 alla superficie la velocità di risalita è di 1 metro al minuto
- 10 Sosta deco fissa di 5 minuti a 21 metri
- 11 Eseguire le soste di decompressione in base alla programmazione eseguita, in linea di massima si applica il V-Planner VPM – B/E con livello di conservativismo 3, in ogni caso sono consigliate le tabelle di Backup. Per far fronte a emergenze è consigliata la conoscenza del “sistema mnemonico”.

### SISTEMA DECOMPRESSIVO MNEMONICO TIPO FIBONACCI E A “TEMPO FISSO “ TECNICHE E PROCEDURE

#### Sistema di risalita Fibonacci con una miscela decompressiva EAN50

Punti principali:

- Profondità
- Arrotondamenti
- Calcoli dei tempi di decostop
- Deep-stop

Le quote standard nelle immersioni Normoxic Trimix che devono essere usate nella risalita sono: 60,55,50,45,40,35,30,27,24,21,18,15,12,9,6,5,4,3,2,1,0.

#### Velocità di risalita

- Dallo stacco dal fondo fino alla quota dei 30 metri, 5 metri al minuto, unica eccezione lo stop di un minuto alla profondità di 45 metri per le immersioni con profondità massima di 60 metri.
- Stop di un minuto a 40 metri per le immersioni a profondità massima di 50 metri.

- Da 30 metri fino alla quota dei 6 metri la velocità è di 3 metri al minuto.
- Da 6 metri alla superficie 1 metro al minuto.

### Deep-stop

Dipende dal ABT (tempo di fondo) accumulato, si devono inserire soste supplementari o deep-stop alle quote di 27 e 24 metri. Tempi di permanenza (espressi in minuti) sul fondo (ABT) divisi in 3 fasce.

#### Tabella relative a 50 metri

|   | Actual Bottom Time ABT | 27 m | 24m |
|---|------------------------|------|-----|
| A | 0-20'                  | 1'   | 1'  |
| B | 20'-30'                | 1'   | 2'  |
| C | 30'-40'                | 2'   | 2'  |

#### Tabella relative a 60 metri

|   | Actual Bottom Time ABT | 27 m | 24m |
|---|------------------------|------|-----|
| A | 0-10'                  | 1'   | 1'  |
| B | 10'-20'                | 1'   | 2'  |
| C | 20'-30'                | 2'   | 2'  |

#### Modulo decompressivo (Fibonacci) per immersione a 50 metri

| metri | A.B.T. 0-20' | A.B.T. 20'-30' | A.B.T. 30'-40' |
|-------|--------------|----------------|----------------|
| -18   | 1'           | 2'             | 3'             |
| -15   | 2'           | 3'             | 4'             |
| -12   | 3'           | 5'             | 7'             |
| -9    | 5'           | 8'             | 11'            |
| -6    | 8'           | 13'            | 18'            |

#### Modulo decompressivo (Fibonacci) per immersione a 60 metri

| metri | A.B.T. 0-10' | A.B.T. 10'-20' | A.B.T. 20'-30' |
|-------|--------------|----------------|----------------|
| -18   | 1'           | 2'             | 3'             |
| -15   | 2'           | 3'             | 4'             |
| -12   | 3'           | 5'             | 7'             |
| -9    | 5'           | 8'             | 11'            |
| -6    | 8'           | 13'            | 18'            |

### Risalita standard da 50m

Riassumendo dunque si ha:

- Massima profondità 50 metri
- Mix decompressivo EAN50
- Stop di un minuto a 40 metri
- Deep-stop a 27 e 24 metri
- Stop fisso di 5 minuti a 21 metri
- Risalita da 18 metri come da tabella

#### Esempio di tabella compilata con il metodo Fibonacci con i tre moduli decompressivi, 50 metri

| Profondità in metri | Tempo in minuti |         |          |
|---------------------|-----------------|---------|----------|
| - 50                | 20              | 30      | 40       |
| - 45                | 21              | 31      | 41       |
| - 40                | 1-23            | 1 - 33  | 1 - 43   |
| - 35                | 24              | 34      | 44       |
| - 30                | 25              | 35      | 45       |
| - 27                | 1 - 27          | 1 - 37  | 2 - 48   |
| - 24                | 1 - 29          | 2 - 40  | 2 - 51   |
| - 21                | 5 - 35          | 5 - 46  | 5 - 57   |
| - 18                | 1 - 37          | 2 - 49  | 3 - 61   |
| - 15                | 2 - 40          | 3 - 53  | 4 - 66   |
| - 12                | 3 - 44          | 5 - 59  | 7 - 74   |
| - 9                 | 5 - 50          | 8 - 68  | 11 - 86  |
| - 6                 | 8 - 59          | 13 - 82 | 18 - 105 |
| superficie          | 6 - 65          | 6 - 88  | 6 - 111  |

**Risalita standard da 60m**

Riassumendo dunque si ha:

- Massima profondità 60 metri
- Mix decompressivo EAN50
- Stop di un minuto a 45 metri
- Deep- stop a 27 e 24 metri
- Stop fisso di 5 minuti a 21 metri
- Risalita da 18 metri come da tabella

**Esempio di tabella compilata con il metodo Fibonacci con i tre moduli decompressivi, 60 metri**

| Profondità in metri | Tempo in minuti |         |         |
|---------------------|-----------------|---------|---------|
| - 60                | 10              | 20      | 27      |
| - 55                | 11              | 21      | 28      |
| - 50                | 12              | 22      | 29      |
| - 45                | 1 - 14          | 1 - 24  | 1 - 31  |
| - 40                | 15              | 25      | 32      |
| - 35                | 16              | 26      | 33      |
| - 30                | 17              | 27      | 34      |
| - 27                | 1 - 19          | 1 - 29  | 2 - 37  |
| - 24                | 1 - 21          | 2 - 32  | 2 - 40  |
| - 21                | 5 - 27          | 5 - 38  | 5 - 46  |
| - 18                | 1 - 29          | 2 - 41  | 3 - 50  |
| - 15                | 2 - 32          | 3 - 45  | 4 - 55  |
| - 12                | 3 - 36          | 5 - 51  | 7 - 63  |
| - 9                 | 5 - 42          | 8 - 60  | 11 - 75 |
| - 6                 | 8 - 51          | 13 - 74 | 18 - 94 |
| superficie          | 6 - 67          | 6 - 80  | 6 - 100 |

**Sistema di risalita a Tempo Fisso con due miscele decompressive EAN50 – O<sub>2</sub>**

Premessa:

- L'impiego di O<sub>2</sub> associato al nitrox 50% forma la sinergia ottimale per i processi decompressivi.
- L'utilizzo di due gas richiede:
  - Identificazione del contenuto delle bombole
  - Accuratezza durante l'esecuzione del cambio del gas respirato

Con il metodo decompressivo a tempo fisso si devono tenere la velocità di risalita, le modalità, i deep-stop e la sosta fissa di 5 minuti a 21 metri come spiegato precedentemente.

**Run-time decompressivo del sistema a "Tempo Fisso"****Modulo 50 metri**

| metri      | A.B.T. 0-20' | A.B.T. 20'-30' | A.B.T. 30'-40' | gas            |
|------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| -18        | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -15        | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -12        | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -9         | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -6         | 12'          | 12'            | 12'            | O <sub>2</sub> |
| superficie | 6'           | 6'             | 6'             | O <sub>2</sub> |

**Modulo 60 metri**

| metri      | A.B.T. 0-10' | A.B.T. 10'-20' | A.B.T. 20'-30' | gas            |
|------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| -18        | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -15        | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -12        | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -9         | 2'           | 3'             | 4'             | EAN50          |
| -6         | 12'          | 12'            | 12'            | O <sub>2</sub> |
| superficie | 6'           | 6'             | 6'             | O <sub>2</sub> |

La risalita dalla tappa dei 6 metri alla superficie si effettua in O<sub>2</sub> alla velocità di un metro al minuto. Se la quota max è di 50 m o inferiore, lo stop di un minuto va fatto a 40 metri in tutti e due i profili decompressivi.



Esempio di tabella compilata con il metodo a tempo fisso con i tre moduli decompressivi

#### Modulo 60 metri

| Profondità in metri | Tempo in minuti |         |         |
|---------------------|-----------------|---------|---------|
| - 60                | 10              | 20      | 27      |
| - 55                | 11              | 21      | 28      |
| - 50                | 12              | 22      | 29      |
| - 45                | 1 - 14          | 1 - 24  | 1 - 31  |
| - 40                | 15              | 25      | 32      |
| - 35                | 16              | 26      | 33      |
| - 30                | 17              | 27      | 34      |
| - 27                | 1 - 19          | 1 - 29  | 2 - 39  |
| - 24                | 1 - 21          | 2 - 32  | 2 - 42  |
| - 21                | 5 - 27          | 5 - 38  | 5 - 48  |
| - 18                | 2 - 30          | 3 - 42  | 4 - 53  |
| - 15                | 2 - 33          | 3 - 46  | 4 - 58  |
| - 12                | 2 - 36          | 3 - 50  | 4 - 63  |
| - 9                 | 2 - 39          | 3 - 54  | 4 - 68  |
| - 6                 | 12 - 57         | 12 - 72 | 12 - 86 |
| superficie          | 6 - 63          | 6 - 78  | 6 - 92  |

#### Procedure d'emergenza in caso d'impossibilità dell'utilizzo di una bombola di gas decompressivo

| DecoGas OUT | DecoGas SOSTITUTIVO | PROCEDURE D'EMERGENZA   |
|-------------|---------------------|---|
| EAN50       | Ossigeno            | decotime EAN50 3 x 2 = deco in O <sub>2</sub> + 6 min di emersione      |
| EAN50       | Aria                | decotime EAN50 : 3 x 2 + 6 : 3 x 5 = 1/3° a 6 m e 2/3° a 3 m            |
| EAN50       | Normoxic Trimix     | decotime EAN50 x 3 Da 6m = 2 minuti ogni singolo metro                  |
| Ossigeno    | Aria                | decotime O <sub>2</sub> + 6 : 3 x 5 = 1/3° a -6 e 2/3° a -3 m           |
| Ossigeno    | EAN50               | decotime O <sub>2</sub> : 2 x 3 = sosta a -6 m + 6 min di emersione     |
| Aria        | Ossigeno            | decotime Aria : 5 x 3 - 6 di emersione.                                 |
| Aria        | EAN50               | decotime Aria : 5 x 3 - 6. Rimanenza a -6 : 2 x 3 + 6 min di emersione. |



## 5 PIANIFICAZIONE DELL'IMMERSIONE IN INTERVENTO DI SOCCORSO

### → STIMA DEI CONSUMI E VALUTAZIONE DELLA MESSA IN OPERA DI UNA LINEA DI SICUREZZA

Quanto segue viene suggerito per la valutazione dei consumi in caso di intervento in condizioni standard. Non volendo entrare nel singolo caso si sono ipotizzate – sulla base delle esperienze pregresse, in particolar modo dell'esercitazione nazionale in Sardegna al Bue Marino nel 2004 e più recentemente alla grotta di Locoli (in Sardegna) nel 2009 – tre tipi di consumi:

- Standard minimo- in condizioni di trasferimento del tecnico con attrezzatura tradizionale e senza pesi o ingombri particolari. Il consumo d'aria in superficie (CAS, SAC, ecc..) in questi casi è stato ipotizzato di 20 litri/minuto.
- Consumi di lavoro, ovvero quando lo speleosub compie operazioni con un carico fisico moderato o basso in condizioni di basso livello di stress, in questi casi si consiglia di ipotizzare 30 litri/minuto.
- Emergenza – in condizioni di particolare stress con trasporti importanti e/o pesi eccessivi. In ogni caso consumi che rappresentano condizioni di emergenza da cui uscirne al più presto. In questi casi il consumo d'aria in superficie è stato assunto pari a 40 litri/minuto.

Le valutazioni eseguite sono state condotte ipotizzando comunque una condizione standard; come bombole di progressione si è adottata una configurazione da soccorso costituita da un bibombola 10+10 litri, caricato a 200 bar effettivi in acqua, considerando la regola del terzo e quindi avendo a disposizione 4000 litri –  $1/3 = 2680$  litri.

La prima valutazione che viene fatta è esplicitata nel grafico tempo di immersione/profondità con le due curve che rappresentano i consumi pari a 20 l/minuto e 40 l/minuto. Il consumo consigliato, intermedio, pari a 30 litri/minuto rientra all'interno dell'area compresa dalle due curve.

Ovviamente i consumi si incrementano con l'aumentare della profondità, per esempio se in superficie l'aria è sufficiente per 134 minuti, a 50 metri a 20 l/minuto, la permanenza non può superare i 22 minuti, se raddoppiamo i consumi si arriva a 11 minuti. Per tempi di permanenza superiori risulta necessario l'utilizzo di bombole-relais e probabilmente di bombole decompressive (valutazioni che non entrano in questa stima). Questo vale naturalmente per tutte le condizioni che si trovano al di sopra della curva pari ai consumi di 20 l/minuto.

Nell'area compresa tra le curve a 20 l/minuto e quella a 40 l/minuto i tempi di permanenza tendono a dimezzarsi con il raddoppiarsi dei consumi. In questo caso, per garantire un certo margine di sicurezza e far tendere la pianificazione dell'intervento verso condizioni ideali, vanno introdotte in acqua bombole di emergenza in modo da permettere l'operatività normale di una squadra.

Al di sotto della curva dei consumi di emergenze (ricordo 40 l/minuto) i tempi di permanenza alle varie profondità risultano compatibili con possibili condizioni critiche. Tuttavia in virtù del principio della ridondanza, anche in questo caso per tratte più o meno lunghe, o per percorsi impegnativi, si consiglia la messa in opera di bombole d'emergenza nel sifone, secondo quanto verrà detto in seguito.

Quanto detto in precedenza infatti è valido per i consumi ma non è direttamente applicabile alle distanze percorse o percorribili da uno speleosub in caso di incidente con varie tipologie

di assetto e trasporto materiale e/o barella. I dati derivati dall'esperienza pregressa, anche in questo caso in particolar modo dell'esercitazione nazionale in Sardegna al Bue Marino (2004) ed alla Grotta di Locoli (2009), indicano una progressione media di circa 15 metri/minuto. Nelle nostre stime abbiamo considerato una variabilità del dato da 10 metri/minuto fino a 20 metri/minuto in funzione di tante variabili (larghezza del sifone, visibilità, correnti, materiali da trasportare, ecc). Nella tabella associata tempi/distanza percorsa, sono stati diagrammati per un tempo standard pari ad un'ora le massime distanze percorribili pari rispettivamente a 600 metri e 1200 metri. Tutte le stime ed i consumi sono stati e vanno calcolati tassativamente senza l'ausilio di DPV.

La terza tabella infine cerca di dare una risposta all'interrogativo distanze percorse (a varie profondità) con i consumi preventivamente calcolati.

Una linea orizzontale posta intorno ai 2680 litri impone la presenza di bombole relais, mentre una analoga indicazione viene evidenziata a 1340 litri, consumi teorici oltre ai quali va prevista una bombola di emergenza.

### Esempio 1

Sifone lungo 170 metri con max profondità 16 metri senza particolari problemi

- consumi calcolati pari a 30 l/minuto
- percorrenza stimata 10 m/minuto

Ne consegue quindi 17 minuti per percorrerlo in una direzione e 17 minuti nell'altra = 34 minuti totali. Il consumo stimato è pari a 30 litri x 2,6 bar x 34 minuti e quindi 2652 litri, sul grafico consumi/tempi a varie profondità ci si colloca al limite delle bombole relais (che ricordo essere posto a 2680 litri). In ogni caso necessitano le bombole d'emergenza.

Quante metterne e dove?

L'idea migliore è un punto o una serie di punti dove si minimalizzano i rischi ed in questo caso circa a metà sifone.

### Esempio 2

Sifone lungo 80 metri con max profondità 45 metri senza particolari problemi

- consumi calcolati pari a 30 l/minuto
- percorrenza stimata 10 m/minuto

Ne consegue quindi 8 minuti per percorrerlo in una direzione e 8 minuti nell'altra = 16 minuti totali. Il consumo stimato è pari a 30 litri x 5,5 bar x 16 minuti e quindi 2640 litri, sul grafico consumi/tempi a varie profondità ci si colloca al limite delle bombole relais (che ricordo essere posto a 2680 litri). In ogni caso necessitano le bombole d'emergenza.

Quante metterne e dove?

Anche qui l'idea migliore è un punto o una serie di punti dove si minimalizzano i rischi ed anche in questo caso è logico il metà sifone.

### Esempio 3

Sifone lungo 250 metri con max profondità 8 metri senza particolari problemi

- consumi calcolati pari a 30 l/minuto
- percorrenza stimata 10 m/minuto

Ne consegue quindi 25 minuti per una direzione e 25 minuti nell'altra = 50 minuti totali. Il consumo stimato è pari a 30 litri x 1,8 bar x 50 minuti e quindi 2700 litri. Sul grafico consumi/tempi a varie profondità ci si colloca al limite delle bombole relais (che ricordo essere posto a 2680 litri). In ogni caso necessitano le bombole d'emergenza.

Quante metterne e dove?

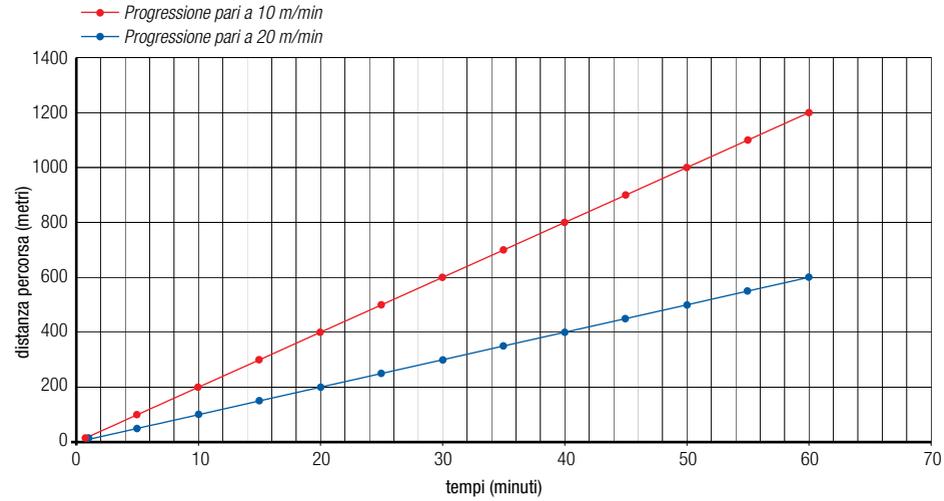
L'idea migliore è un punto o una serie di punti dove si minimalizzano i rischi. In questo caso – in teoria – non servirebbero nel sifone.

Le considerazioni su espresse ed i calcoli eseguiti introducono criteri meno personali e più oggettivi nella stima dei consumi di squadra, dei tempi di percorrenza ecc, tuttavia la loro rigida applicazione, pur aumentando la sicurezza complessiva del sistema, rischia di non coprire tutte le possibili casistiche di incidenti (legati a consumi eccessivi o a rotture degli erogatori) che possono accadere, soprattutto in sifoni lunghi anche se a bassa profondità. A scopo precauzionale si è quindi valutato di introdurre, in ogni caso, una bombola di emergenza con capacità variabile da 7 a 10 litri, appositamente marchiata e di facile identificazione,

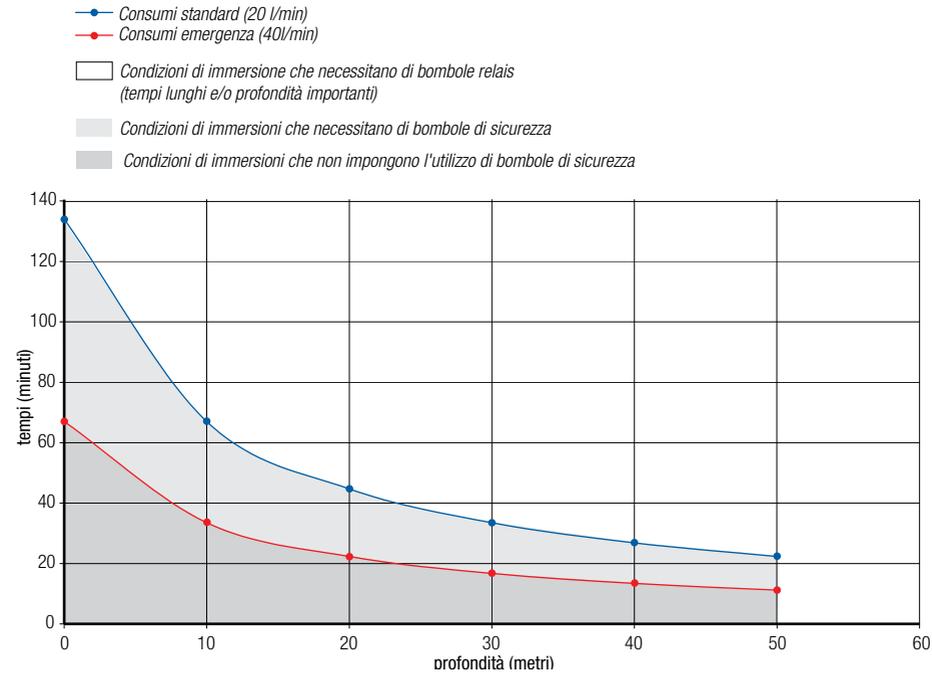
- ogni 100 metri di distanza percorsa per profondità di immersione non superiori a 30 metri
- ogni 50 metri per profondità superiori ai 30 metri

Per tenere conto inoltre della presenza di una squadra più o meno numerosa, si valuta opportuno, con le modalità su descritte, mettere in opera una bombola ogni quattro speleosub in acqua. È evidente che se si dovesse ricorrere alle bombole di sicurezza e/o emergenza quelle utilizzate vanno sostituite. Risultano perciò necessari una adeguata scorta esterna ed un compressore dedicato e sufficiente al caso in esame.

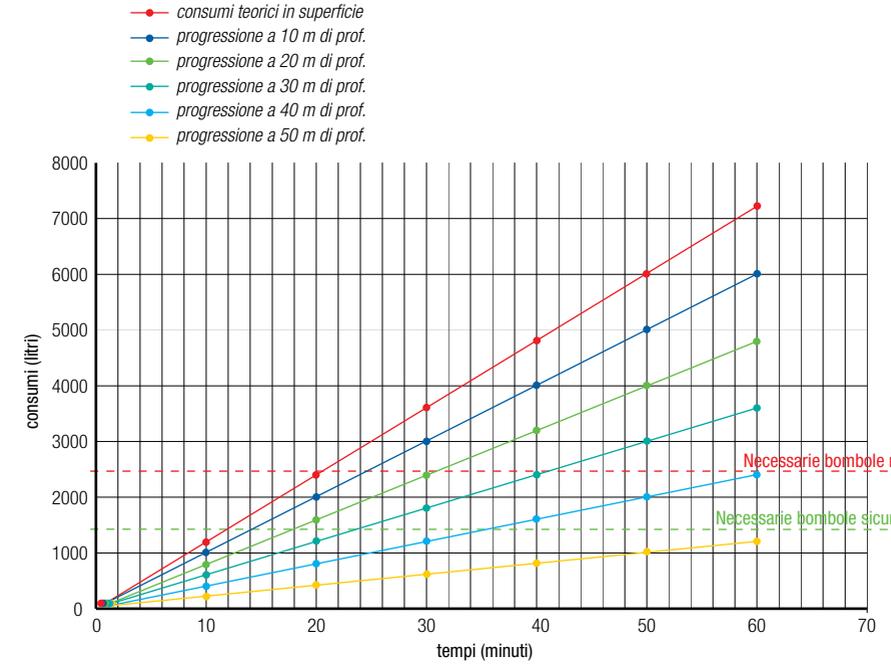
**Tabella tempi - distanza percorsa**



**Tabella consumi - profondità**



**Tabella consumi - tempi a varie profondità**



## → CRITERI GENERALI DI SICUREZZA E DI RIDONDANZA - LINEA DI SICUREZZA

Nelle esercitazioni di soccorso e, a maggior ragione, nelle operazioni di soccorso devono essere adottate particolari misure per garantire la sicurezza degli operatori, pertanto nelle condizioni operative di seguito indicate deve essere predisposta una linea di sicurezza ulteriore a quelle che verranno utilizzate dai tecnici che si immergeranno con l'installazione di apposite bombole all'interno del sifone.

In relazione alle esperienze effettuate ripercorrendo quanto scritto nelle pagine precedenti sono stati determinati i seguenti consumi:

- **condizioni minime** standard 20 litri/minuto, attrezzatura e configurazione minimaliste, compiti normali di progressione in assenza di corrente con condizioni favorevoli
- **condizioni di lavoro normali** 30 litri/minuto
- **condizioni di stress** 40 litri/minuto, attrezzature e configurazioni ingombranti/pesanti, compiti impegnativi/faticosi

con velocità media di progressione 15 metri/minuto.

Pertanto valgono le seguenti indicazioni generali:

- 1) fino ad una profondità di – 30 metri devono essere posizionate bombole di almeno 7 litri ogni 100 metri di progressione percorsa, compatibilmente con le condizioni ambientali
- 2) fino ad una profondità di – 60 metri devono essere posizionate bombole di almeno 7 litri ogni 50 metri di progressione percorsa, compatibilmente con le condizioni ambientali
- 3) ogni quattro tecnici contemporaneamente impegnati in immersione deve essere posizionata una bombola nei punti individuati come stabilito nei punti 1 e 2
- 4) la linea di sicurezza costituisce una fonte di approvigionamento di gas respiratorio in caso di inconvenienti/ritardi/emergenze
- 5) la linea di sicurezza è pertanto una riserva che non deve essere considerata per la progressione;
- 6) la linea di sicurezza non deve essere confusa con le bombole di fase necessarie per estendere l'operatività dei tecnici in progressione/profondità/tempo
- 7) in caso di utilizzo le bombole devono essere sostituite con bombole di analoghe caratteristiche;
- 8) le bombole della linea di sicurezza devono contenere il medesimo gas respiratorio utilizzato dagli operatori in quel settore del sifone, come stabilito dai protocolli di utilizzo delle miscele iperossigenate/Trimix
- 9) le bombole della linea di sicurezza devono essere marcate SICUREZZA etichettate con:
  - tipo di gas respiratorio secondo quanto stabilito dai protocolli di utilizzo delle miscele iperossigenate/Trimix
  - MOD
  - pressione di carica

## → PROTOCOLLO LINEA DECOMPRESSIVA DI SICUREZZA

Ad integrazione di quanto detto in precedenza, ricordando che ogni tecnico speleosub deve essere autonomo con i gas decompressivi necessari per la propria immersione, vanno ulteriormente considerati anche i gas decompressivi oltre a quelli di progressione. A tal fine risulta necessario quanto segue.

Nelle esercitazioni e a maggior ragione nelle operazioni di soccorso devono essere adottate particolari misure per assicurare la sicurezza degli operatori, pertanto in tutte le immersioni che richiedano tappe di decompressione deve essere predisposta una linea decompressiva di sicurezza, con l'installazione di ulteriori bombole all'interno del sifone oltre a quelle che verranno usate dai tecnici che si immergeranno. Si prevede che dovrà essere presente una linea decompressiva di emergenza ogni tre speleosub in acqua.

- **A –21 m bombola almeno da 7 litri con EAN50 marcata DECOSIC**

Etichettata:

- EAN50
- MOD21
- Pressione di ricarica

La bombola deve essere chiusa con erogatore in pressione.

- **A – 6 m lavagnetta sub e bombola almeno da 7 litri con O<sub>2</sub>/EAN99 marcata DECOSIC**

Etichettata:

- O<sub>2</sub>/EAN99
- MOD 6
- Pressione di ricarica

La bombola deve essere chiusa con l'erogatore in pressione.

In caso di utilizzo le bombole devono essere sostituite con altre di analoghe caratteristiche.

## → 6 LA MISCELAZIONE ED IL CONTROLLO DEI GAS UTILIZZATI IN IMMERSIONE



La tecnica di miscelazione è materia delicata e nella pratica deve essere eseguita da personale addestrato e qualificato, pertanto quanto segue deve considerarsi come panoramica sulle tecniche relative. Improvvisare in questo campo comporta grandi rischi sia nella miscelazione in sé, sia per quanto riguarda l'immersione connessa.

### → LE ATTREZZATURE

#### CARATTERISTICHE

Un sistema di miscelazione che utilizza ossigeno, deve essere:

- Progettato per ossigeno
- Pulito per ossigeno
- Ossigeno compatibile

#### Progettato per Ossigeno

Progettato per ossigeno indica un materiale che deve lavorare con ossigeno ad alta pressione. A causa delle qualità dinamiche dell'ossigeno che può aumentare la combustione (fuoco), qualche volta anche in maniera rapida (esplosione), il progetto del sistema deve minimizzare ogni tendenza alla generazione di calore, iniezione di particelle o accumulo di contaminanti. Questo viene realizzato attraverso tubature con curve senza giunture, valvole ad apertura lenta, valvole di non ritorno, minimi restringimenti, rubinetti dedicati ed una buona manutenzione di compressori e filtri.

#### Pulito per Ossigeno

Pulito per ossigeno significa verificabile assenza di particelle, fibre, olio, grassi e altri contaminanti.

#### Ossigeno Compatibile

È così chiamato un materiale che non reagisce con l'ossigeno alla massima pressione e/o percentuale in un sistema di travaso e ricarica. Molti oggetti che in partenza sono ossigeno compatibili, con il passare del tempo si deteriorano fino al punto in cui non sono più idonei ad essere usati in un'atmosfera arricchita di ossigeno. Un esempio sono i cavi di acciaio al carbonio che si trovano nella maggior parte delle fruste degli strumenti di ricarica. Questi cavi sono tecnicamente compatibili, fino al momento in cui cominciano ad arrugginirsi; diventando pericolosi.

In questo caso è d'obbligo utilizzare materiale inossidabile come l'acciaio inox, l'ottone o il bronzo. Si prenda anche in considerazione la sostituzione delle fruste con quelle rivestite in teflon, che è considerato un materiale compatibile per lavorare alle alte pressioni e alte percentuali di ossigeno.

### → IL COMPRESSORE

#### USO E INSTALLAZIONE ALL'APERTO

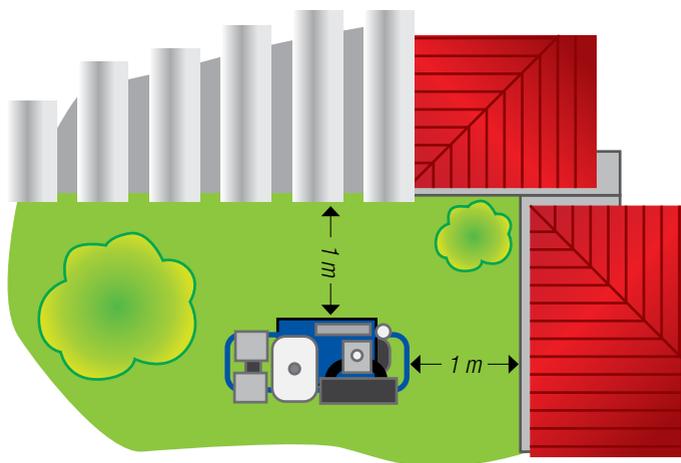
Il cuore di ogni sistema di miscelazione è il compressore. Per le operazioni di miscelazione non occorre che il compressore sia oil-free, ma è necessario che sia in buone condizioni meccaniche, utilizzi olio sintetico e abbia un appropriato e efficiente sistema di filtraggio.



### COLLOCAZIONE

Verificare che nel luogo prescelto per il posizionamento ci siano condizioni di ventilazione adeguate: buon ricambio d'aria, assenza di polveri, non siano presenti rischi di esplosione, di corrosione o d'incendio.

L'utilizzo in ambiente con temperature superiori a 45°C rende necessaria la climatizzazione dell'ambiente d'impiego.



Posizionamento tipo di un compressore

### PERICOLI

I potenziali pericoli durante una ricarica possono riassumersi in:

- Pericolo di inquinamento dell'aria prodotta, per la possibilità di miscelazione di fumi di scarico o vapori di olio lubrificante.
- Pericoli derivanti dall'uso del motore a scoppio. Attenersi scrupolosamente all'allegato manuale di uso e manutenzione.
- Pericolo di natura termica nella zona della marmitta di scarico di fumi. Utilizzare la macchina con adeguate protezioni e attendere circa 30 minuti dopo lo spegnimento del motore prima di intervenire per la manutenzione.
- Pericoli derivanti dal rumore emesso dal compressore.
- Pericolo di incendio.
- Pericolo di schiacciamento e trascinamento zona cinghia di trasmissione.
- Pericolo d'urto e abrasione zona ventola di raffreddamento.
- Pericolo di contatto diretto da parte dell'operatore in caso di rottura della frusta durante la fase di caricamento delle bombole.

### CURA E MANUTENZIONE

La causa di molti danni ed incidenti è imputabile ad errori di manutenzione, quali:

- mancanza di olio
- mancanza di pulizia
- inefficienza del circuito aria compressa (danneggiamenti dei tubi flessibili, serraggio tubi, viti, ecc.)

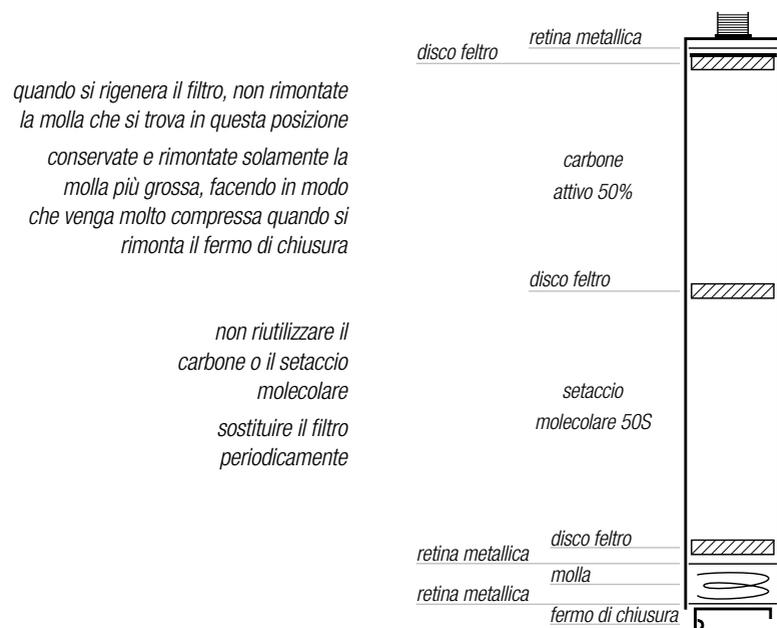
Eseguire accuratamente i lavori di manutenzione anche per la propria sicurezza.

Incaricare dei lavori di riparazione soltanto personale specializzato o autorizzato.

Osservare sempre le seguenti norme di sicurezza, anche quando si ha la piena padronanza di tutti gli elementi di manovra:

- mantenere sempre puliti il compressore e la zona circostante
- prima di iniziare il lavoro controllare che i dispositivi di protezione funzionino perfettamente
- assicurarsi continuamente che non si trovino persone nella zona di pericolo del compressore.
- mettere in guardia a voce ed interrompere il lavoro se tali persone non lasciano la zona di pericolo
- non abbandonare mai il posto macchina con il compressore in moto
- scaricare la condensa tramite i rubinetti di scarico ogni 10-15 minuti di lavoro; in estate ogni 4-5 minuti
- controllare il livello dell'olio di lubrificazione ogni 5 ore di lavoro e sostituirlo max ogni 50 ore
- controllare la rotazione della cinghia quando si avvia un compressore
- gli OR sostituiti devono essere omologati per alta pressione
- ogni 25-30 ore rifare o sostituire il filtro
- se il compressore rimane inutilizzato, una volta al mese metterlo in moto per far girare i meccanismi.
- nel confezionare il filtro dosare il carbone attivo al 40-50% ed il setaccio molecolare al 50-60%

- i compressori di ultima generazione sono ossigeno compatibili sino a miscele con il 40% di O<sub>2</sub>. Oltre tale percentuale il compressore va pulito ad O<sub>2</sub> e reso ossigeno compatibile.



Schema rigenerazione del filtro di un compressore

### PROLUNGA PER PRESA D'ARIA

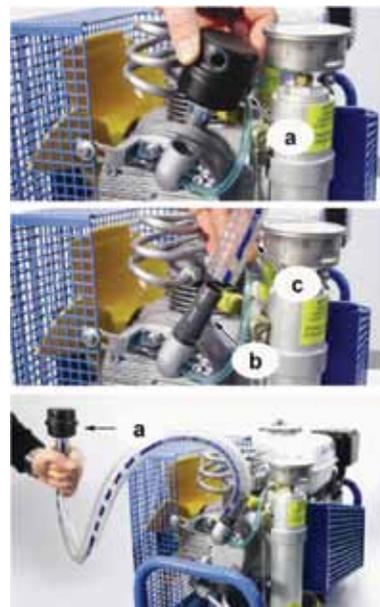
Nell'eventualità in cui il compressore venga posizionato in luogo privo di idonee caratteristiche di ventilazione, sarà necessario provvedere all'installazione di una prolunga per la presa d'aria da un luogo con i requisiti richiesti.

La lunghezza della prolunga non deve superare i 2-3 m e dovrà essere collegata con un raccordo all'apposito attacco di aspirazione, togliendo preliminarmente il filtro di aspirazione. Questo ultimo andrà rimontato sull'altra estremità della prolunga, lontano da agenti atmosferici e gas di scarico.

Orientare la presa d'aria in posizione controvento. Utilizzare solamente un tubo flessibile dotato di rinforzo interno con spirale d'acciaio o plastica, per prevenire pieghe e conseguenti riduzioni di sezione.

### → LE FRUSTE DI TRAVASO

Le fruste di travaso devono essere dotate di manometro di classe 1 (precisione 1 bar), valvola di non ritorno e rubinetto modulare per regolare la velocità del flusso. La frusta deve essere equipaggiata con adattatori per poterla collegare alla fonte di gas ed alla bombola di destinazione. Il materiale costitutivo della frusta e la sua pressione di esercizio dipendono dal gas che deve essere trasferito e dalle pressioni alle quali la frusta stessa dovrà lavorare.



- togliere il filtro di aspirazione (a)
- montare il raccordo (b)
- montare la prolunga (c) al raccordo (b)
- montare nell'altra estremità della prolunga il filtro di aspirazione (a)
- posizionare l'estremità della prolunga su cui è montato il filtro di aspirazione (presa d'aria) in luogo ventilato e al riparo da agenti atmosferici e gas di scarico
- orientare la presa d'aria in posizione controvento
- verificare che lungo il tubo di prolunga non vi siano pieghe o rotture. Nel caso la prolunga sia rotta provvedere a sostituirla.

### → GLI ANALIZZATORI

Anche se la ricarica è stata eseguita correttamente, bisogna verificare e misurare la percentuale dei gas contenuti nella miscela con un analizzatore. Questo è costituito da un sensore che reagisce alla pressione parziale dell'ossigeno, creando una tensione: dalla lettura di questa si può risalire alla sua percentuale.

Per una corretta lettura, è necessario fornirgli un determinato flusso (1-3 litri/minuto) di gas a pressione normobarica. L'accuratezza del sensore varia dallo 0.5% ad oltre il 2% secondo il modello. Dato che le variazioni di pressione, temperatura ed umidità influenzano la lettura del sensore, è importante calibrarlo ogni volta che si utilizza lo strumento, per assicurare che esistano le medesime condizioni tra il momento della calibratura e quello dell'analisi del o dei gas. Il sensore si ossida con l'esposizione all'ossigeno e, pertanto, avrà una vita ben determinata, solitamente intorno ai due anni. L'accuratezza del sensore è solitamente intorno a  $\pm 1\%$ .

La lettura fornita dall'analizzatore è da considerare un controllo sulla correttezza di ciò che è stato fatto, piuttosto che una verità assoluta sulla composizione della miscela. Bisogna inoltre considerare che le letture fatte subito dopo la miscelazione non sono affidabili, poiché la miscela diventa omogenea solo dopo un certo tempo (almeno 6h).



Analizzatore di ossigeno e elio.



Alcuni analizzatori di ossigeno.

La miscela va sempre controllata nuovamente prima dell'immersione.

L'analisi delle miscele è obbligatoria e il suo confezionamento deve essere distribuito nel tempo per evitare grandi scarti di temperatura e per consentire una perfetta omogeneità dei gas.

Gli analizzatori possono misurare solo l'ossigeno o solo l'elio oppure essere in grado di analizzare ambedue i gas. Per il Nitrox è sufficiente analizzare la  $PPO_2$ , da cui è facile risalire al tasso di azoto.

Per il Trimix è importante analizzare ossigeno e elio. Le annotazioni sulle bombole, illustranti i gas contenuti e la loro pressione, dovranno essere scritte indelebilmente, leggibili e visibili da tutti. L'analisi deve essere fatta dopo la stabilizzazione della miscela (minimo 6 ore, consigliate 12 ore).

### → I MANOMETRI

La misura della pressione dei gas deve essere accurata. Un errore di misurazione non comporta una diversa quantità di gas disponibile, ma una diversa composizione della miscela! Non basta disporre quindi di un normale manometro, anche se dedicato ad ossigeno, ma è necessario un manometro di precisione. I manometri sono divisi in classi: uno di classe 1 ha un'approssimazione di  $\pm 1$  bar sulla scala di lettura, uno di classe 0.5 ha un'approssimazione di 0.5 bar, ecc.

Esistono anche manometri digitali, che mostrano varie cifre dopo la virgola, ma occorre precisare che la precisione delle letture dipende dal sensore.

### → LE CENTRALINE DI MISCELAZIONE

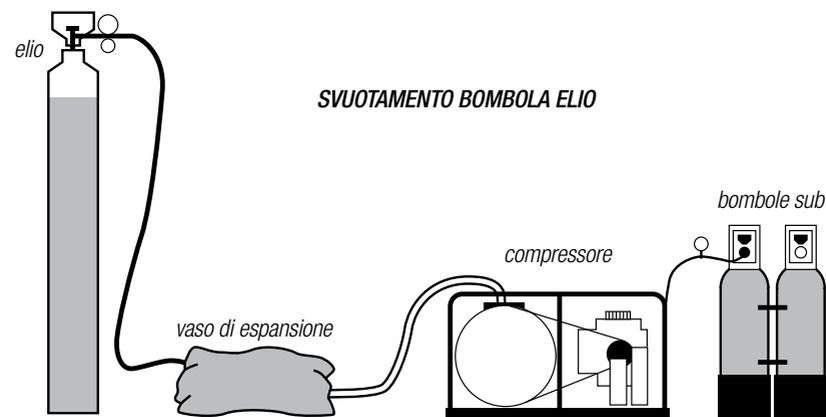
La soluzione migliore (e la più costosa) per confezionare e travasare una miscela è quella di acquistare un'apposita centralina di miscelazione. Ve ne sono in commercio diverse e con varie configurazioni: possibilità di miscelare ossigeno e elio insieme, con analizzatore incorporato, dotate di iperfiltro, con attacchi rapidi... ecc. Alcune hanno un microprocessore che tiene conto della temperatura del gas immesso.

### → LE POMPE BOOSTER E GLI ESTRATTORI DI GAS

La pompa booster comprime ulteriormente il gas erogato dalle grandi bombole, affinché possa essere poi travasato nelle bombole sub. L'utilizzo di una booster è giustificato per sfruttare al meglio

i bomboloni d'elio, che è un gas piuttosto costoso, a differenza dell'ossigeno, per il quale occorre un booster espressamente dedicato.

Nella maggior parte dei casi occorre trasferire nelle bombole sub 50-70 bar di elio nella miscela, il che significa che le bombole di travaso diventano inutilizzabili quando la pressione scende al di sotto di questi valori. Una pompa booster consente invece di utilizzare quasi tutto il gas contenuto nel bombolone. In commercio si possono trovare anche estrattori di gas, il cui funzionamento è analogo a quello di un vaso di espansione.



Schema del funzionamento di un vaso di espansione

### → I FILTRI AGGIUNTIVI

Nel caso si adotti la tecnica di miscelazione per pressioni parziali, dopo aver travasato l'ossigeno nelle bombole, occorre caricare aria con il compressore. Questa deve essere necessariamente ossigeno compatibile: uno dei sistemi adottati per renderla tale consiste nel fornire il compressore di filtri aggiuntivi.

Si tratta generalmente di tre filtri così disposti e composti: il primo, quello più vicino al compressore, è un normalissimo filtro o personal filter, il secondo ed il terzo sono riempiti con ovatta pressata con in alto e sul fondo due dischetti di feltro con le relative molle di compressione.



Filtri aggiuntivi per rendere compatibile la ricarica con il preesistente ossigeno.

## → CARATTERISTICHE DEI GAS E DEGLI STRUMENTI USATI NELLA MISCELAZIONE

### L'OSSIGENO E LE MISCELE ARRICCHITE (EANX)

Il pericolo nel maneggiare ossigeno è dovuto principalmente a quattro eventi dove può verificarsi l'innescò in una miscela arricchita:

- calore per compressione
- alta velocità dei residui di lavorazione
- riscaldamento per attriti localizzati
- incompatibilità dei materiali.

#### Calore per compressione

Uno dei rischi è dovuto al riscaldamento adiabatico. Si tratta del calore sviluppato da una compressione rapida senza scambio termico con l'ambiente circostante (appunto detta adiabatica). Il riscaldamento adiabatico insorge quando il flusso del gas trova un'occlusione, come ad es. un rubinetto chiuso all'estremità di una frusta di travaso: in quel punto la velocità del flusso diminuisce rapidamente e la pressione e la temperatura aumentano parimenti, ciò può innescare facilmente una combustione. Per esempio se la piccola sezione di un tubo viene sottoposta rapidamente ad una pressione di 200 bar, la temperatura può raggiungere per qualche istante gli 800 gradi. Ovviamente a queste temperature molti materiali possono autoincendiarsi. In queste condizioni ed in presenza di ossigeno puro, anche materiali inerti come il teflon o il viton possono prendere fuoco. Si può ovviare a questo tipo di inconveniente utilizzando valvole con apertura a spillo che consentono un'apertura molto lenta del rubinetto.

Per effettuare il travaso, dopo aver collegato la bombola sub con il bombolone tramite una frusta adatta, si deve, quindi, aprire prima il rubinetto della bombola da caricare e poi, molto lentamente, il rubinetto di quella di travaso, in modo da lasciar fluire il gas gradualmente. In questo modo l'ossigeno non troverà ostacoli che possano provocare il suddetto riscaldamento.

#### Alta velocità dei residui di lavorazione

Questo fenomeno avviene quando particelle di materiale, imprigionate dal flusso del gas, vanno a sbattere ad alta velocità con ostacoli immobili. In funzione della composizione del materiale si può generare una scintilla, causando un risultato disastroso. Si pensi pertanto a sistemi di travaso che presentano ruggine all'esterno: questa potrebbe anche trovarsi all'interno (avvolgimento delle fruste, raccordi ecc.) ed essere una sorgente delle particelle in questione. Un sistema del genere è pericoloso e sicuramente non idoneo per lavorare con l'ossigeno.

### COMPATIBILITÀ DEI MATERIALI

La compatibilità dei materiali è un argomento vitale, in quanto sia la pressione che la percentuale dell'ossigeno sono presi in causa: le reazioni dell'ossigeno aumentano in presenza di alte pressioni ed alte percentuali di O<sub>2</sub>.

Un esempio al riguardo può essere un erogatore subacqueo che viene usato con ossigeno puro. Il primo stadio deve avere tutte le sedi, guarnizioni e diaframmi in materiale compatibile con l'ossigeno, in quanto a contatto con alte pressioni dello stesso; invece, la relativa bassa pressione del secondo stadio richiede solo che i lubrificanti utilizzati siano ossigeno compatibili, anche se tutti e due gli stadi sono esposti alla stessa percentuale di ossigeno. È facilmente immaginabile che questa condizione di incompatibilità dei materiali possa generare delle combustioni spontanee. È accertato che questo può avvenire quando una quantità sufficiente di idrocarburi è presente in situazioni di alta pressione/percentuale di O<sub>2</sub>.

Le attrezzature 100% compatibili con l'ossigeno possono essere:

- costruite per l'aria e adattate per l'ossigeno, sgrassate e regolarmente verificate
- costruite appositamente e commercializzate per l'O<sub>2</sub>; questa è la soluzione migliore, quando possibile.

Alla luce di quanto argomentato, il travaso dell'ossigeno è una manovra molto delicata: perciò deve essere effettuata solo da personale esperto ed adeguatamente formato.

### L'ARIA

Durante la preparazione di miscele EANx, all'interno delle bombole dove è stato già travasato dell'ossigeno puro o miscele con percentuali di O<sub>2</sub> superiori al 40%, non si può pompare l'aria normalmente fornita dal compressore. È necessario che essa sia ossigeno compatibile.

L'aria ossigeno compatibile è tale se completamente priva d'oli e idrocarburi. Deve essere insomma realmente pulita. Ciò si ottiene collegando all'uscita del compressore dei filtri supplementari che filtrano ulteriormente l'aria, già di per sé respirabile, ma non ossigeno compatibile.

Per completare la carica, dopo aver collegato il compressore alla bombola sub, è necessario attendere che la pressione salga di 10-20 bar oltre quelli della suddetta bombola prima di aprire il rubinetto, per evitare che il contenuto fluisca verso il compressore. Le centraline, per questo motivo, sono dotate di un'apposita valvola di non ritorno.

## 7 TECNICA DELLA MISCELAZIONE

### → I SISTEMI DI MISCELAZIONE

In relazione alle necessità e ed alle normali condizioni in cui si svolgono le esercitazioni / operazioni di soccorso i metodi comuni di miscelazione sono due:

- miscelazione per pressioni parziali
- miscelazione per flusso continuo.

#### MISCELAZIONE PER PRESSIONI PARZIALI

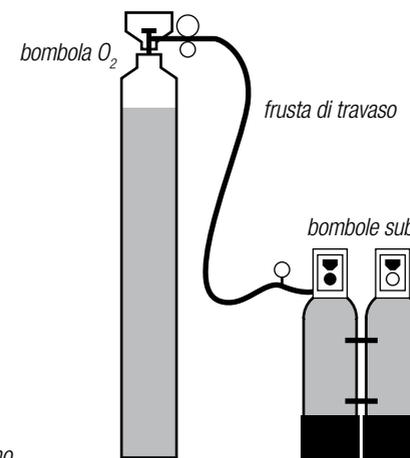
La miscelazione per pressioni parziali non richiede equipaggiamenti costosi, complessi o ingombranti, caratteristiche che la rendono economica e più adatta per le operazioni sul campo.

In questa tecnica sono considerate solo le pressioni parziali dei gas per determinare le loro percentuali nella miscela finale.

Una tipica procedura pratica di miscelazione con il sistema delle pressioni parziali è la seguente:

- inizialmente analizzare sempre i gas in tutte le bombole parzialmente piene o svuotarle completamente
- calcolare le quantità di ossigeno da aggiungere per realizzare la miscela desiderata
- travasare l'ossigeno, fino alla pressione desiderata, in una bombola opportunamente pulita ed etichettata ad una velocità non superiore ai 5 bar per minuto
- caricare aria ossigeno compatibile nella bombola ad una velocità non superiore ai 10 bar per minuto. Accelerando la ricarica si possono causare turbolenze che misceleranno meglio il gas, ma faranno aumentare la temperatura della bombola
- lasciare raffreddare la bombola a temperatura ambiente
- analizzare i gas
- lasciare riposare la bombola per 6 ore in modo che la migrazione molecolare sia terminata, migrazione che può essere accelerata anche ruotando la bombola.

#### TRAVASO OSSIGENO



Schema di un travaso di ossigeno

Il sistema di miscelazione per pressioni parziali presenta i seguenti vantaggi e svantaggi:

### Vantaggi

- Basso costo iniziale dell'impianto.
- Possibilità di realizzare miscele con percentuale di ossigeno superiore al 40%.
- Facile trasportabilità del sistema.

### Svantaggi

- Tutto l'equipaggiamento deve essere pulito ad ossigeno e ossigeno compatibile.
- L'analisi dei gas viene effettuata solo dopo la miscelazione.

Il trasferimento dell'O<sub>2</sub> viene effettuato collegando una frusta di travaso, con le caratteristiche già descritte, alle due bombole. Dopo aver travasato l'ossigeno si aggiungono gli altri gas, effettuando una lettura intermedia e completando la ricarica con il compressore ad una velocità non superiore ai 10 bar/1', come già precisato. Se la velocità di ricarica è elevata, occorre usare bombole tampone (cioè ricaricare simultaneamente una seconda bombola per diminuire la velocità di ricarica). Le miscele Trimix vanno lasciate riposare per un periodo minimo di sei ore. Soltanto alla fine di questa fase si potranno analizzare i gas con sufficiente precisione. Si ricorda che vanno sempre analizzati due gas: l'ossigeno e l'elio.

Il travaso si effettua da bombole di grande capacità, contenenti i gas forniti da ditte produttrici di gas compressi. In questo caso la qualità dei gas è garantita dalla ditta con apposito certificato.

Nella carica per travaso è difficile utilizzare tutto il contenuto della bombola travasante per raggiungere poi la pressione voluta nella bombola sub, se non disponendo di un compressore con filtri adatti, una centralina di miscelazione oppure una pompa booster.

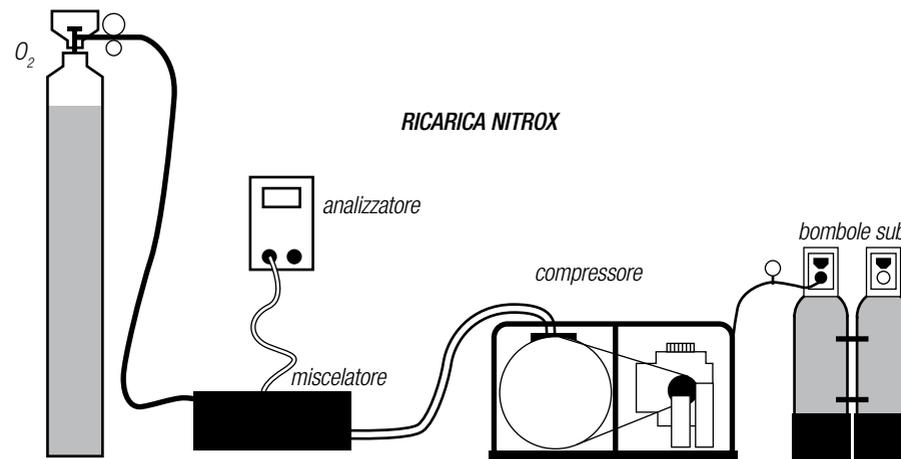


Frusta per travasare ossigeno su tre bombole contemporaneamente

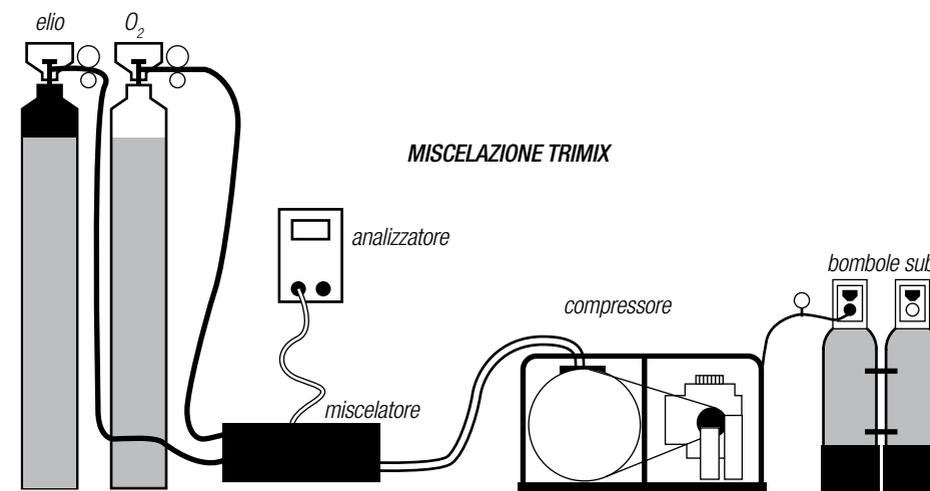
## MISCELAZIONE PER FLUSSO CONTINUO

Con questo sistema si miscela il gas a monte del compressore, immettendo un flusso d'ossigeno calibrato, a pressione normobarica, nel condotto di aspirazione del compressore. Il metodo è sicuro in quanto non c'è il pericolo dovuto al travaso d'ossigeno ad alta pressione. La percentuale della miscela è controllata da un analizzatore.

Disponendo anche di un analizzatore di elio, oltre che di quello per l'ossigeno, si può caricare anche Trimix. Nella miscelazione a flusso continuo l'aria compressa viene miscelata con l'ossigeno (Nitrox) o con l'ossigeno e l'elio (Trimix) a bassa pressione, prima di essere analizzata, compressa ed inviata alle bombole subacquee.



Schema di una ricarica Nitrox



Schema di una ricarica Trimix

La miscelazione per flusso continuo è il metodo ideale per confezionare Nitrox o Trimix. La composizione della miscela finale è monitorata durante tutto il processo di miscelazione e ricarica, consentendo di effettuare aggiustamenti in tempo reale; occorre quindi concentrare l'attenzione sugli analizzatori, che ora non rappresentano più solamente un sistema di controllo.

Il dispositivo che miscela i flussi è costituito da uno "stick", una sorta di piccola marmitta, nella quale è inserita una serie di elementi che generano turbolenza nel flusso, in modo da miscelare bene i gas in aspirazione. Il gas da miscelare, prelevato dalle bombole, arriva lateralmente allo "stick" tramite un riduttore di pressione e una valvola che ne regola il flusso. Prima d'iniziare la carica, si avvia il compressore e agendo sulla valvola della frusta, si regola il flusso del gas da miscelare, in modo da leggere l'esatta percentuale sull'analizzatore. A questo punto si può iniziare a comprimere il gas all'interno della bombola di immersione. Il gas in entrata nel condotto di aspirazione del compressore viene costantemente campionato ed analizzato per verificare il corretto contenuto di ossigeno e/o elio.

### **Vantaggi**

- Tutto il lavoro di miscelazione avviene a bassa pressione e temperatura.
- La miscelazione è completa e non bisogna attendere la migrazione molecolare.
- La miscelazione è accurata perché i gas vengono costantemente analizzati durante la ricarica.
- Utilizzo totale dell'ossigeno e dell'elio senza bisogno di pompe Booster.
- La trasportabilità, in quanto la maggior parte dei sistemi può essere inserita in una valigetta e non ha bisogno di alimentazione a corrente elettrica per funzionare.

### **Svantaggi**

- Ha un costo relativamente maggiore rispetto ai sistemi di miscelazione per pressioni parziali.

### **PRECISIONE DELLE MISCELE**

È ammesso che la percentuale di  $O_2$  trovata all'analisi non deve discostarsi più dello 0,5% da quanto previsto in fase di preparazione. Si ribadisce che tutti i valori, soprattutto quelli della  $PPO_2$ , della profondità minima e di quella massima sono calcolati sulla base della percentuale di ossigeno rilevata durante l'analisi.

Un Nitrox o un Trimix che presentano percentuali dei gas fuori scala, possono essere ugualmente utilizzati, riprogrammando la profondità inizialmente prevista, per rispettare la soglia della  $PPO_2$ , e riconsiderando le percentuali dei gas per il calcolo della decompressione.



## → 8 NOZIONI TECNICO-OPERATIVE PRELIMINARI

### → TECNICHE INDIVIDUALI DI BASE

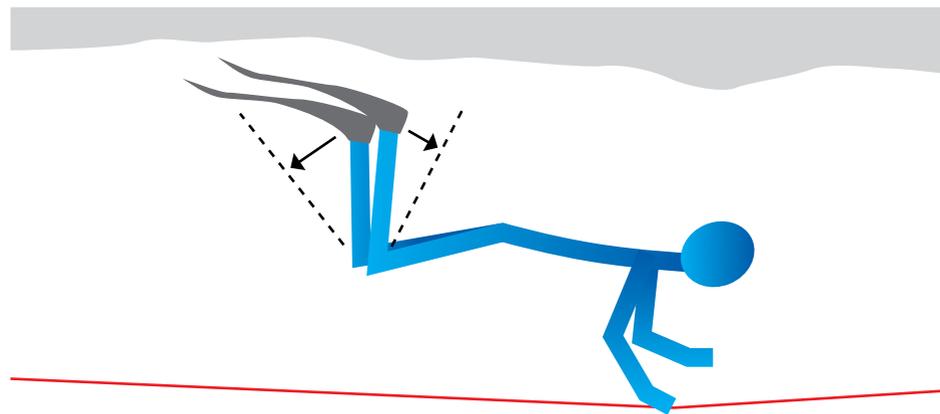
#### **RICHIAMO ALLA PROGRESSIONE- TENTATIVO DI STANDARD**

La preparazione speleosubacquea di base esula dagli “scopi istituzionali” della COM.SUB e dalla Scuola per Tecnici Speleosubacquei del CNSAS, tuttavia risulta importante che le strutture di soccorso, oltre a verificare ed a sviluppare le capacità e l’attitudine dei singoli tecnici, si preoccupino anche di omogeneizzare le tecniche base che in una attività così multiforme, spesso svolta in ambienti fortemente differenti (grotte marine, “Fond de Trou”, risorgenze, grotte alpine), prolifera di particolarismi. Queste differenze ambientali possono avere differenziato la pratica speleosubacquea evidenziando sfumature importanti. Ora dovendosi trovare ad operare in ambiente dove la comunicazione risulta difficile (sott’acqua in condizione magari di scarsa visibilità) è necessario che le manovre base siano omogeneizzate secondo standard.

Uno dei maggiori e più elementari elementi di omogeneizzazione riguarda, per esempio, il tipo di pinne e lo stile di pinneggiata. Emergono almeno due scuole di pensiero su questo tema, una raccomanda pinne molto corte e compatte che permettono amplissima mobilità ed agilità, l’altra invece pinne a pala molto lunga e rigida in grado di trasmettere potenza alla pinneggiata.

Nell’ambito degli interventi di soccorso sono sconsigliate le pinne lunghe e rigide, raramente necessita infatti potenza, mentre è molto più utile essere mobili e agili soprattutto perché ci si troverà ad operare con altri tecnici a fianco, con barelle, con sagole e fili del telefono in ambienti ridotti. Analogamente per la tecnica di pinneggiata, difficilmente nell’ambito degli interventi di soccorso, in ambienti stretti con trasporto di materiale che può far variare pesantemente l’assetto, si riesce a progredire “a rana” o simili, mentre bisogna ricercare un tipo di progressione che minimizzi, soprattutto su fondali sabbiosi o fangosi la possibilità di sollevare sospensione, pertanto il tipo di pinneggiata proposto è quello con le pinne rivolte verso l’alto e le gambe ripiegate in su.

Indispensabile, in ogni caso, è la sicura (con un elastico legato sotto il ginocchio ed un cordino collegato alla scarpetta della pinna) in modo che in caso di smarrimento o rottura del cinghiolo la pinna rimanga comunque collegata alla gamba.



## AUTOSOCCORSO

La manovra descritta è da utilizzare quando lo speleosub rimane intrappolato sulla sagola guida. Si è ipotizzata la situazione più estrema: intreccio simultaneo sulla rubinetteria delle bombole (o sulle protezioni, sulla bombola di alimentazione della muta stagna, sulla batteria del faro ecc.) e su una pinna, lungo una sagola guida tesa e con visibilità ridotta o nulla.

Il procedimento adottato permette di liberarsi dalla sagola guida tagliandola e ristabilendo la continuità tra la zona a monte e quella a valle dell'intreccio, con l'aiuto dello svolgisagola di soccorso e di due anelli elastici.

Ripristinare la continuità della sagola è di vitale importanza per chi è rimasto ancora all'interno del tratto sommerso; soltanto questa operazione potrà consentirgli di riguadagnare l'uscita senza affrontare rischi potenzialmente mortali.

Gli anelli elastici hanno due funzioni:

- il primo impedisce la perdita della sagola a valle del taglio (durante le manovre la sagola potrebbe liberarsi e sfuggire alla vista ed al contatto dello speleosub), consentendo di eseguire le manovre successive con più serenità
- il secondo servirà di sicurezza nel caso sfugga di mano uno dei capi della sagola durante la manovra di annodamento degli stessi a monte del taglio.

È preferibile esercitarsi con i guanti e bendati, con un compagno che sorveglia l'esecuzione delle manovre; queste ultime, nella realtà, dovranno essere sicure e veloci, allo scopo di conservare una certa autonomia per il rientro. Particolare attenzione va posta nella fase finale, quando tagliati i vari collegamenti ed intrecci, bisogna garantire il contatto con la sagola guida.

### Esecuzione

- Accertarsi con la bussola della direzione di uscita; preparare svolgisagola di soccorso e cesoie.
- Installare con una bocca di lupo il primo elastico davanti a sé, il più vicino possibile al proprio corpo; serrarlo tirandolo in avanti e verificare che non scorra (fig. 9.1).

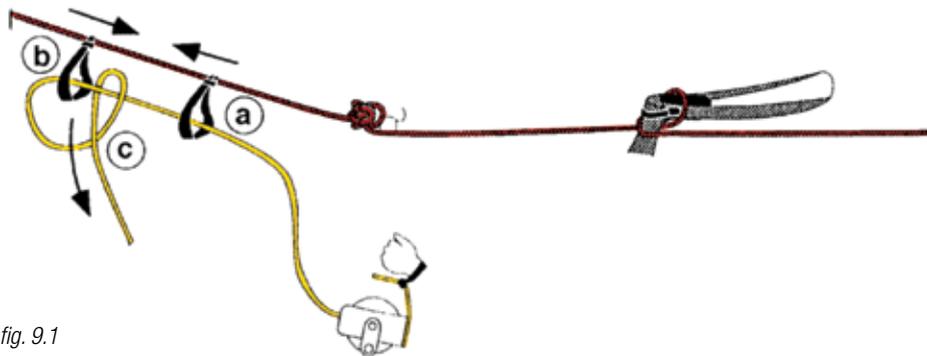


fig. 9.1

- Installare il secondo elastico davanti a sé il più lontano possibile, conservando la possibilità di operare su di lui con le mani; serrarlo tirandolo verso di sé e verificare che non scorra (fig. 9.2).

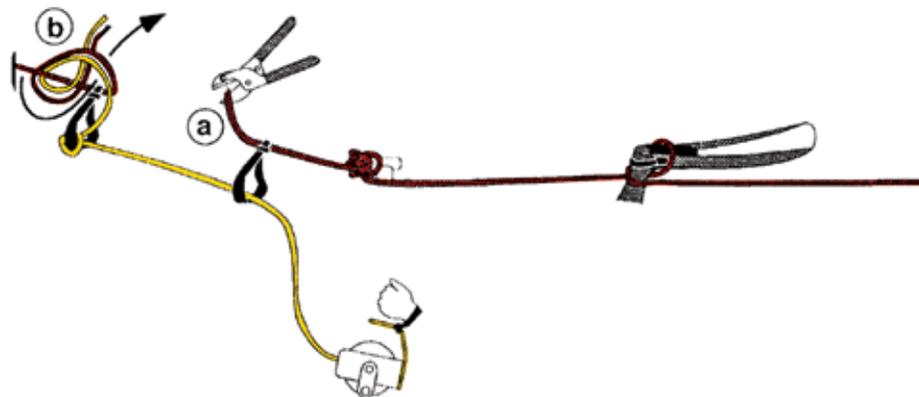


fig. 9.2

- Passare la sagola di soccorso nei due anelli elastici a partire da quello più vicino.
- Legare la sagola di soccorso sul secondo elastico con un nodo semplice per assicurarla (fig. 9.3), avendo cura di conservare un capo libero di circa 40-50 cm.
- Tagliare la sagola principale tra i due elastici, il più vicino possibile al corpo del sub (circa due terzi della sua lunghezza), tenendo con la mano libera sia il capo della sagola di soccorso, sia la sagola principale tra i due elastici (fig. 9.1).
- Legare insieme il capo libero della sagola di soccorso e il moncone appena tagliato della sagola principale, con un nodo eseguito subito dietro il secondo elastico (fig. 9.2).
- Riporre la cesoia al suo posto e arretrare, svolgendo la sagola di soccorso, sino ad afferrare la sagola principale a valle del groviglio, sulla quale si formerà un lasco sufficiente ad eseguire la manovra successiva. Durante l'arretramento mantenere una leggera tensione sulla sagola di soccorso, allo scopo di non rimanere ulteriormente impigliati.
- Con la mano sinistra eseguire un anello sulla sagola di soccorso ed un altro con la mano destra sulla sagola principale (fig. 9.3).

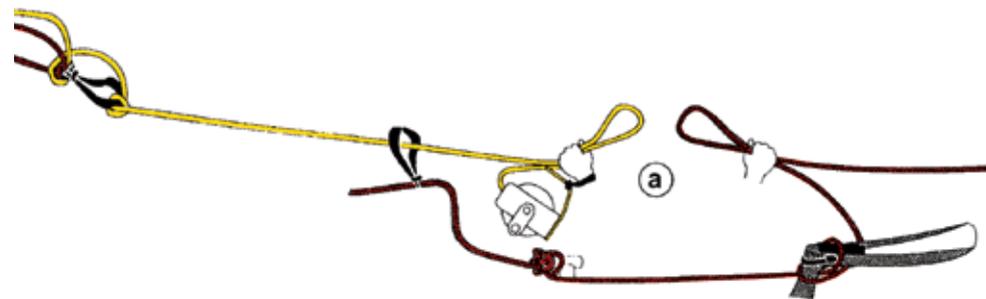


fig. 9.3

- Legarli insieme con un nodo galleggiante, ripristinando la tensione della sagola principale (fig. 9.4a).
- Afferrare con una mano la sagola principale (tra il nodo ed il punto di aggrovigliamento sulla pinna) insieme alla sagola di soccorso e tagliare entrambe (fig. 9.4b).

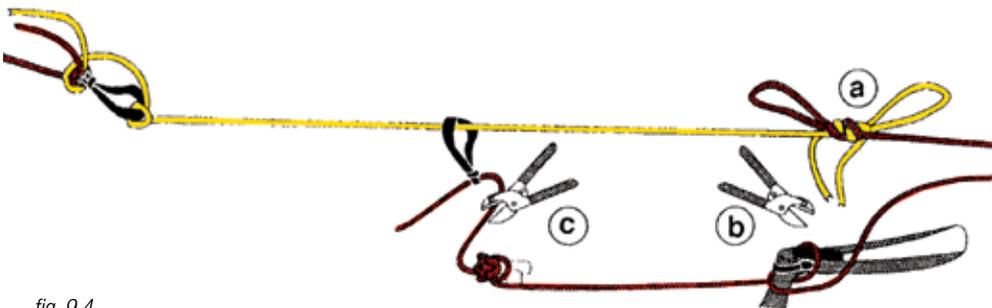


fig. 9.4

- Eliminare per ultimo il filo impigliato sulla rubinetteria delle bombole.
- Riposizionare la cesoia e, se necessario, tendere ancora la sagola principale con un nodo di accorciamento. Verificare con la bussola la direzione di uscita e riguadagnare la superficie.



### CAMBIARE LA MISCELA DI GAS SOTT'ACQUA

Cambiare la miscela di gas con un'altra con una percentuale di ossigeno superiore o ossigeno puro è lo strumento principale per effettuare una decompressione efficace o per effettuare immersioni prolungate senza decompressione. Questo è uno dei più importanti strumenti che uno speleosub ha a disposizione ed uno dei primi rudimenti che differenziano l'immersione tecnica e speleosubacquea da quella ricreativa.

Tuttavia, una delle cause prevedibili più comuni di incidenti anche gravi ai subacquei tecnici è l'uso della miscela di gas sbagliata (percentuale di ossigeno troppo alta per la profondità): il subacqueo ha le convulsioni e annega.

Per prevenire questo incidente è possibile applicare le seguenti linee-guida:

- La linea guida più efficace: quando possibile, non bisogna portare una bombola ad una profondità superiore a quella in cui si può respirarne il contenuto in sicurezza. Ma, per poter effettuare la decompressione si deve essere certi durante la fase di risalita di ritornare esattamente nel punto in cui si è lasciata la bombola (quindi evidentemente va fissata alla sagola guida correttamente e non bisogna accantonare momentaneamente le bombole se si è disorientati).
- La miscela di gas deve essere controllata personalmente da ogni subacqueo e le bombole devono essere tutte marcate.
- Il boccaglio dell'erogatore deve essere bloccato sulle bombole, in questo modo non è possibile respirare da questo accidentalmente in quanto, prima di utilizzarlo bisogna liberarlo. Questo è particolarmente importante se si portano le bombole ad una quota superiore alla massima profondità in cui la miscela di gas che contengono può essere respirata.
- L'intera procedura del cambio della miscela di gas deve essere eseguita passo dopo passo, senza tralasciare nulla.
- Non si deve mai essere superficiali nella fase di posizionamento e di cambio della miscela di gas, bisogna prestare molta attenzione a quello che si sta facendo. Non lasciarsi distrarre. Pensare attentamente a cosa si sta facendo.

## → CONDIZIONAMENTO DEL SIFONE E DEL POST-SIFONE

### LA SAGOLATURA – PRINCIPI BASE

La sagolatura è l'operazione più importante e delicata che si effettua quando si penetra all'interno di una grotta sommersa. Nella attività speleosubacquea è naturalmente l'elemento fondamentale per garantire la sicurezza, analogamente nell'ambito delle attività di soccorso la sagola rappresenta l'elemento di continuità con il mondo esterno per cui a maggior ragione il sistema complessivo deve essere assolutamente affidabile. Oltre quindi alla messa in opera ed a quanto successivamente si dirà, la sagola per interventi di soccorso speleosubacqueo è di colore bianco, diametro di 4 mm, eventualmente evidenziata (si valuta di volta in volta, con luci chimiche tipo starlight), con assetto negativo.

La sagola, ben ancorata in alto, deve emergere nettamente per qualche metro oltre il punto di immersione ed emersione: l'acqua torbida o l'innalzamento improvviso del livello idrico, possono nascondere alla vista il filo che riporterà il sub verso l'uscita.

Nelle vasche di accesso esterne (molto comuni nelle maggior parte delle risorgenze), è invece più prudente operare inversamente a quanto appena scritto: durante l'immersione, uno spettatore disattento o il trafficare degli speleosub, possono strappare l'attacco principale della sagola. In questo caso è prudente iniziare la stesura del filo subito sotto la superficie dell'acqua. È sempre buona norma, comunque, una volta in acqua, fissare la sagola con un elastico ad un sasso, uno spuntone di roccia ecc, subito dopo l'ancoraggio principale.

Dentro le gallerie bisogna rispettare lo spazio di progressione, per evitare i continui attraversamenti del filo che rendono fastidiosa, e talvolta pericolosa, la progressione, sia con le pinne sia quando si utilizza uno scooter subacqueo (Diving Propulsion Vehicle). Nei capitoli successivi verrà affrontato più diffusamente questo argomento.

Occorre frazionare la sagola regolarmente e spesso: in caso di rottura sarà più facile ritrovarla grazie alle corte distanze tra gli ancoraggi. È preferibile fissare la sagola ogni 5-10 m, secondo l'andamento del sifone, la sua lunghezza, la limpidezza dell'acqua. Evitare assolutamente che il filo sfregi sulla roccia, sicura causa di rotture; in corrispondenza delle curve, ancorare la sagola subito prima e subito dopo.

- Evitare i cambiamenti di quota se non sono motivati dalla morfologia delle gallerie.

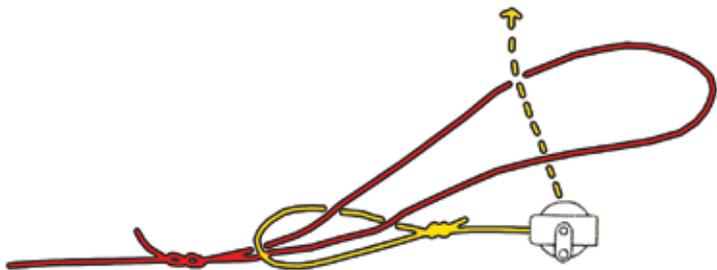


fig 9.5 Unione di due sagole.

- Non tornare indietro senza prima fissare la parte finale della sagola o ribobinarla: il filo flottante può diventare molto pericoloso in tutte le situazioni.
- Tendere moderatamente la sagola, senza esagerare. Non lasciarla comunque floscia, facilmente potrà impigliarsi nelle pinne, nelle bombole, nell'elica dei DPV o nelle altre attrezzature trasportate; inoltre, è più esposta a sfregamenti sulla roccia.

Quando bisogna sostituire una parte della sagola, la giunzione tra le sagole dovrà essere fatta con un nodo affidabile (fig. 9.5). Quando il vecchio filo è diventato insicuro, non va doppiato ma sostituito integralmente. Gli intrecci tra più sagole, vecchie e nuove, costituiscono una ragnatela mortale. In caso di intervento la sagola va totalmente sostituita con una nuova.

### La posa

La stesura della sagola guida può essere fatta da soli o in coppia. I tanti motivi che fanno preferire una tecnica rispetto all'altra sono influenzati dalle situazioni contingenti e dalle caratteristiche del sifone.

#### Da soli

Durante le punte esplorative si è sovente da soli, quindi si è responsabili di tutte le operazioni di sagolatura. Talvolta è necessario voltarsi indietro molto spesso per perfezionare gli ancoraggi. Durante la realizzazione di questi è preferibile piazzarsi a 90° rispetto all'asse della galleria, ciò permette di avere una migliore visione dello spazio di progressione in andata e in ritorno, oltre che rendere più agevole il lavoro. Dovendo eseguire simultaneamente due diverse operazioni, stesura del filo e suo ancoraggio, lo speleosub deve avere con sé elastici a sufficienza, bussola, cesoie e svolgisagola (reel), disposti correttamente lungo il corpo, onde evitare ingarbugliamenti e confusione. La sagolatura di un sifone in solitaria allunga i tempi di progressione anche di 2/3.



Una corretta sagolatura risulta tesa, ben al di sopra del fondo, e lascia lo spazio di progressione.

*In coppia*

In due le operazioni sono più veloci e generalmente meglio eseguite, ma richiedono affiatamento. Mentre il primo stende la sagola, il secondo realizza gli ancoraggi, approfittando anche delle luci del compagno che indicano l'asse di progressione e illuminano la morfologia della grotta. È importante non perdersi di vista e stare sempre a contatto di luce; uno dei rischi possibili è che per ancorare meglio la sagola occorra spostarla rispetto alla direzione presa da chi la stende, impigliandola sovente nelle sue pinne.

**Lo spazio di progressione**

Durante la posa della sagola guida bisogna impegnarsi nel realizzare un ideale corridoio di progressione che permetta l'agevole e libero passaggio dello speleosub, anche a bordo di un DPV, conservando sempre la stessa posizione in rapporto al filo (fig. 9.6). Evitare quando possibile di stendere la sagola tagliando la galleria (fig. 9.7). La buona esecuzione dovrebbe consentire al subacqueo il ritorno nelle migliori condizioni, anche nell'oscurità totale (visibilità nulla, panne dell'illuminazione), senza trovare ostacoli. Sarà facile ricordare, per es., che se all'andata il filo stava a destra in basso, al ritorno sarà a sinistra in basso. Nel caso di errori di percorso a visibilità ridotta o nulla, il problema sarà presto individuato a causa del cambiamento di mano sulla sagola.

Infine, in caso di rottura del filo, la ricerca sarà orientata verso una zona ben definita, agevolando le successive tecniche di ricerca.

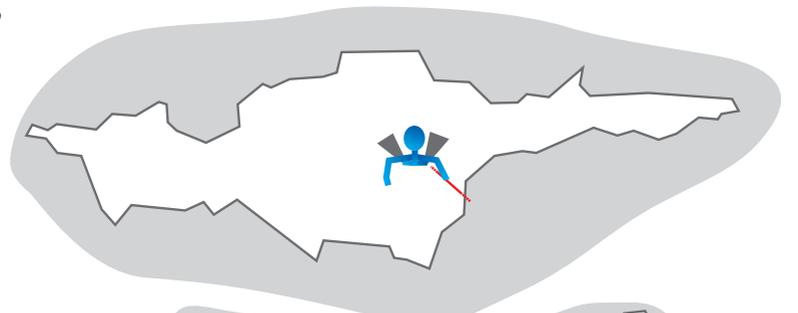
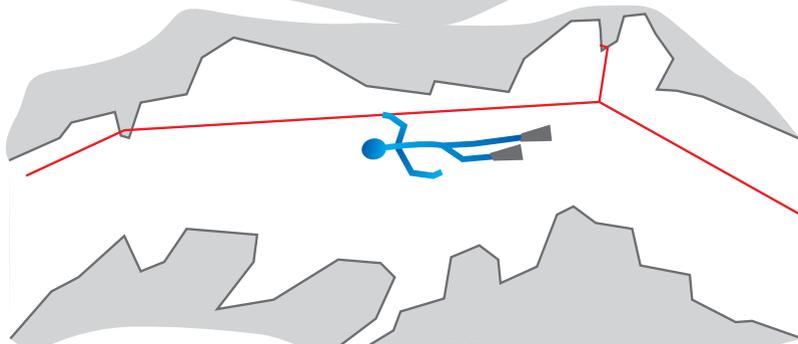
*sezione**pianta*

fig 9.6 Corretta esecuzione della sagolatura

Nelle lunghe distanze, velocità e ritmo di progressione diventano migliori. Nei sifoni difficili, questi aspetti, facilità di progressione e ritmo, aiutano a trovare la concentrazione e la serenità necessarie.

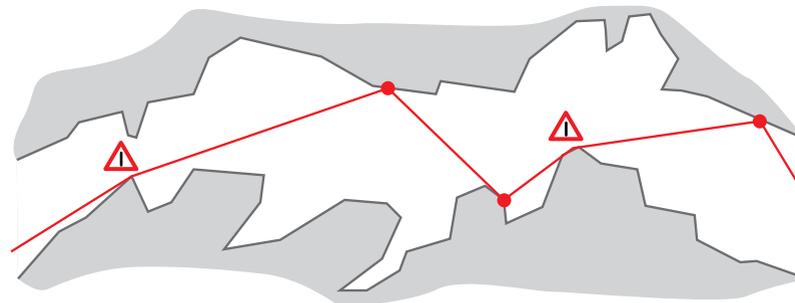
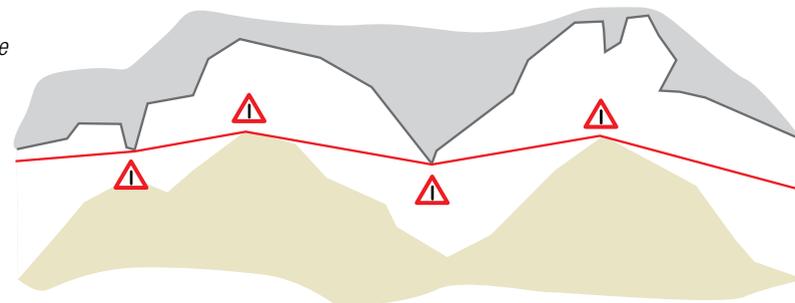
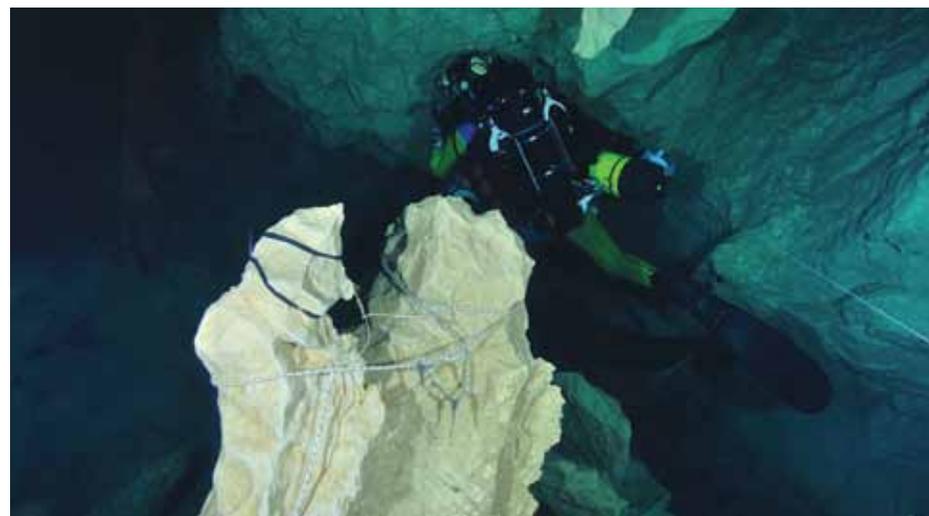
*pianta**sezione*

fig. 9.7 Sagolatura pericolosa



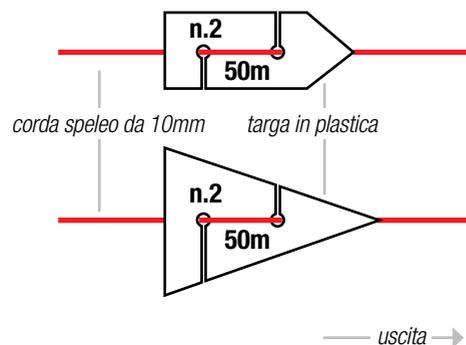
La presenza di precedenti sagole risulta estremamente pericolosa e richiede da parte degli speleosub un'attenta bonifica.

## La marcatura della sagola

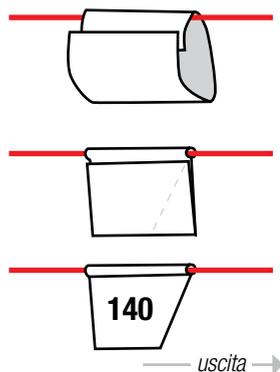
La sagola deve essere contrassegnata con targhette indicanti la distanza percorsa e la direzione di uscita.

Esistono diversi sistemi oramai universalmente adottati; i più comuni prevedono l'utilizzo di etichette rigide in PVC o realizzate in nastro adesivo colorato, solitamente bianco o giallo, dove sono indicate con un pennarello indelebile la distanza progressiva e una freccia indicante il senso di uscita. Quest'ultima può essere segnalata anche con un taglio obliquo sul nastro adesivo, accorgimento che permetterà di trovare la giusta direzione al tatto, anche con visibilità nulla.

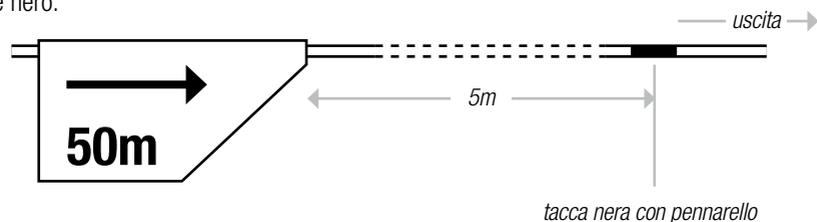
targhette rigide



targhette di nastro adesivo



Le etichette vanno messe ogni 10 m, è consigliabile, comunque, indicare anche le distanze intermedie, ogni 5 metri, con un segno effettuato direttamente sulla sagola con un pennarello indelebile di colore nero.



## I materiali per sagolare

Il reel, la cesoia e la bussola costituiscono la trilogia vitale della sicurezza e sono da considerarsi inseparabili, tanto il loro impiego è complementare ed associato.

### Lo svolgisagola primario

È l'inseparabile e indispensabile strumento dello speleosub; con esso si stende la sagola e la si recupera. È importante che il filo possa scorrere senza attriti e senza fuoriuscire dalle guide.

Esistono in circolazione una miriade di modelli, non tutti robusti e/o affidabili. Dovrebbe essere in grado di contenere da 150 a 300 m di sagola di 2,5 mm di diametro (4 mm in caso di soccorso).

È importante fornirlo di una dragona per assicurarlo al polso, costituita da un anello elastico, e di un moschettone di trasporto.

Durante le operazioni di bobinamento della sagola, evitare di riempire il reel sino al massimo della sua capacità, serrando le spire della sagola: recuperare completamente il filo in acqua sarà impossibile a causa dell'aumento di volume.

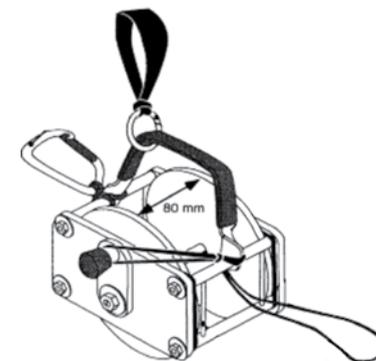
### Lo svolgisagola di soccorso

I reel di soccorso sono altrettanto indispensabili, soprattutto lungo un percorso già attrezzato; esso serve per le manovre di autosoccorso e la ricerca della sagola guida principale quando si perde il contatto con essa, ragione per cui è imperativo tenerlo sempre addosso e a portata di mano.

Normalmente sono riempiti con circa 50 o più metri di filo da 1,5 o 2 mm di diametro; è consigliabile averne con sé almeno 50 m.

È importante verificare in superficie (o a casa...) il loro funzionamento, omettere questa operazione può costare molto caro: quando servirà, lo si potrebbe trovare bloccato e/o inservibile.

La scelta del modello dovrà orientarsi tra quelli non troppo piccoli o poco ergonomici: essi devono poter essere manipolati con i guanti, anche in situazioni di stress e di visibilità nulla.



*I sacchi tubolari in PVC*

Le sagole di grosso diametro (corde e cordini da 5mm e oltre) vanno trasportate e stese con l'ausilio di un sacco tubolare in PVC, come quelli usati per l'attività speleologica.

La sagola va filata all'interno del sacco come una corda statica, realizzando le spire con molta attenzione per evitare aggrovigliamenti. È di vitale importanza assicurare la corda agli anelli del sacco con una gassa inseguita, per impedire lo svincolo dallo speleosub.

Lo zaino ideale deve essere stretto e alto, non molto grande, con una maniglia esterna sul fondo. Dei robusti elastici di camera d'aria infilati sul corpo dello zaino serviranno a ridurre il volume e tenere aderenti le sue bretelle, precedentemente tese. Il sacco si vincola con un moschettone chiuso sulla maniglia del fondo ai D ring alti del GAV. Attraverso l'imboccatura dello zaino, regolata mediante i suoi legacci, la sagola fuoriuscirà dal basso, preferibilmente accompagnata e diretta dalla mano dello speleo sub.

Se lo zaino pesa troppo a causa del suo contenuto (per es. con 400-500 m di cordino da 5 mm) è preferibile equilibrarlo con elementi galleggianti sgonfiabili.

*Organizzazione delle attrezzature*

Un efficiente utilizzo delle attrezzature di sagolatura presuppone una corretta organizzazione della loro disposizione. Per un destro, lo svolgisagola deve essere tenuto con la dragona sul polso sinistro, e le cesoie fissate sul braccio destro con il manico verso la mano, assicurata con un corto e fino spezzone di elastico tubolare. Questo per evitare confusione e grovigli tra la dragona del reel e il cordino di sicurezza della cesoia.

*La sagola*

La sagola guida più utilizzata, per la normale progressione, è quella in filo di nylon tra i 2 e i 3 mm di diametro, di colore visibile (bianco), non galleggiante, nuova e verificata prima dell'uso. La sua durata è di circa tre anni in acque generalmente calme. Per gli interventi di soccorso è prevista di 4 mm.

In alcune grotte soprattutto con forte corrente o acque turbolente, possono ritrovarsi anche cavi di acciaio inguainati (attenzione! rotti possono rivelarsi molto pericolosi: è indispensabile avere con sé una cesoia con una lama battente su una base piatta e non una forbice a due lame) o, preferibilmente, corde statiche per potersi così tirare al ritorno anche con l'ausilio di bloccanti. La linea così realizzata, fissata e tesa con fittoni, chiodi da roccia, spit ecc., diventerà pressoché permanente.

Le sagole galleggianti possono rivelarsi molto pericolose: flottando in acque torbide possono non essere individuate dallo speleosub che se le ritroverebbe avviluppate su pinne e attrezzature. Analogamente le sagole costituite da fili da pesca o di acciaio possono diventare trappole mortali.

**Gli ancoraggi**

Per ancorare la sagola guida si utilizzano diverse tecniche, messe a punto per affrontare tutte le situazioni che si possono incontrare in grotta, determinate dalla natura della roccia, dalla morfologia delle condotte ecc.

*Ancoraggi con la sagola*

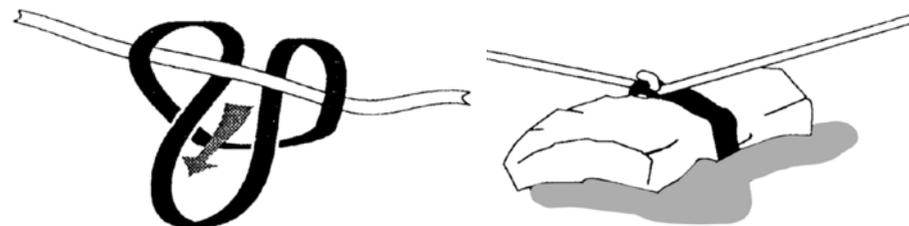
È la tecnica più difficile da apprendere, ma è anche la più importante, nonostante le altre non dispensino certo dal fare i nodi. L'ancoraggio è confezionato direttamente con il filo, sul quale si realizza una gassa o un nodo barcaio. Non bisogna effettuare mai solamente delle spire intorno all'attacco naturale (spuntone, stalagmite o roccia), esse potrebbero dipanarsi, facendo fluttuare pericolosamente la sagola. I nodi con gassa sono i migliori, in quanto in caso di rottura, consente di mantenere l'integrità della linea.

Questa tecnica presenta l'inconveniente che accorcia le distanze segnate sulle targhette, ma nel soccorso questo problema è relativo se resta confinato complessivamente a qualche metro, in quanto generalmente non si eseguono rilievi topografici. La progressione dei soccorritori deve essere garantita nella parte superiore della galleria (la sagola deve stare sotto e non sopra agli speleosub).

*Ancoraggi con gli anelli elastici*

Questo metodo è il più veloce e facile da utilizzare. Chi si occupa degli ancoraggi, deve portarsi appresso un'abbondante dotazione di elastici di differenti misure (oltre a quelli necessari per l'auto-soccorso), da utilizzare senza risparmio.

Gli elastici più usati e duraturi sono quelli ricavati dalle camere d'aria di pneumatici; essi vengono adoperati bloccandoli con una bocca di lupo sulla sagola, per poi ancorarli sugli spuntoni di roccia, sulle concrezioni, sui sassi ecc.



La sagola diventa così più elastica in corrispondenza degli ancoraggi, assorbendo le eventuali sollecitazioni dovute alle piene, alla corrente, alle trazioni degli speleosub; evita lo sfregamento diretto sulla roccia e non accorcia la linea rispetto alle distanze indicate nelle targhette. Evitare di mettere la sagola tra l'elastico e l'ancoraggio.

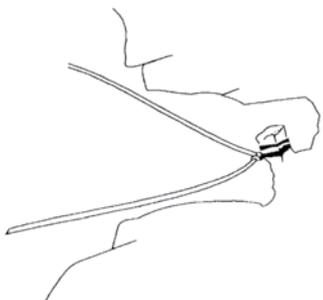


*Ancoraggi correttamente eseguiti*

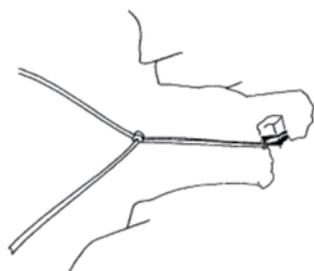


*Ancoraggio della sagola non corretto*

Se l'ancoraggio è distante dall'asse scelto per la stesura del filo, occorre creare una gassa con la stessa sagola per costruire una deviazione.



*Ancoraggio da evitare*



*Ancoraggio corretto*

Gli elastici si possono trasportare in piccoli fasci infilati su un moschettone, oppure fissati direttamente sul braccio opposto a quello che trasporta il reel.



*nodo a bocca di lupo*

*da 6 a 9 elastici ben allineati*



*nodo a bocca di lupo*

*è sufficiente tirare per estrarre l'elastico*

### Ancoraggi artificiali

La messa in opera di una corda guida, di un cavo di acciaio o di una linea importante di decompressione, comporta l'utilizzo di chiodi ad espansione (spit), chiodi da roccia o fittoni metallici. Per l'infissione sulla roccia dei chiodi, è indispensabile usare un martello pesante, di almeno un chilo, in corrispondenza di un indispensabile buon appoggio per il sub. Un martello più leggero renderà il lavoro più lungo e faticoso.

I trapani ad aria sono poco indicati in quanto poco efficaci e consumano molta aria.

### La sagolatura con i DPV (Diving Propulsion Vehicle)

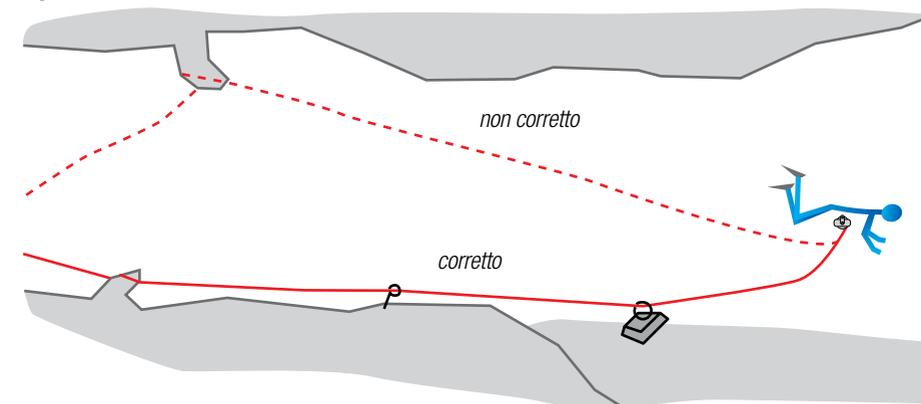
La sagolatura di un sifone può essere diversa, con differenti problemi, secondo che si progredisca con le pinne o con DPV.

Con le pinne il filo è disposto il più vicino possibile al soffitto per evitare qualche metro di profondità e prolungare l'autonomia.



*Sagolatura non corretta che provoca la perdita dell'ancoraggio.*

Con il DPV, si ha tutto l'interesse a stendere il filo sul fondo della galleria o sulla parte bassa di una parete, possibilmente sempre sullo stesso lato per conservare lo spazio di progressione. Il campo visivo dello speleosub motorizzato è rivolto naturalmente in avanti e verso il basso, soprattutto quando si utilizzano veicoli con i comandi anteriori (tipo Aquazepp). Lo speleosub può così progredire uno o due metri sopra il filo, guardando sul prolungamento del corpo, senza dover cabrare od effettuare contorsioni per controllare la sagola, azioni che potrebbero portarlo ad impattare contro degli ostacoli.



Se il fondo è eccessivamente in basso, è consigliabile posare la sagola qualche metro sotto il soffitto, preferibilmente accostata ad una parete.

Comunque, quando si utilizza un DPV, qualche metro di quota perduto nelle gallerie profonde non provoca grandi conseguenze: il subacqueo è meno sensibile alla narcosi a causa del minor consumo di gas. È sempre importante prevedere dei solidi ancoraggi lungo la sagola, dove in sicurezza si potranno abbandonare le bombole relais e il DPV.

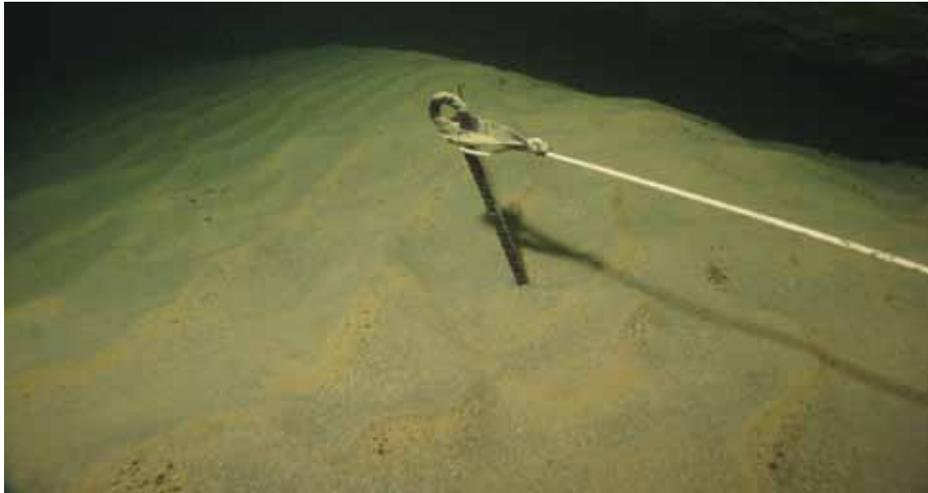
Al ritorno, in acqua torbida, è consigliabile seguire il filo con una mano (azione possibile anche a bordo di un DPV); in questa eventualità è imperativo curare attentamente la sagolatura, tensionandola per bene ed usando tecniche alternative agli elastici per evitare che il filo disancorandosi finisca sull'elica.

Ovviamente bisogna evitare di stendere la linea su un suolo fangoso, perché le eliche del DPV solleverebbero nuvole di sedimento. È altrettanto importante non lasciare sul posto spezzoni di sagola flottanti che possono impigliarsi nell'elica.

### Sagolatura su fondali sabbioso/limosi

Nell'ambito della sagolatura di soccorso e/o comunque di sagolature predisposte per restare in loco per tempi più o meno lunghi, la Commissione Speleosubacquea ha messo a punto un particolare ancoraggio che consente di operare anche su fondali fangosi e/o sabbiosi nei quali risulta difficile predisporre un ancoraggio efficace.

Si tratta di un elemento modulare costituito da una barra filettata, da un piattello, da bulloni e da un golfare. Il tutto può essere montato direttamente in loco e dà garanzie di tenuta anche su lunga durata in condizioni di forti piene.



*Ancoraggio in fondale sabbioso con dune.*



## → LA BONIFICA DEI SIFONI

Bonificare i sifoni è un'operazione irrinunciabile quando si riequipaggia il percorso subacqueo, sostituendo la vecchia sagola, rimuovendo il filo rotto dalle piene o, semplicemente, per lasciare il sifone così come lo si è trovato.

Troppo spesso i sifoni sono mal attrezzati, con sagole in cattivo stato, rotte, talvolta doppie o triple, con direzioni caotiche; un'abitudine irresponsabile che pregiudica la sicurezza di tutti.

È buona norma ripulire la grotta ribobinando la sagola guida, ancora prima che divenga inaffidabile: questo è molto più facile e meno pericoloso. Esistono diverse tecniche per recuperare le vecchie sagole, alcune sono pericolose, altre più sicure, ma nessuna è perfetta. Recuperare la sagola guida resta una manovra delicata e fastidiosa, soprattutto con quelle vecchie.

### Tecniche di recupero estemporanee

In caso di necessità contingenti, si può recuperare la vecchia sagola in un sacco, oppure arrotolarla attorno ad una bottiglia di plastica. Questi sistemi vanno utilizzati con molta prudenza ed in casi dove la situazione che si presenta allo speleo sub presenta rischi inaccettabili.

Si può anche tagliare la sagola sul posto in piccoli pezzi, non più grandi di 50 cm, con l'aiuto delle cesoie. Questo metodo è efficace per eliminare uno spezzone che flotta liberamente, ma è da evitare in assenza di corrente per non trasformare il sifone in un "piatto di spaghetti".

### Tecniche con svolgisagola

Per ripulire i sifone dai vecchi fili, lo svolgisagola costituisce il mezzo più sicuro ed efficace. Si può effettuare la pulizia lavorando in coppia o da soli.

#### In coppia

Nel frattempo che il primo stende la nuova sagola, il secondo, leggermente distanziato, ribobina la vecchia. Occorre restare sempre in contatto visivo e le due sagole non devono essere troppo vicine. In questa fase, il pericolo è che la sagola che viene recuperata si sposti dalla sua direzione, impigliandosi nelle pinne o nelle attrezzature di chi precede.

#### Da soli

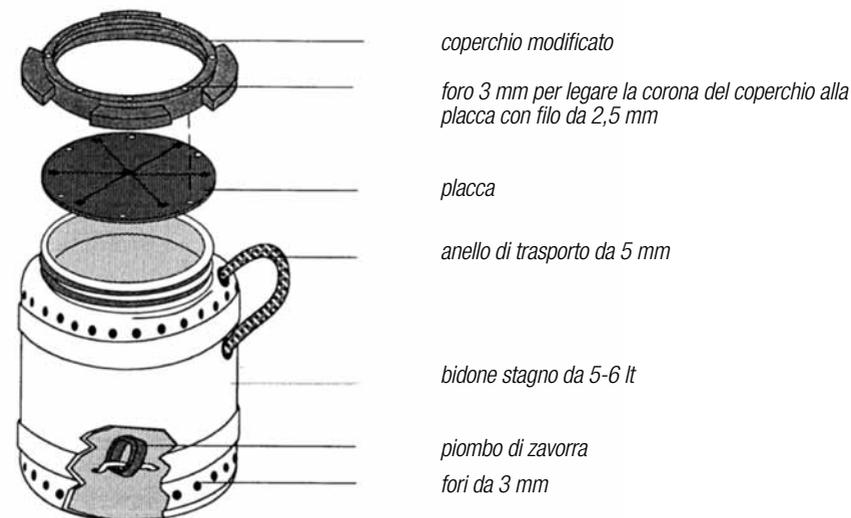
Quando si opera da soli, si stende la nuova sagola all'andata, non troppo lontana dalla vecchia e si ribobina quest'ultima al ritorno sul sagolatore vuoto, senza perdere di vista il nuovo filo. Un'altra tecnica consiste nel fare tutto all'andata con due svolgisagola; questo metodo è molto delicato ed esige grande capacità e attenzione.

### Tecnica con il bidone Bibige

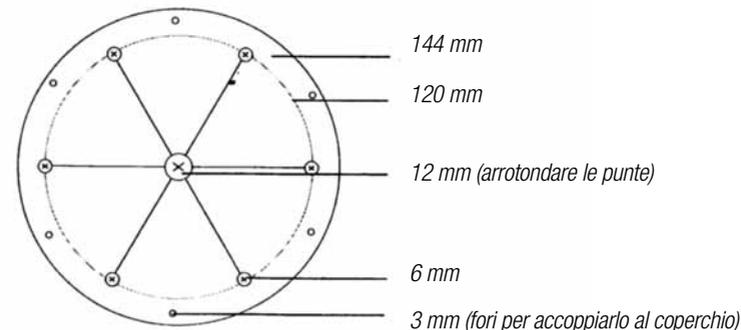
Il metodo è stato messo a punto da uno speleo sub francese, P. Bigeard detto Bibige. La vecchia sagola viene raccolta e compattata in piccoli gomitoli e messa all'interno di un bidone stagno simile a quelli comunemente usati in speleologia per conservare all'asciutto viveri, pile, ecc., della capacità di 5-6 litri. Occorre modificare opportunamente il bidone per poterlo utilizzare durante la bonifica: il tappo viene

scoperchiato, tagliandolo lungo la corona filettata. Al posto del coperchio, viene apposta una placca circolare di polietilene da 1 mm, fissata alla corona filettata e tagliata radialmente per potervi passare gli spezzoni di sagola all'interno, impedendone la fuoriuscita. Il bidone è zavorrato all'interno con un piombo di circa mezzo chilo, anche costruito appositamente per lo scopo. Per equilibrarlo, è necessario praticare diversi fori per fare entrare l'acqua. Per il trasporto si realizzerà un anello di cordino per tenerlo fissato al corpo, dato che le mani saranno occupate con la cesoia e per mettere il gomitolo di sagola all'interno del bidone. Con questo sistema si può bonificare il sifone da qualsiasi filo o cavo, elastici compresi. Per realizzare il bidone si può fare riferimento al disegno più sotto. Si consiglia di arrotondare le punte dei tagli effettuati sulla placca in polietilene, diversamente ci si potrebbe ferire le dita.

### BIDONE BIGEARD



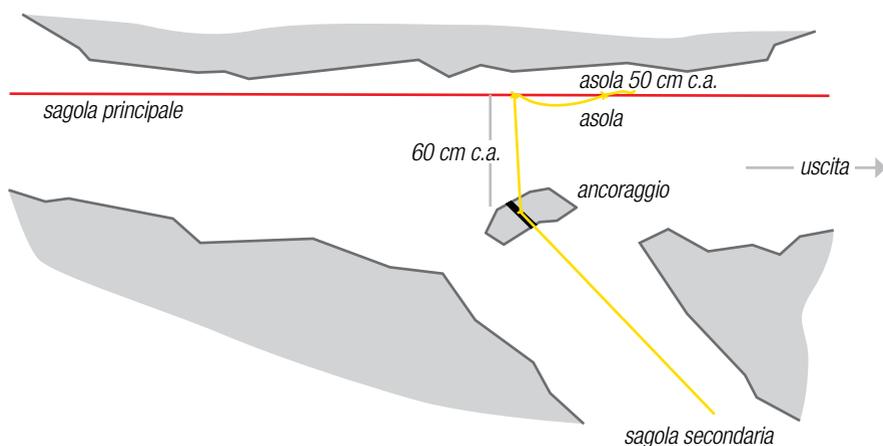
### PLACCA IN POLIETILENE spessore 1 mm



## → LA SAGOLATURA DEL RAMO LATERALE

Allo scopo di non creare pericolose confusioni tra la sagola guida principale e quella di un ramo laterale, occorre segnalare inequivocabilmente la direzione di uscita. Omettere di eseguire questa operazione significa esporsi a rischi mortali, soprattutto al rientro.

Uno dei metodi più sicuri consiste nel giuntare la sagola del ramo laterale alla sagola principale con un'ansa di filo lunga 50 cm circa, realizzandola a partire dall'incrocio, in direzione dell'uscita. Per confezionare l'ansa si possono utilizzare due nodi barcaioi. Dal secondo nodo, quello a valle, parte la sagola del ramo laterale. Grazie a questo sistema, al rientro dall'esplorazione della galleria secondaria, seguendo la sagola, in prossimità della giunzione, lo speleosub si troverà a procedere obbligatoriamente nel senso corretto di uscita indicato dall'ansa, anche con visibilità nulla.

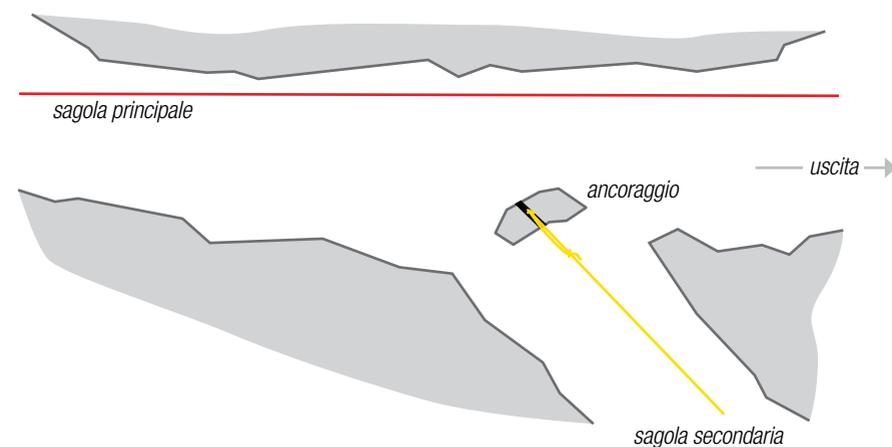


### Esecuzione

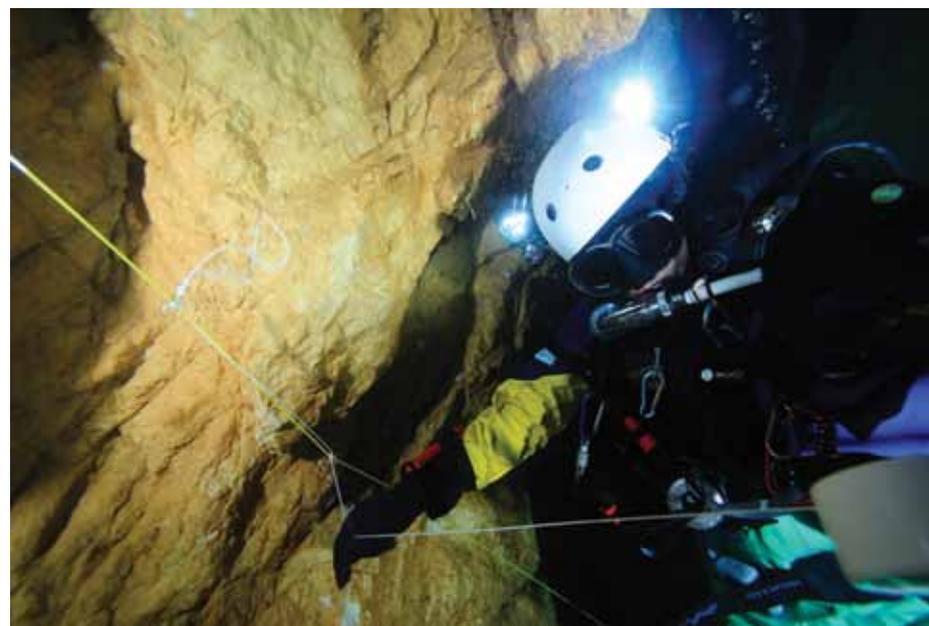
Subito dopo la giunzione, ad una distanza inferiore al metro (preferibilmente 50-60 cm), occorre fissare la sagola secondaria con un elastico su uno spuntone di roccia o su un grosso sasso, questo impedirà pericolose trazioni sul filo principale e consentirà di scollegarla provvisoriamente quando si sospendono le esplorazioni nel ramo laterale.

Infatti, se occorre lasciare sul posto la sagola del ramo laterale per riprendere le esplorazioni in un secondo tempo, bisogna obbligatoriamente scollegarla dal filo principale ed annodare il capo libero subito dietro il punto di ancoraggio creato, appunto, a qualche decina di centimetri di distanza. Lo spazio tra le due sagole così creato, eviterà pericolose confusioni e impedirà l'inoltro accidentale nel ramo laterale, soprattutto al ritorno. Data la piccola distanza, questa operazione si può fare anche con visibilità ridotta, senza perdere il contatto con la sagola principale. Analogamente, l'operazione può essere facilmente eseguita anche quando si reinstallerà la giunzione tra le sagole.

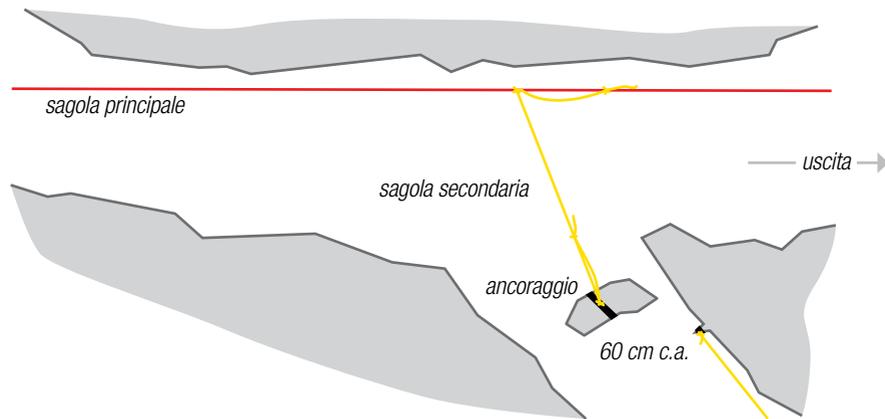
Se in corrispondenza dell'incrocio la morfologia della grotta non permette la realizzazione di questo tipo di connessione amovibile (per es. sul "vuoto" all'interno di grandi gallerie), occorre eseguire il



sistema non appena possibile, realizzandolo in maniera altrettanto sicura. Una volta disconnessa la sagola, deve essere ben evidente lo spazio libero e la possibilità di ricreare la continuità senza perdere il contatto con il filo che riporta all'uscita. Mai lasciare la sagola per trovare la sua prosecuzione verso l'interno.



Sagolatura del ramo laterale.



Se in un ramo laterale già sagolato non esiste nessuna segnalazione, onde evitare pericolose confusioni, occorre lasciare all'incrocio quantomeno un elastico, ben serrato, indicante il senso dell'uscita.

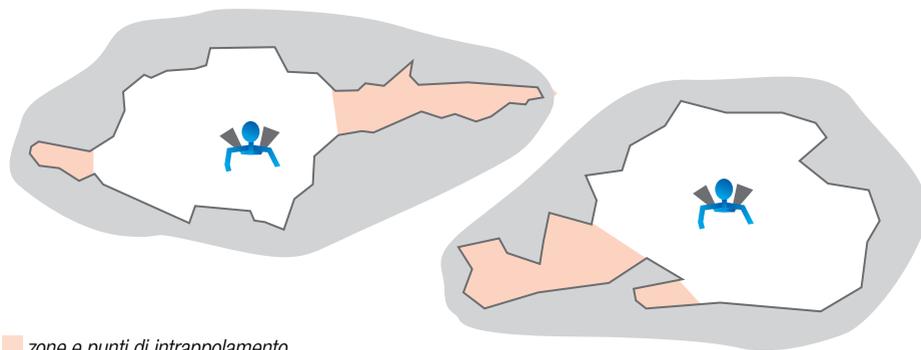
### LE SEZIONI TRAPPOLA

Durante la sagolatura di una grotta sommersa, operazione solitamente condotta in solitaria, può accadere che il percorso che si è attrezzato all'andata presenti ostacoli impossibili da superare al ritorno: il filo scompare passando in una minuscola fessura; il laminatoio dove si transitava agevolmente è diventato un autentico incubo. La riduzione della visibilità può infine aggravare una situazione già di per sé preoccupante, nonostante sia stata fatta una sagolatura all'apparenza perfetta. Si tratta di una cosiddetta sezione trappola: è il caso tipico di un laminatoio o di una diaclasi dove solo una parte è percorribile.

All'andata, durante la confezione degli ancoraggi e il tensionamento della sagola, il filo si è spostato dall'asse originale (possibilità molto frequente quando per es. si taglia una curva) e si ritrova nella sezione più stretta della galleria, lontano dallo spazio di progressione.

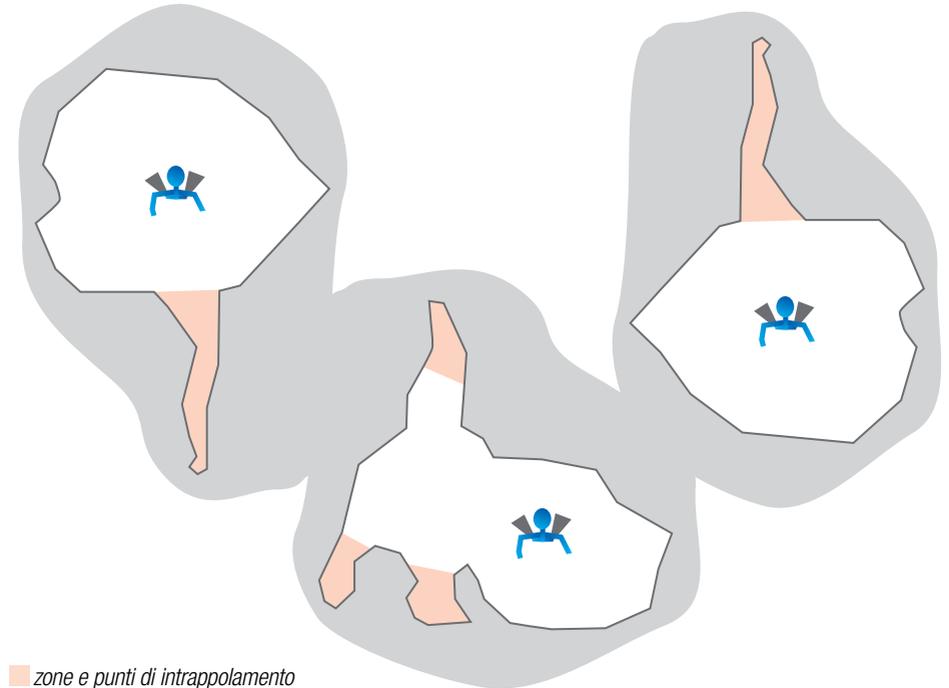
Si possono distinguere diversi tipi di sezione trappola:

- **ORIZZONTALI:** gallerie in interstrato, laminatoi, condotti che presentano fessure laterali.



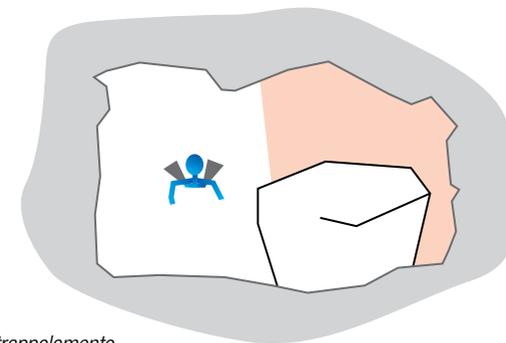
zone e punti di intrappolamento

- **VERTICALI:** diaclasi strette sul pavimento o sul soffitto



zone e punti di intrappolamento

- **GLI OSTACOLI NATURALI:** la zona di intrappolamento è creata da un blocco di roccia, da una frana o da concrezioni.



zone e punti di intrappolamento

Ovviamente gli esempi illustrati e descritti sono solo indicativi, in quanto esistono molti altri tipi di sezioni trappola in funzione della natura dei sifoni. È evidente che queste pericolose situazioni possono essere evitate solamente con un'attenta sagolatura, seguendo rigorosamente i sistemi illustrati in altra parte di questo manuale.



L'errata sagolatura ha portato il filo guida ad un punto di intrappolamento (sezione trappola), sotto ad un blocco dove il sifone risulta impercorribile.

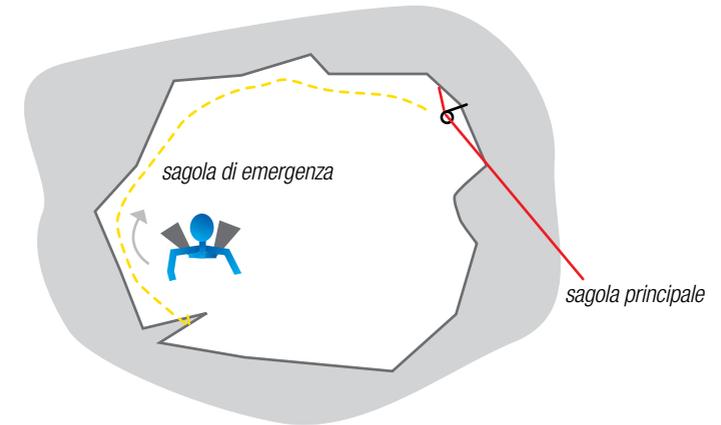
## → RICERCA DELLA SAGOLA

Qualora si dovesse perdere il contatto con la sagola guida principale, a causa di visibilità ridotta o nulla, eventualità comunque possibile anche con buona visibilità lungo gallerie con grandi sezioni irregolari, occorre ritrovarla nel più breve tempo possibile con operazioni efficaci e veloci.

Gli speleosub francesi hanno messo a punto due diverse tecniche: la ricerca circolare (oramai utilizzata solamente in gallerie con piccole sezioni) e quella conica (più idonea ed efficace della prima).

### LA RICERCA CIRCOLARE

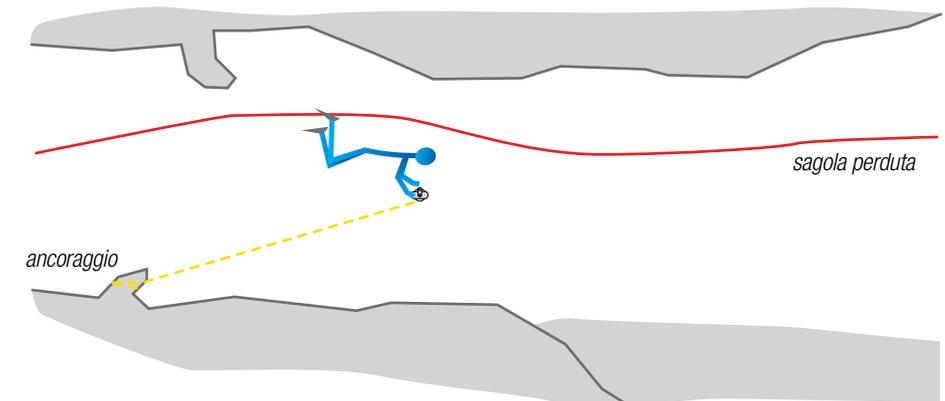
Una volta perso il contatto con la sagola principale e verificata in breve l'inutilità della sua ricerca visiva, occorre trovare un punto sicuro di ancoraggio per la sagola di soccorso (uno spuntone di roccia, una stalagmite, un grosso masso...). In mancanza può essere utilizzato un piombo della propria cintura, valutando tempi e rischi dell'operazione. Fissata la sagola, si percorre tutta la sezione trasversale della galleria stando pressochè attaccati alla parete, compiendo un cerchio che si chiuderà in corrispondenza del punto di partenza. All'interno del cerchio dovrebbe essere rimasta intrappolata la sagola principale. Si recupera quindi la sagola di soccorso sullo svolgiasagola, esercitando una leggera tensione; dovrebbe sentirsi subito una certa resistenza dovuta al contatto con la sagola principale. Raggiunto il punto di resistenza, prendere contatto con la sagola principale, controllare la direzione di uscita con la bussola o le targhette sulla sagola, tagliare la sagola di soccorso qualora sia impossibile recuperarla senza correre i rischi legati all'autonomia residua, ed uscire.



Con questo metodo, in caso di visibilità ridotta o nulla, si corre il rischio di non procedere lungo un circolo, mancando così il punto di partenza, oppure si potrebbe percorrere la galleria parallelamente ad essa e lungo una parete, pensando di effettuare un percorso circolare.

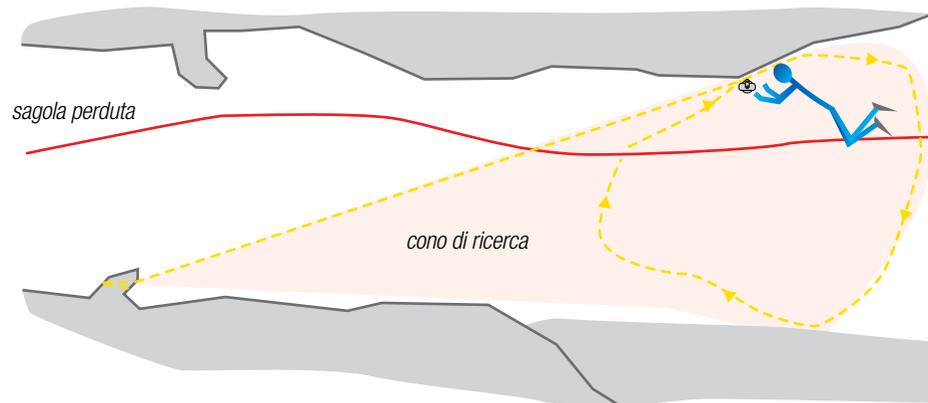
### LA RICERCA CONICA

Nel secondo metodo, molto più efficace, una volta perso il contatto con la sagola principale e verificata in breve l'inutilità della sua ricerca visiva, occorre trovare un punto sicuro di ancoraggio per la sagola di soccorso (uno spuntone di roccia, una stalagmite, un grosso masso...). Anche qui in mancanza può essere utilizzato un piombo della propria cintura, valutando tempi e rischi dell'operazione. Sfilare la sagola di soccorso in una direzione qualsiasi per una lunghezza almeno doppia rispetto all'asse più grande della sezione della galleria (osservate sempre all'andata le dimensioni e caratteristiche della grotta, potrebbe sempre servire...). Così si è sicuri di stare lungo l'asse principale della galleria e non trasversalmente ad essa. Tenere necessariamente il filo sufficientemente teso.

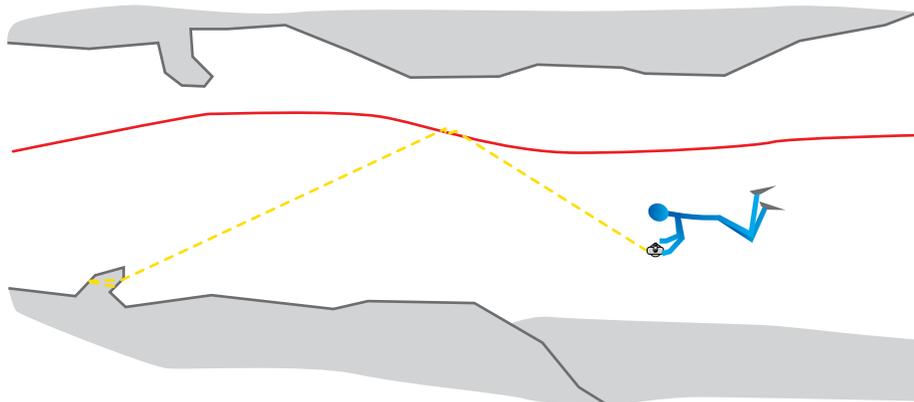


Dopo aver steso sagola sufficiente, bloccare lo svolgisagola e, mantenendo una buona tensione sulla sagola, percorrere la circonferenza della galleria, stando ben attaccati alla parete.

La sagola di soccorso avrà alla fine tracciato un cono, all'interno del quale, se la manovra è stata eseguita correttamente, è rimasta intrappolata la sagola principale.



Riavvolgere la sagola di soccorso sino a trovare il punto di incrocio, prendere contatto con la sagola principale, controllare la direzione di uscita con la bussola o le targhette sulla sagola, tagliare la sagola di soccorso qualora sia impossibile recuperarla senza correre rischi legati all'autonomia residua ed uscire .



*La scarsa visibilità richiede un'attenta sagolatura e la predisposizione di numerosi ancoraggi.*



## → 9 LA PATOLOGIA NELLA IMMERSIONE SPELEOSUBACQUEA



In galleria.

Anche chi è in possesso di un semplice brevetto per la subacquea ricreativa ha acquisito elementi inerenti i principali capitoli riguardanti la fisiologia e la fisiopatologia dell'immersione; la conoscenza di tali problematiche diviene a maggior ragione importante quando, abbandonato un ambito puramente ricreativo, ci si avvicina alle cosiddette immersioni tecniche e diventa imprescindibile nella pratica della subacquea in un ambiente difficile e complesso come quello delle immersioni ipogee. Riepiloghiamo quindi sinteticamente in questo capitolo le principali problematiche sanitarie legate all'immersione, con particolare riguardo all'immersione in grotta ed al soccorso in ambito speleosubacqueo, rimandando ai testi specifici di medicina iperbarica per una trattazione approfondita.

### → LA PREPARAZIONE FISICA COME BASE DELLA PREVENZIONE DEGLI INCIDENTI

L'attività speleosubacquea richiede spesso uno sforzo fisico molto intenso e prolungato. Gli ingressi delle grotte possono aprirsi in alta montagna, a grande distanza dalle autovetture, e i sifoni di complessi carsici lunghi e profondi sono, a volte, a molte ore di difficile progressione dall'ingresso. Oltre a questo, gli "sherpa" che gentilmente ci supportano non sempre sono sufficienti al trasporto della grande quantità di attrezzature che l'immersione richiede e questo può costringere lo speleosub ad un carico di lavoro supplementare.

E va da sé che nei tratti aerei tra un sifone e l'altro si dovrà comunque progredire con decine di chili di materiali sulle spalle, indossando mute subacquee che rendono ancora più faticosi i movimenti.

Per questo motivo è necessario che per la propria sicurezza gli speleosub abbiano un fisico ben allenato. In caso contrario la stanchezza può influire pesantemente sulla lucidità di chi si trova ad affrontare situazioni di stress ed emergenza e rendere rischiosa anche la normale progressione. Inoltre uno scarso allenamento psico-fisico aumenta la probabilità di entrare in affanno (tachipnea con ipoventilazione funzionale), una condizione pericolosa soprattutto per il sub che utilizza apparecchiature a circuito chiuso, nelle quali l'eliminazione della  $CO_2$  espirata è in relazione alla capacità di assorbimento del filtro del rebreather. Un aumento della concentrazione di  $CO_2$  nel sangue (ipercapnia), associata alla riduzione dell'ossigenazione (ipossia), crea in immersione una condizione di rischio potenzialmente letale.

Una insufficiente ventilazione può essere dovuta a vari motivi:

- somministrazione di ossigeno ad alta pressione che deprime lo scambio gassoso;
- uno sforzo fisico che provoca un aumento della produzione di  $CO_2$ ;
- una risposta ventilatoria non adeguata all'esercizio fisico.

**IPERCAPNIA**PCO<sub>2</sub> arteriosa sopra 50 mmHg**sintomi**

Cefalea  
 Acidosi respiratoria  
 Tremori muscolari  
 Alterazione della coscienza sino al coma

**IPOSSIA**PO<sub>2</sub> arteriosa sotto 60 mmHg**sintomi**

Scarsa concentrazione  
 Scarso controllo  
 Incapacità ad eseguire compiti particolari  
 Sonnolenza  
 Debolezza  
 Cianosi  
 Perdita di coscienza

**LA VISITA MEDICA DI IDONEITÀ ALLE ATTIVITÀ SUBACQUEE**

Per i membri della Commissione Speleosubacquea del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico una volta all'anno è obbligatoria la visita medica per l'idoneità alle immersioni. In generale tale visita medica di idoneità dovrebbe ritenersi vincolante per chiunque pratichi l'attività speleosubacquea.

La visita medica di idoneità comprende:

- controllo di carattere generale
- spirometria
- elettrocardiogramma (ECG) sotto sforzo
- controllo di orecchio, naso e gola ed eventuali test di funzionalità vestibolare (l'organo dell'equilibrio nell'orecchio interno).

**LE PATOLOGIE****I barotraumi**

Il barotrauma è un danno causato all'organismo da un cambiamento della pressione.

La base fisiopatologica del barotrauma trova la sua spiegazione nella legge fisica di Boyle-Mariotte, che recita "... a temperatura costante la pressione di un gas è inversamente proporzionale al suo volume...", ovvero il prodotto della pressione per il volume è costante. Questa regola è applicabile anche al corpo umano, ed in particolare a quelle zone del nostro corpo in cui è presente un contenuto aereo. Le principali cavità che nel nostro corpo contengono aria e che costituiscono quindi un

possibile organo-bersaglio del barotrauma sono: i polmoni, l'orecchio, le cavità paranasali.

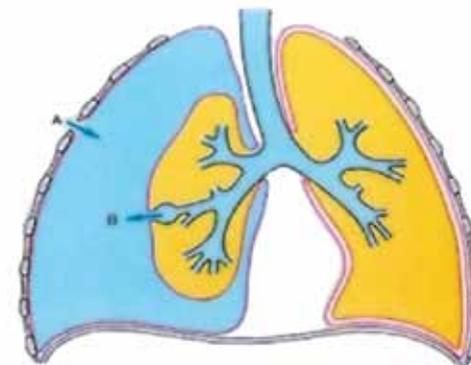
Per ciò che riguarda i **polmoni** il problema principale è legato all'espansione dell'aria contenuta in essi durante la risalita (se la glottide è chiusa) ed in particolare ad un'espansione così rapida da causare quella che viene definita sovradiestensione polmonare; questo incremento della pressione interna dei polmoni può arrivare a causare vere e proprie lacerazioni agli alveoli. La sintomatologia della lesione alveolare è essenzialmente il dolore toracico. Il problema si complica quando l'aria migra verso gli spazi esterni ai polmoni accumulandosi negli spazi interclusi (enfisema mediastinico) o permeando gli spazi sottocutanei (enfisema sottocutaneo). Altra evenienza da non trascurare, in caso di sovradiestensione, è il possibile ingresso dell'aria tra i due foglietti pleurici con conseguente pneumotorace (PNX).

Il caso più grave si verifica quando la sovradiestensione polmonare, interessando gli alveoli e i vasi polmonari, consente il passaggio di aria nel sangue e nella vena polmonare, questo costituisce la base per la patologia di maggiore gravità legata al barotrauma e cioè l'embolia gassosa arteriosa (EGA). Questa è una evenienza particolarmente temibile in subacquea, soprattutto nel caso non infrequente che le bolle aeree una volta entrate nel grande circolo sanguigno raggiungano il sistema nervoso, determinando sintomi neurologici differenti a seconda della entità delle bolle e dei territori interessati; la relativa sintomatologia può avere come primo sintomo una perdita di coscienza, ma anche paralisi, deficit motori e del sensorio, deficit mentali; le gravità di queste evenienze sono tali che prudenzialmente l'EGA deve sempre essere messa in cima alla lista delle possibili patologie di un subacqueo che manifesti sintomi neurologici entro 10 minuti dalla riemersione.

Per ciò che riguarda la terapia la sovradiestensione polmonare richiede normalmente un trattamento conservativo, mentre il PNX può richiedere un drenaggio toracico per facilitare la riespansione del polmone. Il trattamento dell'EGA richiede una veloce ricompressione in camera iperbarica. Ne consegue che qualora si sospetti tale patologia il recupero dell'infortunato dovrà avvenire nei tempi più veloci possibili onde poter instaurare precocemente la terapia ricompressiva.

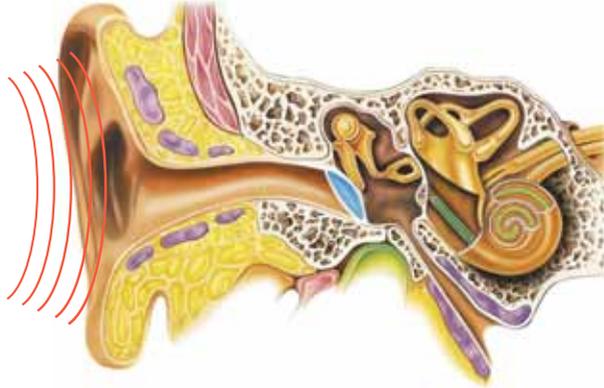
Il tipo di barotrauma più comune è quello che colpisce l'orecchio medio ed è legato ad un difetto nella compensazione della pressione tra ambiente esterno ed il comparto medio dell'orecchio, quello per intenderci compreso tra la membrana timpanica e la finestra ovale; nell'orecchio medio si trova la cosiddetta Tuba di Eustachio, un sottile canale che mette in comunicazione l'orecchio medio con il faringe. Le ostruzioni della Tuba sono il più frequente motivo della difficoltà di compensazione, che può avvenire durante la discesa, ma anche durante la fase di risalita, il cosiddetto blocco inverso.

Il sintomo principale del barotrauma dell'orecchio medio è un dolore acuto causato dalla solle-



citazione della membrana timpanica, con possibili diversi gradi di lesione della stessa sino ad arrivare alla perforazione.

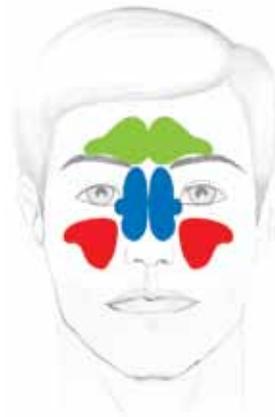
Di per sé la difficoltà di compensazione non dovrebbe costituire un serio problema: il subacqueo esperto sa di non dover forzare la compensazione durante la discesa, essendo più prudente risalire di qualche metro e riprovare con cautela per poi, se la manovra dovesse fallire, magari rinunciare all'immersione. Il problema in speleosubacquea è più complesso e può diventare un'autentica emergenza qualora l'impossibilità a compensare si manifestasse durante la fase di ritorno al di là di un sifone. Non esistendo una ricetta univoca per risolvere una situazione di questo tipo, particolare attenzione deve essere dedicata alla prevenzione: è buona norma evitare dunque le immersioni in caso di infiammazione delle vie respiratorie, non forzare mai la compensazione ma iniziare a compensare anticipando l'eventuale comparsa di fastidio o dolore.



In questo contesto l'uso degli spray decongestionanti nasali non è visto con favore dagli esperti, anzi, solitamente il loro uso è sconsigliabile, in considerazione della breve durata dell'effetto del farmaco e della concreta possibilità di una successiva comparsa di un peggioramento della sintomatologia.

Un capitolo strettamente legato ai barotraumi dell'orecchio medio è quello dei barotraumi delle cavità paranasali, ovvero un'ostruzione di quei piccoli canali che pongono in comunicazione i seni paranasali (seni mascellari, frontali, etmoidali e sfenoidale) e con le fosse nasali; il dolore in fase di discesa e/o di risalita costituisce anche in questo caso il principale sintomo di un barotrauma dei seni paranasali. Per esso nella pratica della speleosubacquea valgono le raccomandazioni e le cautele riguardanti soprattutto la prevenzione e già esposte per la patologia barotraumatica dell'orecchio medio.

Una condizione fortunatamente non frequente ma estremamente pericolosa in speleosubacquea è quella della comparsa di una vertigine alternobarica in risalita; questa patologia è causata da un disequilibrio nella stimolazione pressoria tra un orecchio e l'altro; la conseguente comparsa di una vertigine con disorientamento nello spazio (soprattutto nella capacità di riconoscere il basso dall'alto) può creare un rischio gravissimo se si realizza in un ambiente ipogeo sommerso, che già di per sé può comportare problemi di orientamento per la scarsa visibilità.



## Patologia da decompressione

Per patologia da decompressione (PDD) si intendono tutte quelle patologie causate da una modificazione della pressione ambientale con successiva formazione di bolle all'interno del circolo ematico; questa moderna definizione è estensiva e la stessa EGA ne fa parte. La malattia da decompressione (MDD) si distingue principalmente in MDD di tipo I od osteomioartralgica, cutanea e linfatica e MDD di tipo II o neurosensoriale. La PDD è stata da sempre considerata la malattia del subacqueo per eccellenza e costituisce un'evenienza temibile, la cui prevenzione è alla base dell'elaborazione di tabelle decompressive e software dedicati necessari ad ottimizzare la riduzione del rischio.

Va comunque detto che, nonostante anni di studi e di ricerche, molti aspetti della PDD costituiscono ancora per molti versi "*terra incognita*" per gli studiosi di medicina iperbarica. Non esiste insomma un modo perfetto di immergersi ma piuttosto un'ampia serie di imperfette misure prudenziali.

Alla base della comprensione dei complessi meccanismi fisiopatologici della PDD sta la legge di Henry: dove: "...un gas che esercita una pressione sulla superficie di un liquido, vi entra in soluzione finché avrà raggiunto in quel liquido la stessa pressione che esercita sopra di esso ...", questo vuol dire che, aumentando la pressione esterna aumenterà la quantità di gas in soluzione in quel liquido.

Il nostro corpo è normalmente saturo – a livello del mare - con 0.79 bar di azoto. Ad ogni atto respiratorio un'identica quantità di tale gas viene introdotto ed emesso dal nostro organismo. L'azoto si comporta da gas inerte senza funzione biologica; questo lo differenzia da un gas come l'ossigeno che viene invece attivamente consumato nel nostro organismo. Durante un'immersione nel nostro corpo entrerà in soluzione una quantità di azoto in funzione dell'incremento della pressione esterna. Questo gas si riequilibrerà con la pressione ambiente durante la fase di risalita. Tale meccanismo è alla base dell'inevitabile formazione di bolle a livello ematico e dei tessuti; in particolari sfortunate condizioni, sia per effetto meccanico legato al loro volume ed alla compressione che esercitano sui tessuti circostanti, sia per un effetto biochimico che innesca un processo infiammatorio, tali bolle possono determinare una sequenza di eventi lesivi che sono alla base della insorgenza della PDD.

Schematizzando si può dire che se la decompressione è l'inversione del senso di trasferimento del gas inerte nei tessuti, la sua ottimizzazione ha come obiettivo una risalita ove la formazione di bolle non crei danni.

In tale contesto appare innanzitutto fondamentale ancora una volta la prevenzione della insorgenza della PDD; in proposito si riepilogano alcune precauzioni di base:

- lo speleosubacqueo deve immergersi solo se in buone condizioni di salute; tali condizioni devono inoltre essere verificate e certificate periodicamente mediante visite specialistiche di idoneità all'attività subacquea;
- è consigliabile un adeguato allenamento per mantenere una forma fisica ottimale; poiché il tessuto adiposo è lento nell'assunzione e nel rilascio dei gas inerti, l'obesità è considerata predisponente alla PDD;

- prima delle immersioni sono da curare con particolare attenzione l'idratazione e l'alimentazione ed è vivamente sconsigliabile l'assunzione di alcool; il fumo viene considerato un ulteriore fattore aggravante la possibilità di insorgenza di una PDD;
- è indispensabile un'accurata valutazione dei profili di immersione e del tipo di miscela contenuta nelle bombole; le raccomandazioni di computer/tabelle inerenti la decompressione devono sempre essere interpretate in senso estensivo e conservativo;
- programmare l'ultima immersione almeno 24 ore prima di un volo aereo;
- qualunque patologia insorta dopo una immersione deve essere in primis e fino a prova contraria considerata potenzialmente come una PDD.

#### Il Forame Ovale Pervio (FOP)

In questi ultimi anni si è molto discusso sulla possibile relazione tra la presenza di un forame ovale pervio (FOP) e l'insorgenza di PDD. Il FOP è un'anomalia cardiaca caratterizzata dal residuo della comunicazione tra atrio destro e sinistro presente nella vita fetale che dovrebbe chiudersi dopo la nascita. La persistenza di tale comunicazione tra i due atri consentirebbe durante la decompressione il passaggio di bolle (altrimenti asintomatiche) dal circolo venoso a quello arterioso creando il presupposto per quella che viene definita embolia paradossa. In realtà l'ipotesi che il FOP possa essere causa di PDD non è stata fino ad ora confermata nei più recenti studi, che hanno fornito sino ad ora risultati controversi; contro la relazione tra FOP e PDD è anche il dato statistico, visto che la PDD è una evenienza nel complesso rara mentre un FOP è presente ben nel 25-30% della popolazione.

#### Classificazione MDD

Per motivi di chiarezza didattica riportiamo la classificazione:

##### Tipo I

- Osteomioartralgica
- Cutanea
- Linfatica

##### Tipo II

- Neurosensoriale
- Fulminante
- Vestibolare

#### MALATTIA DA DECOMPRESSIONE OSTEOMIOARTRALGICA

È una forma che interessa le grosse articolazioni. Anche se considerata di lieve entità può tuttavia evolvere verso una forma più grave.

Il sintomo tipico è l'insorgenza di un forte dolore spontaneo in corrispondenza di una o più grosse articolazioni (ginocchio, gomito, spalla, anca in ordine di frequenza); il dolore è normalmente presente anche a riposo, peggiora con l'acqua calda e migliora con la compressione della zona.

L'infortunato va fatto sdraiare e tenuto a riposo. È importante iniziare immediatamente la somministrazione di ossigeno normobarico; tenere l'infortunato quanto possibile al caldo ed in una situazione

confortevole; somministrare liquidi, avviare il più rapidamente possibile il trasporto verso un centro iperbarico. Se la somministrazione di ossigeno avviene durante tutto il trasporto l'infortunato potrebbe arrivare al centro iperbarico asintomatico; tuttavia anche in questo caso è indicata la terapia iperbarica.

#### MALATTIA DA DECOMPRESSIONE CUTANEA E LINFATICA

Sono forme relativamente frequenti. Spesso l'unico sintomo con cui si manifestano è il prurito; le forme classiche sono quelle CUTANEE in cui la cute assume un caratteristico aspetto marmorizzato (biancastro e percorso da strie rossastre); e quelle LINFATICHE, con dolore lieve e superficiale, edema localizzato, tumefazione linfonodale, prurito.

Per queste forme non è indicato il trattamento in camera iperbarica; può essere utile un trattamento con ossigeno; è importante ricordarsi che queste forme minori, di per sé non gravi, possono essere il sintomo d'esordio di una forma maggiore e come tali non devono assolutamente essere trascurate.

#### MALATTIA DA DECOMPRESSIONE NEUROSENSORIALE

È la forma più grave di MDD, perché è caratterizzata da un interessamento neurologico ed i suoi sintomi possono essere temporaneamente o permanentemente invalidanti; esistono anche forme mortali.

La sintomatologia dipende dalla zona interessata e dall'entità del coinvolgimento; si va da lievi alterazioni della sensibilità alle estremità degli arti (solitamente gli arti inferiori), sino a vere e proprie forme con paralisi altamente invalidanti e deficit nervosi che possono interessare tutti i distretti; tipiche sono anche la perdita della funzione vescicale, la sensazione di profonda prostrazione, le alterazioni mentali, la perdita di coscienza. Tali sintomi e segni neurologici possono insorgere da pochi minuti dopo l'immersione sino ai 2-3 giorni successivi.

Dopo una prima valutazione riguardante le funzioni vitali, il trattamento prevede l'immediata somministrazione di ossigeno normobarico e l'avvio (più veloce possibile) verso un centro iperbarico, poiché la terapia ricomprensiva è l'unico trattamento efficace; la somministrazione di farmaci è discussa e deve eventualmente essere attuata sotto stretto controllo medico.

#### MALATTIA DA DECOMPRESSIONE FULMINANTE

Fortunatamente molto rara, tale forma di MDD comporta la rapida insorgenza di sintomi gravissimi seguiti dopo breve tempo dal decesso dell'infortunato.

#### MALATTIA DA DECOMPRESSIONE VESTIBOLARE

È una forma in cui prevale l'interessamento dell'orecchio interno, da solo od associato ad altri sintomi.



La sintomatologia è caratterizzata da vertigini, nausea, vomito, acufeni, tinnito, nistagmo, calo o perdita dell'udito.

Il trattamento prevede l'immediata somministrazione di ossigeno normobarico ed il rapido avvio dell'infortunato verso un centro iperbarico.

## → IPOTERMIA

La termoregolazione di un organismo è una condizione di equilibrio tra la quantità di calore prodotto (termogenesi) e la quantità di calore perso (termodispersione).

I meccanismi della termoregolazione sono complessi, ma il loro obiettivo è quello di preservare un'ideale temperatura per quegli organi interni definiti nobili che costituiscono il nucleo centrale.

Per ipotermia si definisce un abbassamento della temperatura (t) corporea al di sotto dei 35°C; la temperatura corporea è da intendere come t interna (rettale, esofagea, faringea, timpanica, ecc.) ed è di circa 1°C superiore a quella cutanea.

L'ipotermia sopraggiunge quando la perdita di calore (dovuta a freddo, vento, acqua, umidità) supera la produzione di calore e predomina sui meccanismi che l'organismo può mettere in atto per preservare la temperatura corporea (vasocostrizione, attività fisica, brividi, piloerezione), ovvero sulla capacità dell'organismo di conservare il calore (isolamento termico, adattamento, fattori metabolici e costituzionali).

Tra i fattori determinanti la possibilità di andare incontro ad ipotermia la sofferenza dell'organismo e lo scadimento delle condizioni generali hanno un significato primario; è per tale motivo che un infortunato, ed un traumatizzato in particolare, deve sempre essere considerato un potenziale ipotermico.

La temperatura dell'acqua è normalmente più bassa di quella corporea e questo causa in immersione una costante perdita di calore dell'organismo sia per trasferimento di calore dalla cute verso l'acqua, sia per la respirazione di gas freddi.

Alla luce di tali considerazioni se l'ipotermia è una delle principali problematiche da affrontare nel soccorso speleologico, un'approfondita conoscenza del problema assume un significato ancora maggiore nel soccorso speleosubacqueo.



Riscaldatore utilizzato dalle squadre del C.N.S.A.S. (Piovra).

Classificazione della ipotermia (secondo REGA – Guardia di Volo di Soccorso Svizzero)

| Stadio     | Temperatura centrale |                               |                                |
|------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Stadio I   | 35°C-32°C            | paziente reattivo             | tremiti muscolari              |
| Stadio II  | 32°C-28°C            | paziente scarsamente reattivo | assenza di tremore, sonnolenza |
| Stadio III | 28°C-24°C            | perdita della coscienza       | coma                           |
| Stadio IV  | 24°C-15°C            | arresto cardiocircolatorio    | morte                          |

Il miglior trattamento dell'ipotermia è la prevenzione.

Sin dal primo contatto con l'infortunato i compagni o le squadre di soccorso devono efficacemente adoperarsi per mantenere quanto più possibile il ferito in un ambiente caldo e confortevole con la creazione di un cosiddetto "punto caldo"; a tal proposito si raccomanda di:

- Liberare il ferito dagli indumenti o mute bagnati.
- Creare un isolamento dal freddo del terreno utilizzando corde, sacchi ecc. ecc., oppure mettersi addosso l'infortunato in posizione semiseduta e massaggiarlo.
- Creare un micro-habitat favorevole utilizzando teli termici uniti tra loro.
- Riscaldare tale ambiente utilizzando piccoli fornelli, a cui è possibile inoltre collegare micro-stufette catalitiche; eventualmente usare i caschi speleo.
- Utilizzare fogli di materiale che si riscalda innescando una reazione chimica, da applicare sotto i vestiti, che garantiscono 5-6 ore continuative di calore.
- Somministrare piccole quantità di bevande calde.

Le procedure descritte sono semplici da mettere in pratica ed i materiali per riscaldare un eventuale infortunato dovrebbero far parte del corredo standard che ogni équipe dovrebbe avere nella progressione in grotta.

Le squadre del Soccorso Alpino Speleologico si avvalgono inoltre di speciali tendine di Gore-Tex (tenda Badino) e di riscaldatori derivati da impieghi militari (Piovra), che producono calore mediante la combustione lenta di una cartuccia di carbone: tale calore viene veicolato sul ferito tramite tubi in plastica che lo avvolgono.

## → IL PRIMO SOCCORSO

In caso di incidente è determinante che la medicalizzazione avvenga quanto più precocemente possibile.

Il medico entrerà in grotta con le prime squadre, immediatamente dopo il completamento della sagolatura e la stesura del cavo telefonico, accompagnato da un sub che lo affianchi nel trasporto del materiale e lo assista sul ferito. Se il medico od un infermiere non sono subito disponibili, saranno i tecnici speleosub ad impostare il primo soccorso. Per questo è importante che tutti nella squadra abbiano ben chiare le procedure per estrarre il ferito, valutare le sue condizioni, monitorarlo, eseguire le manovre di base della Rianimazione Cardio Polmonare (RCP) e medicalizzarlo.

È necessario un numero minimo di 4 persone, per compiere le prime manovre di rimozione e posizionamento del ferito verso un punto caldo in cui proseguire i soccorsi. Le cose da fare sono nell'ordine:

### 1. Eliminare il rischio ambientale

Sarà compito di chi per primo raggiunge il ferito valutare e ridurre il rischio costituito da caduta pietre, cascate, piene, bordo di pozzi o cenge, zone prive di ricambio d'aria. Verrà identificata una zona sicura nella quale montare la tendina e trasportare il ferito. Il luogo ideale dovrebbe essere piano, asciutto e avere spazio per due persone oltre al ferito.



### 2. Esame della dinamica dell'incidente

La dinamica dell'incidente è importante per la previsione del tipo e della gravità delle lesioni. In ambito speleologico le cause più comuni di traumatismo sono:

- la caduta, in cui il danno è la risultante di più fattori quali: l'altezza della caduta e i rimbalzi, l'area anatomica dell'impatto, le caratteristiche della superficie d'impatto.
- la caduta di pietre, il cui trauma è proporzionale all'altezza e alla massa della pietra.
- lo schiacciamento.

### 3. Valutazione e trattamento sul posto

Le modalità e il trattamento di un infortunato seguono uno schema standard. I soccorritori devono conoscere l'ordine logico della valutazione e le procedure da adottare. In questa fase si realizzano i primi interventi a sostegno delle funzioni vitali e si acquisiscono informazioni utili per la gestione complessiva del soccorso. Gli strumenti della valutazione sono semplici e a disposizione di tutti: chiedere, guardare, ascoltare, palpare. Questa fase non si svolge necessariamente in ambiente caldo e protetto come la tendina, perciò non sempre è possibile spogliare il soggetto. Il ferito deve essere in posizione supina. Nel caso in cui si trovi in posizioni diverse è necessario ricorrere alla mobilizzazione mediante la tecnica del Log- Rolling, che permette di ruotare il paziente mantenendo

in asse la colonna vertebrale. Gli elementi da considerare in successione nella valutazione e nel trattamento sul posto sono i seguenti:

- stato della coscienza (AVPU)
- valutazione delle funzioni vitali:
  - A (Airways, pervietà delle vie aeree)
  - B (Breathing, respirazione)
  - C (Circulation, circolazione)
- esame testa – piedi

Quanto segue si riferisce ai feriti che non sono in arresto cardiaco. L'arresto cardiaco nel traumatizzato in generale, e ancor di più nel contesto ipogeo, è associato ad alta mortalità. Le manovre di Rianimazione Cardio-Polmonare (RCP) trovano perciò indicazioni limitate quali, ad esempio, nel caso che l'arresto cardio-circolatorio avvenga durante il soccorso o, più di rado, in alcuni casi di ipotermia.

#### Stato della coscienza (AVPU)

Il livello di coscienza è l'indicatore più sensibile della funzione cerebrale e si valuta utilizzando lo schema AVPU.

- A (Alert): se il ferito è spontaneamente sveglio, orientato e collaborante.
- V (Verbal): se risponde in qualche modo ai nostri stimoli verbali.
- P (Pain): se risponde soltanto allo stimolo doloroso.
- U (Unresponsive): se non risponde ad alcuno stimolo, cioè non è cosciente

#### Valutazione delle funzioni vitali (ABC)

A (Airways): la valutazione delle funzioni vitali comincia con l'esame della pervietà delle vie respiratorie

B (Breathing): prosegue con la valutazione della respirazione (GAS)

C (Circulation): e dello stato di circolazione che comprende anche il controllo delle emorragie esterne.

#### A (Airways - pervietà delle vie aeree)

Il soccorritore si deve porre la domanda: le vie aeree sono libere? Se AVPU è A, l'apertura e l'osservazione della bocca può essere omessa, e si eviti di introdurre nel cavo oro-faringeo cannule o altro, per non provocare il vomito.

Se AVPU è U (ovvero il ferito non è cosciente) gli interventi da attuare sono i seguenti:

- apertura della bocca mediante sollevamento mandibolare attraverso la spinta con i pollici sugli angoli della mandibola (mantenendo sempre la testa in asse)
- rimozione di secrezioni ed eventuali corpi estranei dal cavo orale
- inserimento della cannula oro-faringea se il soggetto è incosciente (AVPU è U), la quale, se tollerata, evita che la lingua possa cadere all'indietro, ostruendo le vie aeree. Se la cannula non è tollerata deve essere rimossa.
- La misura appropriata della cannula corrisponde alla distanza tra il lobo dell'orecchio e l'angolo della bocca (commisura labiale). Viene inizialmente inserita con la concavità rivolta



verso il palato e fatta avanzare tra lingua e parete posteriore del faringe, ruotandola poi di 180°.

- Applicazione del collare cervicale. Il collare rappresenta il presidio principale per l'immobilizzazione della colonna vertebrale cervicale e deve essere sempre applicato. I collari cervicali non immobilizzano completamente: il modello adottato (tipo "Stiffneck", modello semirigido in un pezzo) che limita al 70% i movimenti di flessione ed estensione del collo, deve essere applicato col massimo della cura ed essere della misura giusta. Il collare correttamente posizionato favorisce anche la pervietà delle vie aeree. La stabilizzazione del rachide cervicale non può ritenersi completa fino a quando il ferito non è immobilizzato sulla barella rigida.
- In caso di vomito: il soggetto deve essere messo in posizione laterale con la tecnica del Log Roll, non deve essere ruotata solo la testa ma è necessario mantenere l'allineamento testa-collo-tronco ed è indispensabile rimuovere la cannula.



Applicazione della cannula oro-faringea

### B (Breathing - valutazione della respirazione, GAS)

Questa valutazione è di fatto simultanea al controllo di pervietà delle vie aeree. Si effettua con un unico gesto che comprende 3 manovre (GAS):

- Guardare: l'espansione del torace per almeno un minuto.
- Ascoltare: la qualità del respiro e la frequenza degli atti respiratori
- Sentire: il flusso d'aria sulla propria guancia e avvertire col palmo della mano i movimenti del torace.

Se AVPU è U (il ferito è privo di coscienza), il soccorritore deve porsi immediatamente la domanda: il ferito respira? In assenza di respiro si sospende la valutazione e si avviano le manovre di RCP.

Frequenza del respiro: se è maggiore di 25 respiri al minuto si parla di tachipnea, si parla di bradipnea quando la frequenza è inferiore ai 10 respiri al minuto. Una tachipnea in assenza di sforzo è sempre anormale.

Qualità del respiro: la respirazione può essere normale oppure difficoltosa, cioè associata a rumori (gorgoglio, stridore, sibili...) o sforzo respiratorio.

### C (Circulation - stato della circolazione)

Inizia con l'esame del polso radiale. Se è palpabile significa che la pressione sistolica (la massima) è superiore a 80 mm/hg, e lo stato di circolazione non è critico.

Nel caso che il polso radiale non sia rilevabile si esamina il polso carotideo (al collo). Qualora sia assente e il soggetto non sia cosciente e non respiri iniziare immediatamente RCP.

Frequenza del polso: al di sopra dei 100 battiti al minuto si parla di tachicardia, al di sotto dei 60

battiti al minuto si parla di bradicardia. La tachicardia in assenza di sforzo è sempre anormale e può essere un segno di shock cardiocircolatorio.

La qualità del polso è alterata quando risulta filiforme, debole, irregolare. In tal caso se la cute del ferito è pallida, fredda e sudata è possibile che sia in atto uno stato di shock cardiocircolatorio.

La valutazione dello stato della circolazione prosegue con la ricerca di eventuali emorragie esterne od interne. Un individuo contiene circa 6 litri di sangue. Il rischio di morte diviene altissimo quando ne perde più di un terzo; soprattutto in presenza di emorragie è opportuno che i soccorritori indossino sempre guanti protettivi.

Un'emorragia esterna può essere trattata con varie modalità:

- pressione diretta sulla ferita con un cuscinetto di garze e successiva medicazione compressiva: la maggior parte delle emorragie esterne possono essere trattate con tale tecnica.
- elevazione: consiste nel tenere l'arto sanguinante sollevato, se non vi sono controindicazioni (deformità, dolore).
- applicazione di lacci alla radice degli arti: presuppone ogni 20 minuti l'allentamento del laccio per 5 minuti, previa compressione sulla ferita.



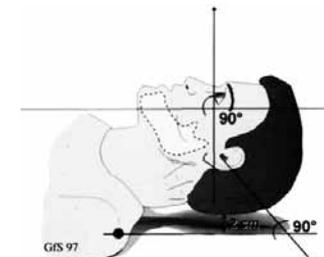
Valutazione del polso radiale



Le emorragie interne possono essere INVISIBILI, ed in tale caso i segni sono solo di tipo indiretto, oppure VISIBILI (dalla bocca, dal naso, dalle orecchie, con le urine o con le feci).

### IMMOBILIZZAZIONE MANUALE DELLA TESTA

Il soccorritore, utilizzando entrambe le mani, mantiene la testa in posizione neutra (sguardo a 90° con la colonna). Se l'infortunato è in posizione supina, il soccorritore si pone possibilmente alle spalle del soggetto, mantiene la testa in posizione neutra e sollevata di 2-3 cm dal suolo. Eccezionalmente, se testa e collo si trovano in posizione angolata e il ferito lamenta dolore (o resistenza al movimento, se incosciente) al tentativo di allineamento, bisogna immobilizzare nella posizione in cui si trova.



## RIMOZIONE DEL CASCO

Il casco rende instabile l'appoggio posteriore della testa, provocando movimenti laterali, e deve essere rimosso. Mentre il primo soccorritore mantiene l'immobilizzazione manuale della testa, il secondo soccorritore posto dalla parte del torace, slaccia il sottogola e esegue l'immobilizzazione manuale della testa senza provocare movimenti del collo; il primo soccorritore, sostituito nella manovra di immobilizzazione, rimuove il casco. Conclusa la fase di valutazione sul posto, qualora sia necessario spostare il ferito verso la tendina, è consigliabile riposizionare il casco durante il trasporto.

## APPLICAZIONE DEL COLLARE

Ispezionare il collo prima di applicare il collare e palpare delicatamente l'integrità delle ossa del volto e della mandibola. Esporre il collo allargando gli indumenti. Scegliere la taglia giusta del collare: rilevare la misura in dita tra la base laterale del collo e la mandibola; riportare tale misura sul collare, dalla porzione più bassa (sizing line) agli indicatori di taglia e bloccare i bottoni di fissaggio nella posizione corrispondente. Il collare può essere applicato con infortunato in posizione supina o in posizione seduta e richiede sempre la collaborazione di 2-3 persone.

Ferito in posizione supina: un soccorritore mantiene il capo in asse, l'altro soccorritore provvede ad applicare il collare, facendo scivolare prima la parte posteriore sotto il collo e poi assicurando la parte anteriore con l'apposito lembo in velcro.

Ferito in posizione seduta: posizionare prima la parte anteriore del collare, poi far scivolare la parte posteriore e bloccare con il velcro.

Se la parte anteriore della porzione mentoniera coincide col mento, il collare è ben posizionato. Verificare periodicamente il posizionamento del collare.

Controllare che il collare non comprima le strutture del collo, consenta la deglutizione e che la porzione anteriore del collare non spinga in basso la mandibola.

Ultimato il posizionamento del collare, non lasciare la presa manuale, poiché il collare da solo non garantisce la stabilità della colonna cervicale, particolarmente se l'infortunato si trova in uno stato di agitazione psicomotoria.



Applicazione del collare cervicale

## RIANIMAZIONE CARDIO POLMONARE (RCP)

In assenza di respiro si inizia immediatamente la rianimazione cardiopolmonare partendo dalle compressioni toraciche. La tecnica del massaggio cardiaco consiste nell'applicare compressioni ritmiche sulla metà inferiore dello sterno, assicurando la circolazione del sangue mediante la "spremitura" del cuore. Al massaggio cardiaco è necessario associare la ventilazione artificiale (con Pocket Mask). Le manovre di rianimazione cardiopolmonare devono essere effettuate se possibile da due soccorritori: un soccorritore si colloca a fianco dell'infortunato per eseguire le compressioni toraciche (in caso di RCP in spazi angusti considerare la possibilità di eseguire le compressioni

stando "a cavalcioni" della vittima), l'altro si pone solitamente a livello delle spalle per effettuare le ventilazioni e mantenere la testa in asse.

### Compressioni toraciche

La frequenza delle compressioni deve essere di 100 al minuto (poco meno di due compressioni al secondo), alternando 30 compressioni a 2 ventilazioni:

- appoggiare la parte prossimale del palmo al centro della metà inferiore dello sterno
- sovrapporre l'altra mano alla prima, intrecciando le dita
- mantenere le braccia estese, in posizione perpendicolare all'infortunato, esercitando spinte dirette verso il basso, tali da determinare una depressione dello sterno di circa 4-5 cm (compressioni troppo leggere sono inefficaci, troppo energiche possono causare danni)
- fra una compressione toracica e la successiva, per consentire al torace di riespandersi, interrompere la pressione, mantenendo la posizione delle mani
- ridurre al minimo le interruzioni



Ventilazione con maschera facciale tascabile (Pocket Mask). Il sistema bocca-maschera permette una ventilazione d'emergenza ed evita il contatto diretto con la vittima. Le insufflazioni devono essere lente e progressive, della durata di 1 secondo, in modo da non provocare distensione gastrica con rischio di rigurgito ed inalazione. Il soccorritore che esegue la ventilazione manterrà collo e testa in asse (posizione neutra).

- Applicare la maschera sul viso del soggetto con entrambe le mani, ponendo l'apice della maschera sulla radice del naso e la base tra il labbro inferiore e il mento
- insufflare lentamente due volte nel boccaglio verificando che il torace si espanda
- lasciare espirare passivamente

Ogni due minuti (sei cicli 30:2):

- la persona che applica le compressioni toraciche dovrebbe essere sostituita

- il soccorritore che esegue le insufflazioni controlla la presenza del respiro (GAS per 15 secondi): se il soggetto non respira continuare la RCP (non si esegue il controllo del polso ma solo quello dell'attività respiratoria).

La rianimazione viene interrotta solo alla ripresa della respirazione efficace o dell'esaurimento fisico dei soccorritori.

### IMMOBILIZZAZIONE E PRIMO SPOSTAMENTO

Lo spostamento di un traumatizzato è un'azione potenzialmente pericolosa, in quanto movimenti incauti possono peggiorare le sue condizioni (danno secondario). È possibile ridurre al minimo questo rischio utilizzando presidi e tecniche di immobilizzazione appropriati. Inoltre alcune regole ci possono aiutare:

- considerare il traumatizzato più grave di quanto sembri
- considerare il "sospetto di lesione" come "lesione vera", ad esempio se una gamba può sembrare rotta, la immobilizzeremo come se lo fosse
- utilizzare mezzi e tecniche di immobilizzazione prima di spostare il ferito.

Le tecniche di immobilizzazione di un traumatizzato da utilizzare nello spostamento dal luogo dell'infortunio al punto caldo, sono le seguenti:

- immobilizzazione manuale della colonna cervicale
- collare cervicale
- immobilizzatore spinale
- ferule a depressione per gli arti.

La sequenza riportata è quella da utilizzare nella realtà: prima si immobilizza manualmente il capo, poi si applica il collare e successivamente l'immobilizzatore spinale; per ultimi, se necessario, si immobilizzeranno gli arti.

Le tecniche di immobilizzazione manuale e di applicazione del collare cervicale fanno parte degli interventi già trattati nel capitolo precedente e nelle relative schede, alle quali si rimanda per l'approfondimento.

#### L'immobilizzatore spinale

È un presidio sanitario che ha lo scopo di immobilizzare la colonna vertebrale di un traumatizzato durante gli spostamenti. L'immobilizzatore va applicato ogni volta che non sia possibile escludere con ragionevole certezza un trauma alla colonna (praticamente sempre). Se ad esempio soccorriamo un infortunato non cosciente o confuso, a maggior ragione, non potendo escludere traumi alla colonna, dovremo utilizzare tassativamente l'immobilizzatore spinale.

#### Immobilizzazione degli arti

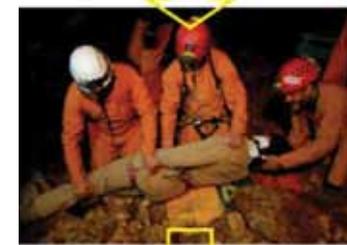
Negli incidenti speleologici i traumatismi agli arti sono molto fre-



quenti; molte volte, nel breve esame testa piedi a paziente vestito, è possibile evidenziare i segni di un trauma agli arti (sanguinamento, dolore, deformità). La presenza di una lesione ad un arto (anche sospetta) ci porta ad applicare i dispositivi di immobilizzazione prima di spostare il ferito. La realizzazione dell'immobilizzazione è necessaria per evitare che durante lo spostamento del ferito eventuali lesioni peggiorino o si creino ulteriori danni; ad esempio durante lo spostamento dell'infortunato il movimento di un moncone di frattura potrebbe lesionare un'arteria, una vena od un nervo. Oltre a questo è importante ricordare che immobilizzare un arto lesionato riduce il dolore. Si possono utilizzare dispositivi di immobilizzazione a depressione (ferule a depressione) Questi dispositivi si irrigidiscono mantenendo la forma in cui si trovano, quando viene aspirata l'aria presente al loro interno. Purtroppo il trasporto delle ferule e della pompa in sifone è difficile per l'ingombro e l'allagamento dei materiali. In alternativa si useranno le steccobende in neoprene, più adatte ad un trasporto subacqueo.

Per immobilizzare correttamente un segmento osseo è necessario che l'immobilizzazione comprenda anche le articolazioni a valle e a monte (ad esempio per immobilizzare la gamba è necessaria una immobilizzazione che comprenda ginocchio e caviglia). Per immobilizzare un'articolazione è necessario che l'immobilizzazione comprenda i segmenti ossei a valle e a monte (ad esempio per immobilizzare un ginocchio è necessaria una immobilizzazione che comprenda la gamba e la coscia). Per l'arto superiore spesso l'immobilizzazione corretta richiede anche la sospensione del braccio al collo.

Si posizionerà una ferula di dimensione adeguata al caso, con uno o due operatori che immobilizzano l'arto interessato, mentre un altro operatore applica la ferula e crea il vuoto con l'apposita pompa. Quando si posiziona una ferula a depressione non bisogna cercare di riallineare le fratture esposte (esposizione dell'osso fratturato attraverso la pelle lacerata) ed è necessario stare attenti che le fasce in velcro della ferula non stringano sopra la zona interessata dalla lesione.



## Log Roll

Finora abbiamo trattato le manovre di soccorso considerando di avere il ferito in posizione supina o seduta. Qualora il ferito si trovi in una posizione diversa è necessario ricondurlo alla posizione supina per poter applicare il primo trattamento sul posto e l'immobilizzazione. Il Log Roll è la tecnica usata per questo scopo. Con il Log Roll è possibile portare in posizione supina un traumatizzato che si trovi prono o di fianco, riducendo al minimo la possibilità di determinare lesioni, in quanto il Log Roll permette di mantenere in asse il paziente durante la rotazione. La stessa tecnica si può usare quando è necessario girare sul fianco l'infortunato, ad esempio per ispezionare la schiena, per applicare l'immobilizzatore spinale o per facilitare il drenaggio dal cavo orale di vomito, sangue o altri liquidi.

## Il punto caldo



Il punto caldo dovrà essere già stato individuato e preparato per accogliere il ferito prima di iniziare lo spostamento. Il luogo ideale dove allestirlo è pianeggiante, con fondo regolare, ampio, al riparo da acqua, stillicidio, correnti d'aria e da pericoli oggettivi. È opportuno che venga predisposto utilizzando una tendina da medicalizzazione e con il fondo isolato con "dormiben". Molte volte ci si dovrà accontentare di un luogo che si avvicini per quanto possibile a quello ideale. È nella tendina del punto caldo che si faranno tutte le valutazioni e gli interventi sanitari successivi. La tendina da medicalizzazione svolge anche un'importantissima funzione psicologica, dando senso di protezione sicurezza, comfort, che aiutano l'infortunato ad affrontare questa situazione molto difficile.

## Spostamento dell'infortunato

Una volta immobilizzato il ferito e preparato il punto caldo si può iniziare lo spostamento; questo va

eseguito con cautela, mantenendo il ferito in posizione supina. È necessario che il percorso sia deciso ed eventualmente preparato prima di iniziare lo spostamento. Durante lo spostamento i movimenti saranno cauti e coordinati da chi è alla testa; per eseguire correttamente la manovra sono necessari quattro soccorritori: uno alla testa, due ai lati ed una quarta persona per sollevare gli arti inferiori. Per facilitare la manovra si utilizzeranno le apposite maniglie di trasporto presenti sull'immobilizzatore.



## Rimozione dell'immobilizzatore

Una volta terminato il trasporto l'infortunato sarà adagiato supino in tendina. È ora possibile rimuovere l'immobilizzatore nel seguente modo:

- allentare e rimuovere le cinghie cosciali
- allentare e rimuovere le cinghie toraciche
- rimuovere le fasce frontali e mentoniera
- sfilare l'immobilizzatore, mantenendo in asse testa collo e tronco con la tecnica del Log Roll.

Una volta rimosso l'immobilizzatore è necessario mantenere l'allineamento testa-collo-tronco, lasciando il collare cervicale ed usando l'immobilizzazione manuale o altro materiale (il cuscino dell'immobilizzatore, matassa di corda, ecc.).

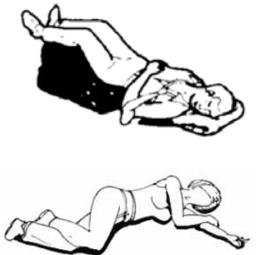
## Posizioni fondamentali

### POSIZIONE ANTISHOCK

Permette una migliore perfusione degli organi vitali.

### POSIZIONE LATERALE DI SICUREZZA

Permette ad un infortunato incosciente di respirare liberamente facendo defluire all'esterno eventuali secrezioni.



## Riepilogo

Dopo la valutazione ed il trattamento sul posto è necessario spostare il ferito verso il punto caldo.

Per fare questo si attueranno le seguenti fasi:

- posizionamento dell'immobilizzatore spinale (il collare è già stato messo nella fase iniziale)
- immobilizzazione degli arti
- sistemazione del punto caldo e definizione del percorso
- spostamento
- rimozione dell'immobilizzatore spinale.

Nel punto caldo verrà svolta l'ulteriore "valutazione trattamento" in tendina.



## → VALUTAZIONE E TRATTAMENTO IN TENDINA

“Valutazione e trattamento in tendina” rappresentano un momento importante dell’assistenza al traumatizzato in grotta in quanto, oltre ad una rivalutazione delle funzioni vitali, in questa fase viene eseguito un esame dettagliato del ferito e vengono eventualmente avviati trattamenti mirati, a completamento della precedente “valutazione e trattamento sul posto”.

Ciò deve essere necessariamente eseguito svestendo l’infortunato; per minimizzare il raffreddamento del soggetto in questa fase, è necessario creare un microclima sufficientemente caldo mediante l’allestimento della tendina (punto caldo). La valutazione in tendina deve essere effettuata da almeno tre tecnici, in quanto due si dedicano all’esame del ferito (compreso il Log Roll) ed uno è impegnato alla registrazione dei dati sulla scheda.



Le componenti della valutazione in tendina sono rappresentate da:

- acquisizione di informazioni sul ferito
- riesame dei segni vitali
- esame testa piedi

Nel caso in cui vi siano alterazioni dei segni vitali, il trattamento sarà analogo a quello descritto nella valutazione e trattamento sul posto.

L’esame testa-piedi sarà svolto in questa fase in modo completo e dettagliato, permetterà di individuare le lesioni conseguenti al trauma nei vari distretti corporei e di adottare i relativi provvedimenti.

Qualora la valutazione sul posto abbia evidenziato che:

- la dinamica del trauma sia “minore” (ad es. caduta di pietra su piede)
- la lesione risulti localizzata (il ferito riferisce dolore in unica sede)
- non vi siano alterazioni AVPU e ABC (soggetto sveglio, senza storia di perdita di coscienza, respiro normale, polso radiale < 100 b/m, assenza di affanno)
- è assente dolore toracico, addominale o pelvico
- può essere eseguito l’*esame mirato*, che comporta l’esposizione della sola sede lesa.

## → ACQUISIZIONE DI INFORMAZIONI SUL FERITO: TEMA

La raccolta di informazioni sul ferito, relative al tempo trascorso dal trauma ed ai fatti accaduti nel periodo di attesa, fornisce ai sanitari dati utili per l’inquadramento completo del caso.

Al fine di agevolare il rilevamento di questi dati, è stato adottato l’acronimo TEMA:

- **Tempo** intercorso dal trauma
- **Eventi** nel periodo di attesa: perdita di coscienza, vomito, convulsioni, perdita di feci/urine
- **Medicine** assunte nel periodo di attesa
- **Alimenti e bevande** ingerite nel periodo di attesa

I dati rilevati devono essere annotati sulla scheda di rilevazione e comunicati ai sanitari.

## → RIESAME DELLE FUNZIONI VITALI

La valutazione delle funzioni vitali segue lo schema ABC illustrato nella “valutazione sul posto” e comprende sostanzialmente la rilevazione della frequenza cardiaca (polso) e della frequenza respiratoria.

In questa fase è necessario inoltre rilevare la pressione arteriosa, la saturazione di ossigeno nel sangue mediante saturimetro e la presenza o assenza del brivido.

Nell’ipotermia lieve l’organismo contrasta l’abbassamento della temperatura corporea avvalendosi di mezzi “naturali” quali i brividi muscolari: la mancanza del brivido, specialmente se il soggetto appare confuso, agitato, amnesico, può essere indice di un raffreddamento corporeo critico (ipotermia grave).

### ESAME TESTA-PIEDI

Qualora:

- la dinamica del trauma sia “maggiore” (caduta dall’alto, impatti ad alta energia in generale, ecc... siano interessate più sedi corporee)
- la prima valutazione sul posto sia alterata (ad es. se AVPU non è “A”)

è necessario procedere all’esame completo con sequenza testa-piedi.

In questo caso il ferito deve essere svestito completamente, minimizzando però l’esposizione al freddo, ossia effettuando l’esame nella tendina e scoprendo progressivamente i distretti presi in esame, ricoprendoli prima di passare ai successivi. L’esame testa-piedi comprende anche l’osservazione delle aree corporee posteriori (nuca, dorso...), utilizzando la manovra del Log Roll.

### VALUTAZIONE E TRATTAMENTO DEL TRAUMA CRANICO

Nel trauma cranico il danno può interessare strutture diverse. L’impatto può provocare:

- a) *lesioni dei tessuti molli esterni* alla scatola cranica, quali contusioni, escoriazioni, ferite lacero-contuse del cuoio capelluto, talora associate a emorragie rilevanti;
- b) *fratture delle ossa del cranio*, che possono interessare la volta (o teca) cranica oppure la base del cranio.

Le fratture della teca cranica sono in genere associate a ferite del cuoio capelluto. In base alla presenza o meno di una comunicazione tra cervello ed ambiente esterno, il trauma cranico può essere distinto in aperto, che comporta il rischio di complicazioni settiche, e chiuso.

Le fratture della base possono determinare segni particolari quali l’ecchimosi periorbitale (“occhi da procione”), l’ecchimosi retroauricolare (segno di Battle), fuoriuscita di liquido chiaro, spesso frammisto a sangue, dal naso (rinoliquorrea) o dall’orecchio (otoliquorrea);

- c) *lesioni interne al cranio*, quindi interessanti il cervello, associate o meno a frattura cranica, rappresentate da raccolte emorragiche, contusioni e lacerazioni cerebrali o da edema diffuso. L’incremento di un’emorragia intracranica a fronte dell’instensibilità della scatola cranica, fa sì che un danno cerebrale, inizialmente associato a pochi sintomi (intervallo lucido), possa evolvere nelle ore successive fino ad uno stato di coma. Considerando il potenziale peggioramento, tutti i traumatizzati cranici (di qualsiasi gravità) devono lasciare la grotta nel minor tempo possibile.

La valutazione del trauma cranico, considerando che lo stato di coscienza è il principale indicatore di gravità, inizia necessariamente con la ripetizione dell'AVPU.

La valutazione prosegue con l'esame esterno della testa. È pertanto necessario rimuovere il casco ed il collare (mantenendo manualmente la testa in asse); in questa fase si osservano la testa, il volto ed il collo, cercando ecchimosi, ferite, deformità e tumefazioni e si palpa delicatamente la testa alla ricerca di fratture, apprezzabili come aree cedevoli della teca. Tra i segni di particolare importanza da rilevare, come spiegato sopra, vi sono quelli relativi alla frattura delle ossa della base cranica, quali l'ecchimosi periorbitale, l'ecchimosi retro auricolare, oto- e rinoliquorea.

Altro momento importante della valutazione del trauma cranico è l'esame delle pupille. Le pupille devono essere di normali dimensioni e devono rispondere alla stimolazione luminosa restringendosi. Pupille eccezionalmente grandi (midriasi), piccole (miosi), asimmetriche (anisocoria) o che non rispondono alla stimolazione luminosa sono indicative di un danno intracerebrale potenzialmente grave.

In sintesi, nel trauma cranico, le seguenti manifestazioni possono essere indicative di un'evoluzione non favorevole:

- alterazione AVPU
- mal di testa intenso
- vomito
- convulsioni
- segni di frattura della base cranica
- alterazioni pupillari
- perdita di coscienza (anche transitoria)
- amnesia

Le ferite del cuoio capelluto sono frequentemente associate ad abbondanti emorragie e ad ematomi sottocutanei (bernoccolo) e devono essere:

- irrigate con soluzione fisiologica
- coperte con garza sterile
- trattate con moderata compressione.

È opportuno riposizionare correttamente il collare cervicale (considerando che il trauma cranico è spesso associato al trauma della colonna cervicale), facendo attenzione che collare o altro (indumenti, cinghiaggi) non ostacolino la circolazione ed il respiro.



*Ecchimosi retroauricolare*



*midriasi*



*anisocoria*



*miosi*

Qualora siano presenti uno o più segnali d'allarme suddetti è indicato:

- elevare la testa inclinando la barella di 30°
- non somministrare bevande o cibi
- verificare frequentemente la pervietà delle vie aeree
- in caso di vomito: ruotare lateralmente con tecnica del Log Roll (se il ferito è già bloccato in barella, ruotare lateralmente la barella mantenendo manualmente in asse testa e collo).

Riportare i dati rilevati ed i trattamenti eseguiti sulla scheda di monitoraggio.

### VALUTAZIONE E TRATTAMENTO DEL TRAUMA TORACICO

A seconda dell'entità del trauma toracico possiamo avere dalla "semplice" infrazione costale a severe lesioni da schiacciamento del torace con lesione degli organi interni.

Le fratture costali semplici sono un'eventualità frequente nel trauma toracico; esse causano forte dolore, accentuato dal respiro e dalla tosse, che ostacola le escursioni del torace, provocando una respirazione superficiale.

Traumi maggiori del torace possono determinare lesioni degli organi interni e sono sempre potenzialmente gravi.

Le fratture delle coste più basse possono associarsi a lesioni degli organi solidi addominali quali milza (se a sinistra), o fegato (se a destra).

La valutazione comprende l'osservazione del torace alla ricerca di contusioni, ferite, deformità, movimenti respiratori anormali, sforzo respiratorio; è necessario inoltre palpare delicatamente, per ricercare la presenza di dolore localizzato, crepitio sottocutaneo (sensazione della neve compressa), infossamenti della parete.

L'esame del torace si completa con l'osservazione della schiena, mobilizzando di fianco il ferito con la tecnica del Log Roll.

In presenza di un ferito con evidente trauma toracico è consigliabile:

- Invitare il ferito a respirare in modo lento e profondo
- Evitare bendaggi del torace (o compressione da parte di fettucce o indumenti)
- Se è presente difficoltà respiratoria (dopo l'applicazione del collare cervicale!) posizionare il ferito in posizione semiseduta; se il ferito è già sistemato in barella elevare il torace inclinandola di 30°
- Irrigare con soluzione fisiologica le ferite
- Tamponare le emorragie
- Coprire con garza sterile le lesioni

Riportare i dati rilevati ed i trattamenti eseguiti sulla scheda di monitoraggio.

## VALUTAZIONE E TRATTAMENTO DEL TRAUMA ADDOMINALE

I traumi dell'addome (ed i traumi del torace a livello delle coste più basse) possono determinare lesioni degli organi addominali quali fegato e milza, con conseguenti emorragie interne.

Per effettuare la valutazione dell'addome è necessario osservare se sono presenti contusioni e ferite, distensione e deformità, e palpare la pancia delicatamente alla ricerca di aree dolenti e/o rigidità della parete. Non di rado lesioni interne anche gravi si associano a pochi indizi esterni quali ecchimosi o abrasioni.

L'esame dell'addome si completa esercitando una leggera pressione sulle creste iliache (prominenze ossee ai fianchi): se ciò provoca vivo dolore è probabile che il bacino sia fratturato (non ripetere la manovra!); una frattura di bacino può essere causa di estesa emorragia addominale ed è indicato, se non vi sono segni di trauma a livello degli arti inferiori (e se tollerato), incrociare una sopra all'altra le gambe del ferito. Verificare inoltre se il ferito ha urinato e se nelle urine è presente sangue.

Nel caso vi siano i segni del trauma addominale non devono essere somministrati cibi o bevande. Se il ferito lamenta forte dolore addominale, può essere utile far assumere la posizione a gambe flesse (sempre che non vi siano traumi degli arti inferiori).

Riportare i dati rilevati ed i trattamenti eseguiti sulla scheda di monitoraggio.

## VALUTAZIONE E TRATTAMENTO DEL TRAUMA DEGLI ARTI

I più frequenti traumi degli arti sono le fratture, le lussazioni e le lesioni dei tessuti molli.

Le fratture possono determinare emorragie sia esterne (nelle fratture aperte, dove i monconi ossei "taglianti" creano una comunicazione con l'esterno) che interne (nelle fratture chiuse); la gravità dell'emorragia è proporzionale alla dimensione dell'osso fratturato:

- Frattura avambraccio 250 - 300 ml
- Frattura tibia o omero 500 - 750 ml
- Frattura femore 1500 - 2000 ml
- Frattura pelvica 2000 - 4000 ml

Fratture, lussazioni e lesioni dei tessuti molli presentano frequentemente segni e sintomi comuni quali il dolore, l'impotenza funzionale, il gonfiore e l'ecchimosi (ematoma sottostante) ed eventuale deformità; nel caso in cui sia presente anche uno solo degli aspetti descritti, è necessario considerare la possibilità della lesione più importante, cioè come se l'arto fosse fratturato e procedere all'immobilizzazione.

Per valutare l'entità delle lesioni in modo accurato, è necessario liberare gli arti dagli indumenti (tagliandoli al fine di evitare manovre rischiose) e rimuovere, con cautela, gli immobilizzatori eventualmente posizionati durante il trattamento sul luogo dell'infortunio.

Deve essere esaminato l'arto coinvolto dal trauma alla ricerca dei segni suddetti.

La valutazione continua effettuando una palpazione delicata di tutto l'arto, verificando la presenza

dei polsi arteriosi a valle della lesione; inoltre è opportuno chiedere all'infortunato di muovere le dita e domandare se è presente sensibilità.

Rimuovere anelli ed orologi in previsione di un possibile rigonfiamento delle estremità lesionate.

Se sono presenti ferite, prima di procedere all'immobilizzazione occorre:

- Irrigare con soluzione fisiologica, tamponare le emorragie, coprire con garze sterili
- In presenza di fratture aperte irrigare con soluzione fisiologica, coprire con garze sterili (non tamponare).

L'immobilizzazione attenua il dolore e riduce la possibilità di ulteriore danno a carico di vasi e nervi provocato dal movimento dei monconi ossei fratturati.

La tecnica di utilizzo delle ferule a depressione è illustrata nel capitolo "immobilizzazione e prima mobilizzazione".

Come ultima manovra si provvederà alla rivalutazione dei polsi a valle della lesione dopo l'applicazione della ferula a depressione.

Riportare i dati rilevati ed i trattamenti eseguiti sulla scheda di monitoraggio.

## → IN SINTESI ...

In caso di intervento il medico (o, in sua assenza, un tecnico speleosub adeguatamente istruito) ed un tecnico speleosub che lo assista nel trasporto e nella medicalizzazione si immergeranno nel sifone appena completata dalle prime squadre la fase di bonifica, sagolatura, stesura del cavo telefonico.

Verrà trasportato:

- TUBO STAGNO A ( medico primo intervento)
- TUBO STAGNO B ( comfort ferito )
- ZAINO CONTENENTE: MATERIALE DA IMMOBILIZZAZIONE (collare, Ked, steccobende neoprene) TENDINA e STUOIA ISOLANTE

Sul luogo dell'incidente la prima squadra valuterà l'eventuale rischio ambientale.

Medico e assistente imposteranno sul ferito la Valutazione e Trattamento sul posto.

La prima squadra individuerà un punto caldo e monterà tendina e stuoia isolante.

Medico, Assistente e due Tecnici della prima squadra trasporteranno il ferito, opportunamente immobilizzato (collare, Ked, steccobende), al punto caldo.

Medico e assistente inizieranno la Valutazione e Trattamento in Tendina.

- Sulla base delle esigenze del ferito, del tempo per la sua medicalizzazione/stabilizzazione, del tempo impiegato per la preparazione dell'evacuazione nel sifone, potrà essere richiesto l'arrivo di ulteriore materiale medico e comfort ferito.
- Una volta che sono state completate le valutazioni mediche, il ferito è stato trasportato nel punto caldo ed appare stabile, il medico può dare l'OK per il trasporto in sifone.

→ **SCHEDA: RILEVAZIONE PRESSIONE ARTERIOSA**

Per la rilevazione della pressione arteriosa, si utilizzano il fonendoscopio e lo sfigmomanometro, presenti nel sacco A; la misura della pressione deve essere effettuata a livello del braccio, escludendo l'arto sede di lesioni traumatiche.

La sequenza degli atti è la seguente:

- liberare il braccio dagli indumenti
- avvolgere il bracciale 1-2 cm al di sopra della piega del gomito
- mettere la membrana del fonendoscopio alla piega del gomito
- chiudere la valvola della pompetta
- insufflare attorno ai 200 mmHg
- aprire la valvola lentamente
- leggere il dato al primo battito ascoltato con il fonendoscopio (pressione massima) e all'ultimo battito (pressione minima).



Qualora la misurazione risulti difficoltosa o non possibile, è opportuno ripeterla e verificare la presenza del polso radiale. Se il polso radiale è assente (pressione massima più bassa di 80 mmHg) la pressione arteriosa può non essere effettivamente rilevabile ed è necessario verificare la presenza contemporanea di altri segni di shock.

I dati rilevati devono essere annotati sulla scheda di rilevazione e comunicati ai sanitari.

→ **SCHEDA: SATURIMETRO**

È uno strumento di facile utilizzo, che indica il "grado di ossigenazione" dell'infortunato (saturazione di ossigeno). La rilevazione si effettua inserendo un dito (più pulito possibile) nell'apposita pinza a molla. Si accende l'interruttore e, dopo pochi secondi, appare il valore sul display (lo strumento indica un secondo valore numerico che si riferisce alla frequenza cardiaca). Un valore di saturazione di ossigeno compreso tra 100% e 93%, è da considerarsi normale; mentre un valore inferiore a 92% è sicuramente indice di scarsa ossigenazione.



La lettura può essere resa difficoltosa qualora l'estremità (inserita nella pinza) sia eccessivamente fredda (vasocostrizione), in presenza di shock oppure se le mani sono sporche.

I dati rilevati devono essere annotati sulla scheda di rilevazione e comunicati ai sanitari.



**SCHEDA DI MONITORAGGIO**

DATI INCIDENTE Data ..... In località (grotta e profondità) .....  
 Cognome Nome (infortunato) ..... Età ..... Sesso M  F   
 Dinamica incidente: .....  
 Ora arrivo dei soccorritori: .....

**STATO DI COSCIENZA**

|   |  |  |
|---|--|--|
| A <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> | Frequenza respiratoria <input type="text"/><br>Sforzo respiratorio SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>Frequenza polso<br>Radiale <input type="checkbox"/> Carotideo <input type="checkbox"/> | Emorragie evidenti<br>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>Dove .....<br>Sudorazione profusa SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
|---|--|--|

**ESAME TESTA - PIEDI**

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>PUPILLE</b> DX SX<br>Grandi<br>Piccole<br>Diverse                        | Dolore spontaneo SI NO<br>Testa <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Collo schiena <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Torace <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Addome <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Bacino <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Dolore toccando SI NO<br>Testa <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Collo schiena <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Torace <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Addome <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Bacino <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Ferite SI NO<br>Testa <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Collo schiena <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Torace <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Addome <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Bacino <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
|   | Mano .....<br>Arto superiore .....<br>Arto inferiore .....<br>Piede .....  | Mano .....<br>Arto superiore .....<br>Arto inferiore .....<br>Piede .....   | Mano .....<br>Arto superiore .....<br>Arto inferiore .....<br>Piede .....  |
| Presenta brivido<br>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | Intensità dolore<br>lieve <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/>  | Muove mani SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>piedi SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>   | Sospetta frattura .....<br>Deformità evidente .....  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>T</b>   | <b>E</b>   | <b>M</b>  | <b>A</b>   |
| Tempo<br>Ora presunta dell'incidente<br>.....  | Eventi<br>nausea/vomito SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>convulsioni SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>perdita di coscienza SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>feci/urine SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | Medicine<br>ha assunto medicine SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>Ore.....<br>Cosa.....<br>Quanto..... | Alimenti<br>ha mangiato SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>ha bevuto SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>Ore.....<br>Cosa.....<br>Quanto..... |
| urina SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/><br>dopo l'incidente: normali <input type="checkbox"/> rosse <input type="checkbox"/> |  |   |  |

ALTRO.....  
 .....  
 .....



## → 10 L'ALLENAMENTO



### → LA PREPARAZIONE FISICA

Nel programmare qualsiasi tipo di attività fisica, risulta di fondamentale importanza individuare il modello di prestazione (modello dell'attività sportiva per la quale ci vogliamo allenare con le sue caratteristiche tecniche, fisiologiche, ecc).

Gli esercizi che ne costituiranno l'albero portante dovranno riproporre le parti significative del modello cinematico, dinamico, metabolico e coordinativo della prestazione; in poche parole gli esercizi che sceglieremo dovranno avere caratteristiche il più possibile simili alla tecnica d'esecuzione del modello di attività per cui vogliamo allenarci.

Nel caso specifico della nostra attività speleosubacquea il tecnico di soccorso speleosubacqueo si trova ad operare in diversi ambiti:

- montano, per l'avvicinamento al luogo ove si deve operare;
- ipogeo, all'interno della cavità;
- subacqueo, all'interno della cavità allagata.

Secondo la tipologia d'intervento, si potranno avere una, due o tutte e tre le situazioni (con la naturale predominanza delle attività in acqua). Inoltre, ogni situazione delle tre sopracitate, richiede capacità differenti che vanno analizzate per produrre un programma d'allenamento utile.

- Avvicinamento: è richiesta la capacità di camminare su piani di diversa natura e inclinazione con zavorre (materiale necessario alla progressione).
- Progressione in grotta: è richiesta la capacità di arrampicata sportiva, tecniche di salita su corda, progressione in ambienti difficili dove è richiesto anche l'ausilio delle braccia.
- Progressione in grotte allagate: sono richieste diverse tecniche natatorie, adattate alle situazioni che si possono incontrare in questo ambiente. Ad esempio: corrente, sedimenti, assetto, materiale che si trasporta, compito svolto, ecc.

Quando si parla di allenamento si deve distinguere l'allenamento tecnico dalla preparazione fisica; il primo lo si può eseguire esercitandosi sulle varie gestualità nei modi e negli ambienti in cui il tecnico opera (grotta, grotta allagata, montagna ecc.) mentre la preparazione fisica viene curata in ambienti specifici (palestre, piscina, campo d'atletica, ecc.) e con mezzi e strumenti diversi (pesi, elastici, corpo libero, ecc.). Per l'allenamento della parte speleologica, si consiglia, in abbinamento a questo programma, di frequentare un corso due volte la settimana, della "vecchia", ma sempre valida ginnastica educativa, data la varietà di movimenti che questa disciplina propone.

### → ADATTAMENTO CORPOREO NELL'ALLENAMENTO IN VASCA (EFFETTI DELL'ACQUA)

#### Sui muscoli e le articolazioni

In acqua diminuiscono i rischi di traumi e sovraccarichi articolari (articolazioni coinvolte nei movimenti e colonna vertebrale) grazie alla spinta idrostatica e idrodinamica. Anche i muscoli sono sottoposti ad un minor stress meccanico e ad un minor rischio di microtraumi e traumi (per questo motivo si avvertono minori dolori muscolari del giorno dopo).

### Sui liquidi corporei

La pressione dell'acqua e la spinta idrostatica contrastano il ristagno dei liquidi (drena i liquidi e li rimette in circolo; prima scendono alla caviglia e poi tornano verso l'alto). La pressione, maggiore a livello delle caviglie rispetto al tronco, favorisce il ritorno venoso, una migliore circolazione e l'aumento della diuresi.

### Sui polmoni

Maggior impegno dei muscoli inspiratori.

Riduzione della capacità vitale del 10% e della massima ventilazione polmonare del 15% per effetto della pressione dell'acqua (in acqua alta).

### Sui tessuti

L'acqua effettua una pressione sui tessuti che aumenta all'aumentare della profondità.

## → ADATTAMENTI FISIOLGICI DEL LAVORO IN ACQUA

A riposo, con il corpo immerso fino al collo, si ha una leggera diminuzione della frequenza cardiaca per effetto della diminuita forza di gravità. C'è inoltre una minima influenza della pressione esterna che favorisce la circolazione sanguigna centrale e periferica a vantaggio dei tessuti (ossigenazione).

In attività natatoria in vasca si verificano:

- Aumento della gittata sistolica
- Diminuzione della frequenza cardiaca massima di circa 10-15 battiti/minuto rispetto al lavoro di terra, visto il più veloce ritorno venoso.
- Diminuzione del volume polmonare per effetto della pressione, limitatamente alla minima pressione.
- Aumento della frequenza ventilatoria, volume corrente, del 5-10%.
- Maggior flusso ematico muscolare e un più rapido smaltimento di acido lattico.
- Maggior spesa energetica sia perché sono coinvolti più distretti muscolari che per la naturale termoregolazione.

La **densità** dell'acqua è di circa 800 volte superiore a quella dell'aria, questo è il motivo per cui il movimento in acqua sarà diverso in termini di velocità rispetto a quello di terra. L'acqua fredda si muove meno, quella calda di più, in quanto il calore aumenta la mobilità delle molecole rendendo l'acqua meno densa, riducendone le resistenze.

La **resistenza** dell'acqua aumenta in base alla velocità di movimento.

L'**equilibrio** in acqua è difficile da mantenere per:

- La spinta idrostatica (già in altezze comprese tra i 140/150 cm)
- Le correnti inerziali e le resistenze da vortici create dai movimenti ripetuti di chi si trova vicino.
- Il galleggiamento che è diverso tra individuo ed individuo in quanto coloro che hanno maggior massa magra tenderanno a galleggiare meno mentre quelli con maggior massa grassa galleggeranno di più. Questi ultimi dovranno impegnare maggiormente la muscolatura posturale

per contrastare la maggiore spinta idrostatica e trovare il corretto equilibrio.

## → CONCETTI SULL'ALLENAMENTO

### PRINCIPI FONDAMENTALI

- Conoscenza approfondita della muscolatura interessata nelle varie tecniche di movimento e conoscenza degli angoli di lavoro,
- Individuazione del meccanismo energetico principale,
- Adeguatezza del carico,
- Progressività del carico,
- Variazione degli stimoli.

L'obiettivo è quello di stimolare fenomeni d'adattamento da parte dell'organismo che in questo modo migliora la capacità di prestazione. L'allenamento è una modificazione (adattamento) morfo-funzionale stabile. Gli adattamenti insorgono quando l'organismo non riesce a far fronte alle richieste degli stimoli con il potenziale esistente o ci riesce con grande difficoltà e dipendono dalle caratteristiche degli organi coinvolti, dalle qualità psicologiche del soggetto, dall'età, dal livello di allenamento.

Lo stimolo allenante "disturba" l'organismo che si trova in equilibrio omeostatico. A questa fase segue una modificazione dell'organismo che si esplica in una risposta adattativa. Successivamente, ci sarà il ripristino dell'equilibrio omeostatico ad un livello più alto (supercompensazione).

Quindi la supercompensazione è una dinamica che fa aumentare le riserve funzionali dell'organismo, compensandone in modo sovrabbondante la perdita iniziale. Negli individui bene allenati la reazione è ridotta e veloce; nei giovanissimi è molto veloce, ma deve essere ridotta l'intensità sia dello stimolo che del carico: negli adulti e negli anziani la reazione allo stimolo è sempre più lenta.

Gli adattamenti avvengono nel momento del recupero, perciò il ruolo del recupero è quasi importante quanto quello del carico [allenamento – recupero – alimentazione].

## → PROGRAMMAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

### VALUTAZIONI GENERALI UTILI ALLA PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

- Anamnesi
- Stato di benessere psico-fisico ed efficienza fisica
- Valutazione dei movimenti e dei sistemi energetici predominanti
- Individuazione delle caratteristiche comuni
- Individuazione dei test di riferimento in relazione al modello di prestazione
- BMI (Body Mass Index) e rapporto massa grassa/massa magra.

La programmazione dovrà tenere presente:

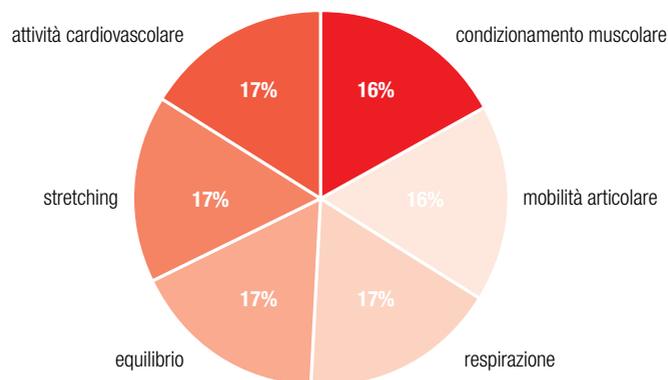
- Valutazione generale e speciale delle attività in esame
- Individuazione di modelli e parametri di valutazione specifici
- Determinazione dei singoli obiettivi

- Individuazione delle aree d'intervento
- Costruzione dei programmi di lavoro specifici
- Programmazione ed attuazione delle attività
- Individuazione dei test di verifica e controllo degli obiettivi.

### Componenti che useremo per la programmazione dell'allenamento

Le aree d'intervento da prendere in considerazione per un completo ed efficace risultato sono: Condizionamento Muscolare, Mobilità Articolare, Respirazione, Equilibrio, Stretching e Attività Cardiovascolare; naturalmente con valenze differenti in rapporto alla loro funzione nel programma studiato. Saltare una o più componenti significa mettere a repentaglio la buona riuscita del programma d'allenamento.

### Conoscenza del carico esterno e carico interno per determinare il programma di lavoro



Il carico esterno è la misurazione di ciò che fa l'atleta; il carico interno è la reale fatica cui si sottopone un atleta al carico esterno, per cui scegliere uno stesso carico interno per un principiante e un atleta di buon livello significa scegliere due carichi esterni totalmente differenti.

In sintesi, a uno stesso carico esterno in due persone diverse non corrisponde quasi mai uno stesso carico interno e viceversa. In parole povere il carico esterno corrisponde al programma d'allenamento che ci siamo dati e programmato, invece il carico interno è la risposta del nostro fisico (in termini di fatica, di risultato, di adattamento, ecc) al programma d'allenamento utilizzato.

La scelta del programma di lavoro, quindi il carico esterno, deve essere sempre tarata sulle potenzialità del singolo soggetto, quasi mai la stessa scheda di lavoro data a due persone differenti produce gli stessi effetti.

### → INDIVIDUAZIONE DELLA FREQUENZA CARDIACA E VO<sub>2</sub> MAX

La **Fc-max** (frequenza cardiaca massima teorica), che il cuore può raggiungere sotto sforzo dipende dall'età del soggetto, si basa sul concetto che l'uomo perde circa un battito cardiaco al minuto per ogni anno di età. Per la valutazione della percentuale di lavoro a cui avvicinarsi durante la somministrazione di una seduta di allenamento e/o dei test in funzione della frequenza cardiaca massima teorica, gli istruttori dei centri fitness utilizzano da moltissimi anni la formula proposta nel 1970 dal cardiologo William Haskell (dove la Fc- Max Teorica = 220 - età) e al risultato di questa si applica una percentuale che a seconda degli obiettivi varia tra il 55-60% e 80-85%.

Per frequenza cardiaca massima si intende quella rilevabile in particolari casi (test per atleti evoluti o in esercizi di elevate/massima intensità) dove, sotto controllo medico, si realizzano le condizioni fisiologiche e psicologiche che ne consentono il raggiungimento in sicurezza.

Il **VO<sub>2</sub> max**, (massimo consumo di O<sub>2</sub>), ovvero la massima capacità degli apparati cardiocircolatorio e respiratorio di fornire ossigeno ai muscoli, decresce dell'1% all'anno a partire dai 25 anni; maggiormente nel sesso femminile, sfavorito da una minor massa magra (percentuale muscolare).

Ciò è la conseguenza della graduale perdita dell'organismo delle capacità di trasportare, estrapolare ed utilizzare O<sub>2</sub>.

L'efficienza di questi fattori (massima frequenza ventilatoria da esercizio, diffusione dell'O<sub>2</sub> attraverso la membrana alveolo-capillare, il trasporto dell'O<sub>2</sub> attraverso l'emoglobina, i mitocondri, l'attività enzimatica aerobica ed il volume ematico globale) sarebbe, viceversa, stimolata favorevolmente con l'allenamento di resistenza.

Durante l'attività fisica, il rapporto VO<sub>2</sub> max e Frequenza Cardiaca è lineare, al crescere dell'una cresce anche l'altra.

### Fattori che influenzano il VO<sub>2</sub> max

- Età: il VO<sub>2</sub> max aumenta con l'età fino a raggiungere un picco verso i 18-25 anni. Dopo i 25 anni diminuisce di circa 1% all'anno.
- Fattori ereditari: da ricerche, l'ereditarietà risulta responsabile del 93% del VO<sub>2</sub> max.
- Allenamento: l'allenamento può influire sul VO<sub>2</sub> max dal 6% al 20% anche se sono stati riportati incrementi fino al 50%.
- Sesso: i soggetti maschi presentano valori di VO<sub>2</sub> max superiori a quelli femminili del 15-20% perché hanno una differente composizione corporea (> muscolatura) e una maggiore quantità di emoglobina (le donne ne perdono con i vari cicli mestruali).

### → TEST DI INGRESSO E DI VERIFICA – FORMULE DI RIFERIMENTO

Per valutare in modo oggettivo il livello di fitness cardiorespiratorio dell'allievo (VO<sub>2</sub> max), gli esperti del settore usano su atleti evoluti o nelle certificazioni d'idoneità sportiva agonistica, test massimali o sub-massimali.

Da parte dei tecnici specialisti c'è comunque una certa diffidenza nel sottoporre i soggetti a sforzo

massimale per i danni cardiaci o muscolo-scheletrici che ne possono derivare e per questo le prove da sforzo massimale sono sempre eseguite con la presenza del medico specialista fornito di defibrillatore ed attrezzatura specifica, dopo comunque aver studiato l'eziologia del paziente.

In questi test, eseguiti su tapis roulant, ciclo-ergometro o cardiostep, i fattori che interessano maggiormente sono la frequenza cardiaca relazionata al consumo di  $O_2$  (all'aumento della frequenza corrisponde un aumento del consumo di  $O_2$ ) ed il lattato ematico che può superare negli atleti evoluti, al max consumo di  $O_2$ , i 9 mmol (4 mmol è il livello sulla soglia anaerobica – OBLA).

Il consumo di  $O_2$  viene valutato attraverso una mascherina che misura l' $O_2$  dato rispetto al gas espirato; dalla differenza si ha l' $O_2$  utilizzato dall'organismo.

L' $O_2$  che viene fornito al soggetto è in percentuale il 20-21% del gas fornito (aria 21%  $O_2$ ). Se quindi in un minuto si ventilano 30 litri di aria, al soggetto vengono somministrati 6 litri di  $O_2$  (cioè il 20% escluso il volume nel tratto inerte).

Il lattato ha bisogno di una serie di eventi per comparire nel sangue (2-3 minuti).

L'iperventilazione si innesca quando il quoziente tra  $CO_2$  (anidride carbonica) e l' $O_2$  è superiore a uno.

Prima di iniziare il test viene eseguito un piccolo prelievo di sangue per valutare il tasso di lattato basale (è sempre presente una certa quota di lattato che può aggirarsi intorno ai 1,5 – 2,0 mmol/litro).

Una tipologia di test prevede che tra il 12° ed il 18° minuto (durata totale del test) debba essere raggiunto il max consumo di  $O_2$  portando gradatamente il soggetto verso la sua frequenza cardiaca max con un protocollo a step.

La velocità del tapis roulant, nel caso in cui il test si esegua su tale strumento, verrà aumentata ogni 3 minuti fino alla soglia anaerobica, individuata con un nuovo prelievo ematico; dopo di questa l'aumento verrà eseguito ogni minuto.

La velocità massima del tapis roulant è rapportata alla lunghezza degli arti inferiori e alle capacità del soggetto.

Questo test oltre a dare la frequenza cardiaca corrispondente al massimo consumo di  $O_2$  ( $VO_2$  max), dimostra che la relazione tra frequenza cardiaca e massimo consumo di  $O_2$  è vera (al crescere di una cresce anche l'altro valore), che aumentando il carico di lavoro aumenta il consumo di  $O_2$ , che alla fine del test si accumula lattato (da 9 mmol alle punte, nei casi particolari, fino ad 11 mmol) e che il quoziente respiratorio tra  $CO_2$  e  $O_2$  al massimo consumo di  $O_2$  è superiore all'unità.

Nei test di valutazione "da campo" o in palestra ci si accontenta di una misura più approssimativa (test sub-massimali) rispetto ai test di laboratorio che, se eseguiti correttamente, possono essere validi punti di riferimento per una valutazione ottimale ed una conseguente programmazione dell'attività.

Per la valutazione della frequenza cardiaca massima teorica a cui avvicinarsi durante la somministrazione dei test, gli istruttori dei centri fitness utilizzano da moltissimi anni la formula proposta dal cardiologo William Haskell (220 – età).

Tale formula fu il risultato di uno studio su pazienti cardiopatici ed ipertesi con un'età inferiore ai 60

anni e si basa sul concetto che l'uomo perde circa un battito cardiaco al minuto per ogni anno di vita. Questo calcolo ha però due limiti: uno per i giovanissimi, ai quali risulta una FCmax teorica molto alta e pericolosa (in tutti quei casi dove possono essere presenti patologie non ancora accertate), e l'altro per i soggetti con più di 55 anni, ai quali risulta una frequenza sotto stimata rispetto alle reali possibilità di allenamento.

Un recente studio realizzato dal fisiologo Douglas Seals (basato sull'osservazione di 18.712 persone sane tra i 18 e gli 81 anni) propone una nuova formula per il calcolo della frequenza cardiaca max teorica: l'età x 0,7 e sottrarre al risultato 208; il prodotto ottenuto sarà un numero negativo che indicherà la Fc max teorica.

In questi studi la categoria degli atleti è rimasta, ancora una volta, esclusa dalle valutazioni.

Eseguendo una comparazione tra le due formule, in quella di Haskell un ventenne può raggiungere i 200 BPM, il 44enne i 176 BPM e il 70enne i 150 BPM, con i limiti di cui sopra abbiamo parlato; con la proposta di Douglas il 20enne può raggiungere i più sicuri 194 BPM, il 44enne i 177 ed il 70enne 159 BPM.

La formula di Haskell tutela di più la fascia dei soggetti della terza età, mentre quella di Douglas può essere utilizzata nei casi di atleti della stessa fascia di età il cui vissuto sportivo dia garanzia sulla possibilità di raggiungere una frequenza cardiaca più alta.

Comunque sarà opportuno affiancare a questi calcoli di valutazione della frequenza cardiaca anche un sistema semplice di valutazione del proprio sforzo con le scale di Borg.

### → **SCALA DI BORG (RPE)**

Borg elaborò una graduatoria dei livelli di percezione soggettiva di fatica "RPE" (dalle iniziali Ratings of Perceived Exertion), basata inizialmente su una scala con punteggio da 1 a 20 e successivamente modificata con la scala CR-10 con 10 categorie di livelli.

Secondo Birk e Birk, per ottenere degli adattamenti dall'allenamento negli adulti, occorrerebbe esercitarsi tra il 12° e 15° grado della scala con 20 livelli. Ljunggren e collaboratori identificarono la soglia anaerobica, definita come massimo livello in cui sussista equilibrio tra acido lattico prodotto e acido lattico smaltito (4 mmol/litro) intorno al 15° e 16° grado.

Il livello cui essa corrisponde non sembra comunque influenzato dallo stato di allenamento.

Facciamo notare che la percezione dello sforzo per essere ben interpretata ha bisogno di una fase propedeutica guidata; l'allievo se non guidato e alle prime esperienze motorie, avrà una percezione carente e ritardata dello sforzo, andando incontro ad una possibile perdita di controllo.

Invitiamo tutti gli operatori a prevedere, anche per questo motivo, lo stato di affaticamento del proprio allievo dai chiari segni del linguaggio corporeo.

Non va mai posta in secondo piano la naturale voglia, da parte di alcuni allievi ad inizio attività, di esprimersi sovrastimando le proprie capacità, tali allievi vanno intelligentemente guidati e limitati dall'istruttore, senza toccare la loro sensibilità.

| RPE SCALA 1/20 |   | RPE SCALA 1/10 |  |
|----------------|---|----------------|--|
| 1              |   | 0              | Nulla                                    |
| 2              |   | 0,5            | Estremamente debole (appena percepibile) |
| 3              |   | 1              | Molto debole                             |
| 4              |   | 2              | Debole (leggero)                         |
| 5              |   | 3              | Moderato                                 |
| 6              |   | 4              | Moderato forte                           |
| 7              | Notevolmente leggera                          | 5              | Forte                                    |
| 8              |   | 5,6            | (soglia anaerobica secondo Ljunggren)    |
| 9              | Molto leggera                                 | 6              | Normale                                  |
| 10             |   | 7              | Assai forte                              |
| 11             | Moderatamente leggera                         | 8              |  |
| 12             |   | 9              |  |
| 13             | Un po' pesante                                | 10             | Estremamente forte                       |
| 14             |   |                |  |
| 15             | Pesante (soglia anaerobica secondo Ljunggren) |                |  |
| 16             |   |                |  |
| 17             | Molto pesante                                 |                |  |
| 18             |   |                |  |
| 19             | Notevolmente pesante                          |                |  |
| 20             |   |                |  |

➔ **FORMULA DI KARVONEN**

Una proposta per la valutazione della frequenza cardiaca allenante è quella dello scienziato americano M.J. Karvonen.

Quest'ultimo propone "(220 - età) - Fc di riposo x il target allenante + Fc di riposo" il cui risultato doveva dare la frequenza cardiaca di soglia anaerobica attraverso il valore del target allenante.

Il target allenante poteva essere attribuito attraverso un semplice test per valutare la capacità aerobica.

Tra questi lo step test può essere considerato il più adatto per quei soggetti senza complicanze articolari (articolazioni: coxo-femorale, tibio-peroneo-astraglica, femoro-tibiale) e non in situazione di sovrappeso mentre, negli altri casi, il test di camminata o Rockport Test ("Test del miglio") può evitare i sovraccarichi articolari imposti dallo step.

Prima di proporre lo Step Test, utile per organizzare un piano di allenamento, sarà importante essere sicuri dello stato di salute. Lo Step Test può essere proposto utilizzando gradini, panche o lo stesso step, purché si raggiunga l'altezza di 40 cm per i maschi e 33 cm per le femmine.

Ci si deve quindi munire di metronomo, o di base musicale, purché rispetti i 90 bpm. Il test dura 5 minuti e consiste nel salire e scendere da un gradino ad un ritmo stabilito (dx-sx dx-sx o viceversa), poggiando completamente il piede a terra in entrambe le azioni e abbinando l'inspirazione alla discesa e l'espirazione alla salita.

Viene contemplata la possibilità di cambiare in fase di esercizio l'appoggio del piede purché questo non avvenga in fase di volo e si mantenga il ritmo stabilito.

In funzione della realizzazione della formula di Karvonen, prima di iniziare il test, bisognerà far rilevare a ciascun allievo la frequenza cardiaca di riposo, dall'arteria radiale del polso sinistro o dalla giugulare, in posizione seduta, per 15 sec. e successivamente, moltiplicando il valore per 4, si otterrà la frequenza cardiaca di riposo al minuto o utilizzando un semplicissimo e ormai diffusissimo cardiofrequenzimetro che ci darà la frequenza cardiaca rilevata istantaneamente e costantemente per tutto il test. Dopo di ciò, si potrà dare avvio al test, che durerà 5 minuti.

Alla fine del test, tra il 15° e il 30° secondo, si dovrà registrare la frequenza cardiaca ottenuta in 15" o, più velocemente con il cardiofrequenzimetro, posizionato correttamente prima dell'inizio della prova da sforzo, in prossimità del 30° secondo, dividendo la cifra totale per 4 in modo da avere il riferimento dei 15 secondi.

Successivamente, il valore ottenuto dovrà essere rapportato nelle tabelle di riferimento, successivamente illustrate, al peso e poi all'età.

Il valore raggiunto ci indicherà il livello di fitness dell'allievo, dandoci il target (obiettivo) da inserire nella formula di Karvonen.

Se il livello sarà medio-buono, il target corrisponderà a 0,6, se buono a 0,7, se eccellente a 0,8. Ciò, come abbiamo già detto, ci permetterà di individuare la frequenza cardiaca di soglia.

Diverrà poi opportuno, a distanza di tempo, ripetere tutta l'operazione per verificare i progressi ottenuti.

Da Physiology of Fitness Appendix B

Tavola 1 Women's Fitness Score Postexercise

| Pulse | (2) count |    |    |    |    |    |    |    | (3) Fitness score |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|       | 29        | 29 | 29 | 30 | 30 | 30 | 31 | 31 | 29                | 29 | 29 | 30 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| 45    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 44    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 43    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 42    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 41    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 40    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 39    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 38    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 37    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 36    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 35    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 34    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 33    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 32    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 31    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 30    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 29    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 28    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 27    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 26    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 25    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 24    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| 23    |           |    |    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |    |    |
| KG    | 36        | 41 | 45 | 50 | 55 | 59 | 64 | 68 | 73                | 77 | 82 | 86 |    |    |    |    |

Tavola 2 Physical Fitness Rating - Women

(Use age-adjusted score)

| age | Nearest Superior | Excellent | Very good | Good  | fair  | Poor  | Very poor |
|-----|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----------|
|     |                  |           |           |       |       |       |           |
| 15  | 54+              | 53-49     | 48-44     | 43-39 | 38-34 | 33-29 | 28-       |
| 20  | 53+              | 52-48     | 47-43     | 42-38 | 37-33 | 32-28 | 27-       |
| 25  | 52+              | 51-47     | 46-42     | 41-37 | 36-32 | 31-27 | 26-       |
| 30  | 51+              | 50-46     | 45-41     | 40-36 | 35-31 | 30-26 | 25-       |
| 35  | 50+              | 49-45     | 44-40     | 39-35 | 34-30 | 29-25 | 24-       |
| 40  | 49+              | 48-44     | 43-39     | 38-34 | 33-29 | 28-24 | 23-       |
| 45  | 48+              | 47-43     | 42-38     | 37-33 | 32-28 | 27-23 | 22-       |
| 50  | 47+              | 46-42     | 41-37     | 36-32 | 31-27 | 26-22 | 21-       |
| 55  | 46+              | 45-41     | 40-36     | 35-31 | 30-26 | 25-21 | 20-       |
| 60  | 45+              | 44-40     | 39-35     | 34-29 | 29-25 | 24-20 | 19-       |
| 65  | 44+              | 43-39     | 38-34     | 33-28 | 28-24 | 23-19 | 19-       |

→ SCHEDE E PROGRAMMI DI ALLENAMENTO

**ALLENAMENTO CARDIOVASCOLARE**

I mezzi che potremo utilizzare per l'allenamento dell'attività cardiovascolare saranno tre: la corsa, la camminata sportiva su piano inclinato ed il nuoto con diverse tecniche, nel nostro programma ne prenderemo in considerazione solo una, la corsa.

I parametri di cui tenere conto saranno:

- Il tempo (che andrà dai 20 minuti iniziali ai 60 minuti nella fase avanzata)
- La distanza (dai 2 ai 10 km)
- La tecnica d'esecuzione (corsa continua o interrotta)
- La Frequenza Cardiaca (dal 60% al 90% di 220-età Fc max Teorica)
- (RPE) La scala di Borg
- Obiettivo (adattamento anatomico- resistenza moderata- resistenza efficace)
- La programmazione settimanale (due-tre allenamenti settimanali)
- La programmazione mensile (12-14 settimane)

Sarà opportuno servirsi di un cardiofrequenzimetro ed aver fatto una visita medica sportiva non agonistica preventiva.

Proposta di Programma d'allenamento cardiovascolare con tecnica di corsa.

**Prima fase**

Adattamento anatomico e funzionale - Obiettivo Resistenza Moderata

| SETT. | TEMPO     | F.C.   | RPE                              | TECNICA        | KM PERCORSI | ALLENAMENTI SETTIMANA |
|-------|-----------|--------|----------------------------------|----------------|-------------|-----------------------|
| 1     | 20/30 min | 65/75% | da medio a moderatamente pesante | corsa continua | 2-4         | 2-3                   |
| 2     | 30/40 min | 65/75% | da medio a moderatamente pesante | corsa continua | 3-6         | 2-3                   |
| 3     | 40/50 min | 65/75% | da medio a moderatamente pesante | corsa continua | 3-8         | 2-3                   |

**Seconda fase**

Adattamento anatomico e funzionale - Obiettivo Resistenza Efficace

| SETT. | TEMPO     | F.C.   | RPE                             | TECNICA        | KM PERCORSI | ALLENAMENTI SETTIMANA |
|-------|-----------|--------|---------------------------------|----------------|-------------|-----------------------|
| 4-6   | 50/60 min | 65/85% | da medio a notevolmente pesante | corsa continua | 4-10        | 2-3                   |

**Terza fase**

Adattamento anatomico e funzionale - Obiettivo Resistenza Efficace

| SETT. | TEMPO     | F.C.   | RPE                                     | TECNICA            | KM PERCORSI | ALLENAMENTI SETTIMANA |
|-------|-----------|--------|---|--------------------|-------------|-----------------------|
| 4     | 50/60 min | 65/90% | da medio leggero a estremamente pesante | corsa intervallata | 4-6         | 2-3                   |

Tavola 3 Men's Fitness Score

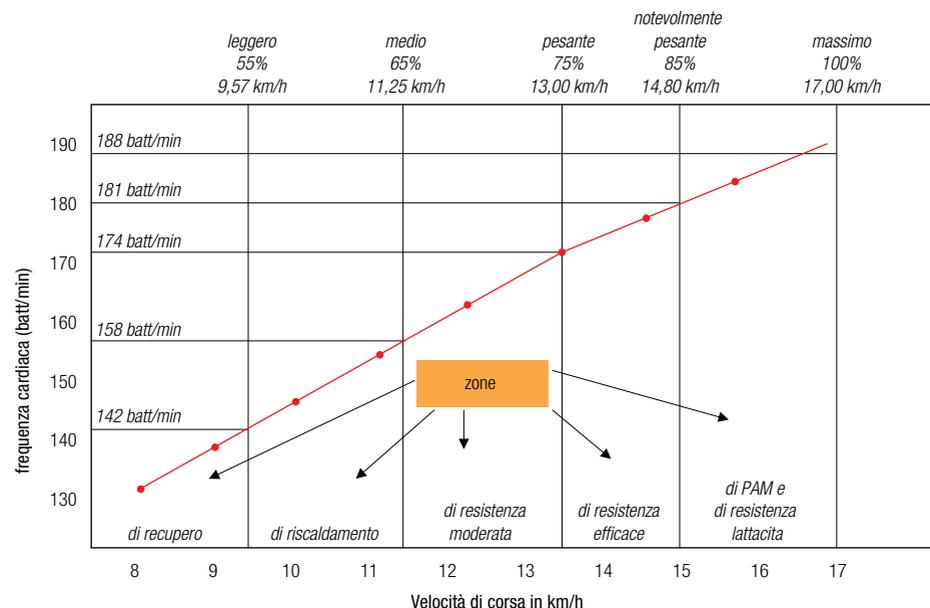
| Postexercise pulse count |    | Fitness score |     |
|--------------------------|----|---------------|-----|
| 45                       | 33 | 33            | 33  |
| 44                       | 34 | 34            | 33  |
| 43                       | 35 | 35            | 34  |
| 42                       | 36 | 36            | 35  |
| 41                       | 37 | 37            | 36  |
| 40                       | 38 | 38            | 37  |
| 39                       | 39 | 39            | 38  |
| 38                       | 40 | 40            | 39  |
| 37                       | 41 | 41            | 40  |
| 36                       | 42 | 42            | 41  |
| 35                       | 43 | 43            | 42  |
| 34                       | 44 | 44            | 43  |
| 33                       | 45 | 45            | 44  |
| 32                       | 46 | 46            | 45  |
| 31                       | 47 | 47            | 46  |
| 30                       | 48 | 48            | 47  |
| 29                       | 49 | 49            | 48  |
| 28                       | 50 | 50            | 49  |
| 27                       | 51 | 51            | 50  |
| 26                       | 52 | 52            | 51  |
| 25                       | 53 | 53            | 52  |
| 24                       | 54 | 54            | 53  |
| 23                       | 55 | 55            | 54  |
| 22                       | 56 | 56            | 55  |
| 21                       | 57 | 57            | 56  |
| 20                       | 58 | 58            | 57  |
| 19                       | 59 | 59            | 58  |
| 18                       | 60 | 60            | 59  |
| 17                       | 61 | 61            | 60  |
| 16                       | 62 | 62            | 61  |
| 15                       | 63 | 63            | 62  |
| 14                       | 64 | 64            | 63  |
| 13                       | 65 | 65            | 64  |
| 12                       | 66 | 66            | 65  |
| 11                       | 67 | 67            | 66  |
| 10                       | 68 | 68            | 67  |
| 9                        | 69 | 69            | 68  |
| 8                        | 70 | 70            | 69  |
| 7                        | 71 | 71            | 70  |
| 6                        | 72 | 72            | 71  |
| 5                        | 73 | 73            | 72  |
| 4                        | 74 | 74            | 73  |
| 3                        | 75 | 75            | 74  |
| 2                        | 76 | 76            | 75  |
| 1                        | 77 | 77            | 76  |
| KG                       | 5  | 59            | 64  |
|                          | 6  | 68            | 73  |
|                          | 7  | 77            | 82  |
|                          | 8  | 86            | 91  |
|                          | 9  | 95            | 100 |
|                          | 10 | 104           | 109 |

Tavola 4 Physical Fitness Rating - Men

(Use age-adjusted score)

| Nearest age | Superior | Excellent | Very good | Good  | fair  | Poor  | Very poor |
|-------------|----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----------|
| 15          | 57+      | 56-52     | 51-47     | 46-42 | 41-37 | 36-32 | 31-       |
| 20          | 56+      | 55-51     | 50-46     | 45-41 | 40-36 | 35-31 | 30-       |
| 25          | 55+      | 54-50     | 49-45     | 44-40 | 39-35 | 34-30 | 29-       |
| 30          | 54+      | 53-49     | 48-44     | 43-39 | 38-34 | 33-29 | 28-       |
| 35          | 53+      | 52-48     | 47-43     | 42-38 | 37-33 | 32-28 | 27-       |
| 40          | 52+      | 51-47     | 46-42     | 41-37 | 36-32 | 31-27 | 26-       |
| 45          | 51+      | 50-46     | 45-41     | 40-36 | 35-31 | 30-26 | 25-       |
| 50          | 50       | 49-45     | 44-40     | 39-35 | 34-30 | 29-25 | 24-       |
| 55          | 49+      | 48-44     | 43-39     | 38-34 | 33-29 | 28-24 | 23-       |
| 60          | 48+      | 47-43     | 42-38     | 37-33 | 32-28 | 27-23 | 22-       |
| 65          | 47+      | 46-42     | 41-37     | 36-32 | 31-27 | 26-22 | 21-       |

**Curva frequenza cardiaca - velocità - % VAM**



Esempio di rapporto tra scala di Borg, frequenza cardiaca e velocità aerobica massima di un soggetto.

## ALLENAMENTO DELLA FORZA

Useremo esercizi con sovraccarico e esercizi a carico naturale (per il loro grande coinvolgimento coordinativo-funzionale) dove stimoleremo la forza massima dall'80 al 95% di 1RMax e la forza resistente dal 40 al 60% di 1RMax.

Dove per 1 Ripetizione massima (1RMax) si intende una ripetizione eseguita con un carico massimale che non permette di effettuare una seconda esecuzione di seguito, senza una pausa, e con la corretta tecnica di movimento.

Massimale o carico massimo è invece il massimo carico che si può sollevare con una ripetizione massima. Per calcolare indirettamente, senza eseguire una prova massimale, il carico da utilizzare nella percentuale (rispetto al massimo) richiesta dell'esercizio si dovrà utilizzare la seguente Tabella di Sinclair con il numero di ripetizioni per ogni carico espresso in percentuale rispetto all'1RM.

| %    | 100 | 95  | 90  | 85  | 80  | 75  | 70    | 65    | 60    | 55    | 50    | 45-40 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RIP. | 1   | 1-2 | 2-3 | 4-5 | 7-6 | 9-8 | 11-10 | 14-12 | 16-15 | 20-17 | 25-21 | >30   |

*esempio: se eseguiamo con 70 kg 6 ripetizioni, il massimale teorico sarà come da tabella, le 6 ripetizioni, corrispondono all' 80% quindi  $(70:80) \times 100 = 0,875 \times 100 = 87,5$  kg 1Rm.*

## STRETCHING

È riconosciuto da diversi autori che lo stretching produca un incremento della flessibilità muscolo tendinea (Worrel et al. 1994) ed è di fondamentale importanza per migliorare il rapporto tra il movimento delle articolazioni, nella sua componente d'escursione angolare, e la relativa sinergia dei muscoli agonisti ed antagonisti, coinvolti nello stesso movimento articolare.

Altri autori però evidenziano come lo stretching non abbia effetti particolari sulla prevenzione degli infortuni (Herbert, Gabriel 2002) e sul riscaldamento (Van Mechelen et al. 1993) ed altri ritengono che al contrario se somministrato prima della prestazione sportiva lo stretching possa peggiorare il rendimento dell'atleta in gara (Wiemann, Klee 2000; Young, Elliot 2001; Kokkonen et al. 1997).

Note sull'allenamento dello stretching:

- Mantenere le posizioni dai 30 secondi ai 2 minuti
- Arrivare fino ad una soglia di fastidio ma non di dolore
- Aumentare la pressione di spinta o di trazione progressivamente all'interno della stessa ripetizione, partendo da una pressione leggera
- Eseguire prima dei movimenti senza carico sui distretti coinvolti dallo stretching.

## MOBILITÀ ARTICOLARE ED ESERCIZI DI COMPENSAZIONE DELLA MUSCOLATURA PROFONDA

È importante mantenere le articolazioni sempre mobili in quanto l'articolazione nella sua struttura viene mantenuta efficiente proprio grazie al movimento. Allo stesso modo, allenare la muscolatura profonda, cioè quei piccoli muscoli che attraverso la loro azione permettono la stabilizzazione dell'articolazione durante i movimenti complessi, garantendone l'efficienza e prevenendo gli infortuni.



## → 11 NOZIONI DI BASE SUI MATERIALI



### → BARELLE

Uno degli scenari di intervento è rappresentato dal soccorso ad uno speleosub infortunato oltre un sifone permanente. È una situazione che il soccorso speleosubacqueo fin dalla sua costituzione ha iniziato ad analizzare e a studiare poiché comporta una complessità notevole, in questo caso l'intervento non è limitato ad una ricerca e recupero, ma impone un'azione di medicalizzazione oltre il sifone, con tutto ciò che necessita l'allestimento di un campo ed il trasporto di tutta l'attrezzatura necessaria: tenda medica, viveri, riscaldatori, attrezzatura sanitaria e medicinali.

Oltre agli aspetti teorici e di analisi, il soccorso è oltre vent'anni che sperimenta sul campo le tecniche specifiche da applicare, risale al 1987 la prima manovra effettuata alla Grotta del Gorgo Santo in cui uno speleosub viene imbarellato, condizionato con un autorespiratore a circuito aperto e trasportato oltre un sifone, mentre la prima manovra nazionale della COM.SUB. in cui è stata simulata una ospedalizzazione post sifone è stata effettuata nel 1992 alla Grotta a Male. Nel corso di questi oltre vent'anni ripetutamente la COM.SUB. ha svolto esercitazioni di ospedalizzazione e trasporto di infortunati condizionati in barella oltre sifone affrontando situazione e scenari sempre diversi per analizzare e studiare le esperienze ed evolvere continuamente tecniche e materiali, fino a giungere nel 2004 al trasporto della barella con tre accompagnatori trainandola con un DPV per un tratto sommerso di oltre 600 metri alla Grotta del Bue Marino.

Tuttavia fino ad oggi non abbiamo avuto un'esperienza diretta di incidenti di questo tipo, fortunatamente non ne sono mai capitati nonostante gli speleosubacquei affrontino ormai con notevole frequenza esplorazioni lunghe ed impegnative in ambienti post sifone.

In questo capitolo invece affronteremo il problema delle barelle, indispensabili quando in base alle indicazioni del medico le condizioni dell'infortunato lo richiedano.

Nel corso degli anni si è svolto e prosegue tuttora un dibattito se sviluppare ed utilizzare una barella specifica oppure adattarne una normale speleologica per renderla compatibile per un trasporto subacqueo. Ad oggi gli esperimenti con il primo tipo di barelle non han-



no dato i risultati sperati, i diversi prototipi con forma, dimensioni e soluzioni più strane e diverse non hanno retto alle dure leggi imposte dall'operatività in grotta.

La barella normalmente utilizzata dalle squadre speleologiche si è nel corso del tempo dimostrata la più pratica e versatile, nei tratti aerei verticali e orizzontali viene movimentata applicando le tecniche di trasporto definite dalla Scuola Nazionale Tecnici di Soccorso Speleologico, adottate e conosciute da tutti i tecnici di soccorso speleologico che sono in grado di utilizzare ed operare con assoluta familiarità con tale barella che non richiede in ambito subaereo uno specifico addestramento.

Il trasporto subacqueo ovviamente impone un adattamento perché è necessario risolvere i due principali problemi per affrontarlo. Innanzi tutto deve essere applicato alla barella un sistema di autorespiratori ed essa deve essere condizionata con l'applicazione di una adeguata zavorratura per renderla neutra in acqua.

Per quanto concerne il trasporto delle bombole quando non vengono utilizzate per la respirazione dall'infortunato possono essere adottati a seconda delle condizioni due sistemi: o fissarle all'interno della barella, oppure trasportarle indipendentemente come bombole di fase, perciò dovranno essere predisposte con punti di aggancio all'altezza dell'ogiva e a un terzo dal fondello. Quanto agli erogatori è indispensabile per la loro delicatezza che anche nel trasporto subacqueo vengano protetti dagli urti, la soluzione migliore è trasportarli in contenitori stagni per evitare l'allagamento del primo stadio, ove le condizioni lo consentono è possibile montarli sulle bombole e naturalmente mantenerli in pressione. Come più sopra detto nei tratti aerei la barella viene movimentata nelle zone verticali e in quelle orizzontali secondo le normali procedure di trasporto, calata e recupero previste nelle grotte aeree.

Nella movimentazione della barella il punto più delicato è il momento in cui deve essere calata in acqua o recuperata dall'acqua. La regola generale è che la barella venga allestita con le bombole quanto più vicino possibile al punto di immersione poiché la movimentazione poi diventa estremamente difficile per il peso e per gli ingombri del sistema, viceversa all'uscita la barella dovrà essere disassemblata dalle bombole quanto prima possibile per alleggerirla ed agevolare il recupero che sarà comunque impegnativo a causa del peso dell'acqua che la impregna.

### ZAVORRATURA

La zavorratura per rendere l'assetto della barella neutro è uno degli aspetti più importanti, delicati e di difficile soluzione. Fino ad ora gli sforzi per standardizzare e rendere uniforme la zavorratura per quantità e disposizione non hanno avuto successo, infatti le variabili che condizionano l'assetto



sono innumerevoli, pertanto per fare un buon lavoro è necessario volta per volta dedicare del tempo a questo aspetto applicando la giusta quantità di zavorra nei punti necessari affinché la barella, sia quando è vuota che quando è carica, abbia un assetto neutro ed un trim ottimale per trasportarla senza fatica nelle gallerie subacquee. Infatti una barella in condizione neutra e con un buon trim potrà essere movimentata senza particolari difficoltà, mentre una barella con assetto negativo o positivo o un pessimo trim comporterà un grande sforzo e una grande difficoltà per coloro che dovranno trasportarla.

Perciò prima di iniziare il trasporto subacqueo è indispensabile calare la barella in acqua, fare in modo di svuotare tutte le sacche d'aria che possono formarsi, attendere che tessuto, fettucce ed eventuali imbottiture si impregnino, poi zavorrarla adeguatamente disponendo i pesi in modo da farle assumere un trim ottimale.

Questa operazione dovrà inevitabilmente essere ripetuta prima di ogni immersione sia a barella carica che scarica.



## → IMBARELLAMENTO

### BOMBOLE

L'esperienza maturata ad oggi porta a risolvere il problema con l'applicazione di tre bombole, due laterali posizionate ai fianchi tra le spalle ed il bacino dell'infortunato e la terza nella parte inferiore

della barella tra le gambe dell'infortunato.

Le due laterali costituiscono il sistema principale di respirazione e vengono gestite con la medesima procedura delle due bombole separate classica della speleologia subacquea. La terza costituisce l'emergenza.

La capacità delle bombole dovrà essere rapportata alla lunghezza e profondità del sifone e comunque non inferiore a 7 litri.

Le bombole laterali esterne devono essere tassativamente con la rubinetteria protetta ed essere fissate alla barella con supporti ed elastici per consentire un rapido allestimento e disallestimento, il collo della bombola dovrà essere vincolato con un cordino ad un anello portante della barella per evitare il rischio di sfilamento.

Alle bombole dovranno essere collegati erogatori bistadio, tutti muniti di manometri e frusta di bassa pressione con attacco rapido. Le fruste di collegamento tra i primi e secondi stadi dovranno essere di lunghezza adeguata per consentire un'agevole respirazione all'infortunato.

## → TRASPORTO DEL MATERIALE

### CONTENITORI STAGNI

Come già accennato nella sezione relativa i contenitori stagni rigidi rappresentano la soluzione ideale per il trasporto di materiali delicati al di là dei tratti sifonanti. Nelle prime fasi della pratica speleosubacquea si è tentato di utilizzare sacchi morbidi stagni che garantissero la tenuta all'acqua e minimizzassero le problematiche legate alla zavoratura ed agli ingombri. Tuttavia tali soluzioni non furono soddisfacenti ed oggi si utilizzano sostanzialmente il contenitore rigido ed i normali sacchi da speleologia, adeguatamente assemblati, con i quali si trasportano gli oggetti che non subiscono danni nell'immersione (corde, ecc.). I contenitori stagni rappresentano il mezzo di trasporto ideale per materiali delicati (vestiti, medicinali, ecc.) e garantiscono una



La bombola viene fissata su una doppia slitta metallica mediante elastici.



Il trasporto della barella è normalmente previsto con tre tecnici.

alta affidabilità e tenuta idraulica a mezzo di un o-ring posizionato sotto il coperchio, tuttavia richiedono una frusta di bassa pressione per la loro riapertura che collegandosi alla valvola immette gas nel contenitore provocando una sovrappressione interna con conseguente "apertura" del coperchio. Inoltre richiedono una zavoratura consistente e variabile di volta in volta in funzione del contenuto.

## → ORGANIZZAZIONE

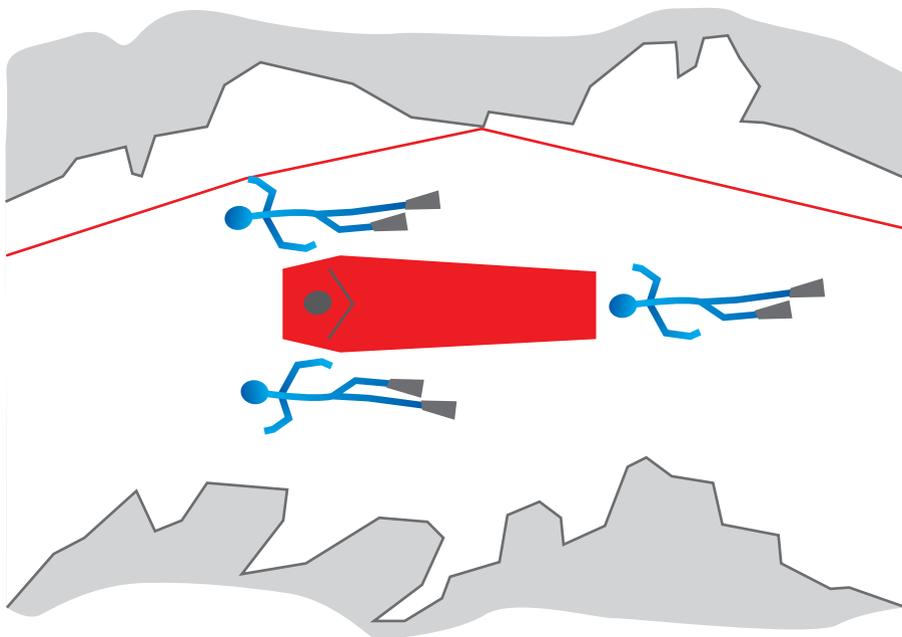
### TRASPORTO

Il trasporto di un infortunato con la barella in un sifone è una delle operazioni più delicate e complesse che devono essere affrontate nel corso di un intervento speleosubacqueo. Richiede un grande addestramento ed un grande affiatamento del team che lo effettua. L'esercizio e l'esperienza pratica sono fondamentali e non possono essere sostituiti da nessun esercizio o simulazione

teorica. La precisione e la rapidità con cui viene condotta sono essenziali, in questo caso la rapidità di esecuzione (non la semplice velocità) è sicurezza, infatti bisogna contenere il più possibile l'esposizione dell'infortunato nella zona a più alto rischio ove la possibilità di intervenire con pratiche medicali è estremamente ridotta se non nulla.

Il team standard per il trasporto è costituito da tre persone, una per ogni lato e la terza ai piedi, per la più efficace esecuzione come già ripetutamente ricordato, è fondamentale porre la barella con l'infortunato in assetto neutro e con un trim ottimale. Nessuna aggiunta di speleosub al team potrà compensare un assetto o un trim non curato. La difficoltà, la fatica e lo stress di un trasporto subacqueo aumenta in modo esponenziale al diminuire dell'accuratezza di assetto e trim della barella.

Lo standard del team di trasporto è costituito da tre tecnici e deve essere considerato una base di riferimento rispetto a cui adattare il numero di persone addette al trasporto in relazione alle condizioni della morfologia del sifone da percorrere e alla visibilità esistente al momento dell'operazione. Va da sé che in tratti particolarmente angusti gli operatori sulla barella non potranno essere che due, uno in testa ed uno in coda poiché manca lo spazio fisico per procedere affiancati. In condizioni di visibilità estremamente ridotte si potrà prendere in considerazione l'ipotesi di aggiungere un quarto componente in testa con uno spezzone di corda. Si tratta di adattamenti allo schema base che potranno essere valutati e adottati solo nella situazione concreta e nel contesto in cui si troverà ad operare. La molteplicità di variabili e di condizioni esistenti nella realtà impedisce di si-



stematizzare le soluzioni, anzi il rischio di dogmatismi irrazionali ed irragionevoli può portare ad un ottuso e cieco schematismo con sicuri effetti negativi in una situazione che invece richiede sempre flessibilità ed apertura mentale per adottare le migliori scelte in relazione alla situazione in cui ci si trova ad operare. In ogni caso va sempre tenuto ben presente che nessun incremento del numero di tecnici adibiti al trasporto della barella in immersione potrà mai sopperire a carenze addestrative.



*L'attrezzatura personale deve essere predisposta per garantire la massima idrodinamicità ed evitare intrappolamenti.*

## → 12 DIVER PROPULSION VEHICLE DPV (PER TRASPORTO BARELLA E RICERCA)



Gli attuali, possibili, scenari d'intervento nei quali la COM.SUB del C.N.S.A.S. è chiamata ad intervenire comprendono sifoni o risorgenze di media-lunga percorrenza; in tali contesti l'utilizzo di propulsori subacquei si rivela di grande valore, sia per il trasporto degli operatori, sia per quello dei materiali.

Il DPV non è un giocattolo, né un mezzo idoneo ad un salvataggio. La sua funzione è esclusivamente quella di un ausilio al tecnico esperto, adeguatamente formato, e con uno specifico addestramento.

Il DPV ed i suoi componenti, nel caso specifico la batteria ed il carica batteria, sono destinati anche essi ad un uso consapevole ed esperto, esclusivamente da chi abbia seguito uno specifico addestramento e conosca le istruzioni d'uso che accompagnano ogni prodotto immesso sul mercato.

### → ANATOMIA DEL DPV

Gli elementi principali di un DPV sono:

- **Motore:** elettrico di potenza compresa tra 0.6 e 1.5 CV (0.5 e 1.1 kw), la tensione d'alimentazione può essere di 12 o 24 volt.
- **Elica:** realizzata in materiale plastico od in alluminio, il numero di pale può variare tra 3 e 9, secondo il rendimento che si vuole ottenere, a passo fisso o variabile; sono da preferire eliche a passo fisso, poiché più robuste.
- **Trasmissione e frizione:** quest'elemento si trova tra il motore e l'elica, all'interno dello scafo stagno del DPV. Lo scopo del riduttore è appunto di ridurre i giri del motore (circa 1500/3000 giri/minuto) ad un valore compatibile con le caratteristiche dell'elica montata. La frizione ha lo scopo di non bloccare il motore, evitando di bruciarlo, nel caso di un blocco dell'elica.
- **Convogliatore:** è l'anello circolare posto attorno all'elica, serve per forzare la massa d'acqua sull'elica. Da questo componente, insieme alle caratteristiche dell'elica, dipende il rendimento generale del DPV. I convogliatori possono avere una forma conica (con sezione ad ala) o cilindrica. È da preferire quello a forma conica, poiché garantisce un ottimale afflusso d'acqua all'elica.
- **Batterie:** rappresentano la riserva d'energia che il motore converte in movimento. La tecnologia delle batterie, negli ultimi anni, sta avendo un'evoluzione rapidissima. Nei DPV storicamente si utilizzavano batterie al piombo-gel (SlA), con una capacità che può variare tra i 12Ah e i 36Ah per i modelli più grandi, ed oltre. Negli ultimi anni, le batterie al piombo, sono state affiancate da quelle al nichel-metalidrato (Ni-Mh), il cui vantaggio principale consiste nella molto maggiore densità energetica (energia per unità di massa), mentre lo svantaggio principale consiste nel fatto di essere prodotte in unità piccole, il che obbliga alla messa a punto di circuiti serie-parallelo per ottenere la tensione/amperaggio desiderata, tale che in alcuni casi si rende necessaria una gestione elettronica.
- **Comandi:** utilizzati per la regolazione della velocità e per dirigere il veicolo. Possono essere posti anteriormente o posteriormente a seconda della posizione di guida.
- **Variatore di velocità:** i sistemi utilizzati per variare la velocità possono agire:
  - sul passo dell'elica e quindi variando l'avanzamento per giro; lo svantaggio di questa

soluzione è insito nella maggior complessità dell'elica stessa, aumentandone la fragilità;

- sulla configurazione del collegamento delle batterie (serie/parallelo, 12/24 volt) e sulla configurazione degli avvolgimenti del motore (serie/parallelo); lo svantaggio di questo sistema consiste nel fatto che lo stesso circuito è alimentato a 12 volt nelle prime due velocità, a 24 volt nelle seconde due velocità, causando surriscaldamenti e malfunzionamenti dei componenti elettrici (relè), che si possono bloccare in posizione accesa;
- utilizzando un regolatore di tensione switching per l'alimentazione del motore.
- **Involucro esterno:** a forma ogivale, garantisce la protezione dall'acqua; la profondità massima può variare tra i 40 metri e i 180 metri.

## → TIPOLOGIE DI DPV

I DPV possono essere distinti in due tipologie, in base alla posizione di guida: i "Tow Behind" e i "Ride on Top".

### TOW BEHIND

Sotto questa categoria ricadono i DPV che sono concepiti per trainare il subacqueo, vincolato al veicolo stesso tramite un cordino a "V". Hanno i comandi sulla parte posteriore.

La posizione di guida corretta deve essere orizzontale, per aumentare l'idrodinamicità e di conseguenza diminuire la resistenza all'avanzamento, in posizione posteriore rispetto al DPV, pochi centimetri sopra il flusso di scarico dell'elica, per non ostacolarlo.

L'anello per agganciare il cordino normalmente è presente su tutte le imbracature dei jacket tecnici.

### RIDE ON TOP

Sotto questa categoria ricadono i DPV che devono essere guidati a cavalcioni.

## → UTILIZZO PRATICO

Questo capitolo farà riferimento solo all'utilizzo dei DPV tipo "Tow Behind", poiché la commissione ha deciso di adottare tale tipologia di scooter.

Per massimizzarne l'efficienza, durante la guida, devono essere tenuti in considerazione i seguenti aspetti:

- Il cordino a "V" con cui il tecnico si vincola al DPV deve essere di lunghezza regolabile tramite nodi scorsoi;
- Il "sistema" DPV - operatore deve assumere un assetto neutro, in modo tale che tutta la forza prodotta dal propulsore sia utilizzata per l'avanzamento; in caso contrario, per compensare questa mancanza, l'operatore sarebbe costretto ad avanzare con lo scooter leggermente inclinato rispetto alla direzione di marcia, perciò parte della forza prodotta dal propulsore sarebbe utilizzata per compensare l'assetto sbagliato. L'operatore deve assumere la posizione più idrodinamica (orizzontale) possibile; con il baricentro (punto d'aggancio della longe all'anello ventrale) il più possibile in asse con il DPV. Si deve ricordare che la scia prodotta dall'elica deve aver modo di "scaricare" liberamente, senza investire l'operatore o la sua attrezzatura.

Particolare attenzione deve essere rivolta ai secondi stadi, perché la forte turbolenza può causarne l'erogazione continua.

### CHECK LIST PRE-IMMERSIONE

Prima d'ogni immersione che preveda l'utilizzo di uno o più DPV il tecnico deve effettuare i seguenti controlli:

- il corretto posizionamento della batteria per evitare il rovesciamento del DPV stesso;
- il collegamento del connettore/sezionatore tra motore e batteria;
- pulire e lubrificare l'o-ring di tenuta tra corpo e gruppo motore/comandi;
- la corretta chiusura del corpo stagno;
- il funzionamento a secco del motore, tramite il comando d'accensione (per pochi istanti perché il funzionamento prolungato fuori dell'acqua può causare il danneggiamento della guarnizione sull'asse dell'elica);
- che il DPV sia disarmato mediante l'interruttore di sicurezza (sezionatore dell'alimentazione), per evitare accensioni accidentali e l'eventuale scarica parziale o totale della batteria o la perdita del mezzo.

### POSIZIONAMENTO DELLO SCOOTER ALL'INTERNO DI UN SIFONE

In molti casi è necessario lasciare il DPV lungo un sifone, o come dispositivo di sicurezza, o per esigenze legate alla progressione subacquea. Prima di lasciare lo scooter, è necessario controllare:

- che sia collegato alla sagola guida;
- che l'eventuale presenza di corrente all'interno del sifone non danneggi il DPV;
- che sia disarmato mediante l'interruttore di sicurezza (sezionatore dell'alimentazione), per evitare accensioni accidentali e l'eventuale scarica parziale o totale della batteria o la perdita del mezzo e danneggiamento della sagola guida.

### TRASPORTO SUBACQUEO DELLO SCOOTER

Durante la progressione subacquea, quando non è possibile o previsto l'utilizzo dello scooter, esso dovrà essere collegato al subacqueo tramite il cordino di traino, fatto passare nella maniglia anteriore. Lo scooter può essere collegato al D-ring del fianco destro dell'operatore, o a quello posteriore del sottocavallo. Per un migliore confort durante la pinneggiata si consiglia il d-ring laterale. Prima del trasporto dello scooter, è necessario controllare che lo scooter sia disarmato (sezionatore aperto), per evitare accidentali accensioni e un conseguente pericolo per l'operatore.

### TRASPORTO MATERIALE

Si deve tenere presente che lo scooter "Tow Behind" deve essere considerato alla stregua di un propulsore, perciò il materiale da trasportare dovrà essere collegato all'operatore, mentre il DPV fornirà solo la forza motrice. Da ciò, per massimizzare l'efficienza del DPV, è necessario che il "sistema" operatore/materiale sia in assetto idrostaticamente neutro. In una simile eventualità, si suggerisce di rendere neutri i singoli materiali, ed eseguire l'ultima regolazione "fine" tramite il jacket o un dispositivo similare.

Durante il trasporto, è necessario fare estrema attenzione a proteggere il materiale da urti.

## TRASPORTO DI UN SECONDO DPV

Per quanto riguarda la posizione consigliata per agganciarlo all'attrezzatura, è necessario operare un distinguo: nel caso in cui tutti i DPV debbano essere trasportati dal subacqueo, senza l'utilizzo degli stessi (progressione "a pinne"), si consiglia di collegarli al D-ring laterale. Nel caso in cui l'operatore utilizzi un DPV e ne trasporti un secondo o più, la posizione consigliata diventa il d-ring posteriore del sottocavallo; questo posizionamento offre due vantaggi rispetto al d-ring laterale:

- Maggiore idrodinamicità;
- Possibilità di controllare e/o trattenere il DPV rimorchiato con le gambe.

Prima del trasporto del DPV è necessario controllare che il DPV da rimorchiare sia disarmato (sezionatore aperto), per evitare accidentali accensioni e un conseguente pericolo per l'operatore.

## TRASPORTO DI UN SECONDO OPERATORE

Questa tecnica può presentare consistenti rischi per entrambi gli operatori.

Tale tecnica prevede che il secondo operatore (trainato) sia vincolato e si lasci trainare dall'operatore che guida il DPV (trainante). Il trainato deve posizionarsi il più possibile all'interno della "scia" del trainante, dietro le sue bombole, pena un non ottimale utilizzo dell'energia del DPV.

Durante la progressione, il trainante deve eseguire tutte le manovre, in particolare le variazioni di quota con una certa lentezza, per dare tempo al trainato di adattare il proprio assetto idrostatico.



Il trainato deve essere in grado in ogni momento di svincolarsi nel più breve tempo possibile. Le due tecniche elencate in seguito sono pensate per soddisfare tale esigenza.

**Vincolo manuale:** Il trainato si afferra con la mano al sottocavallo del trainante. Il contatto può essere mantenuto tramite l'altra mano poggiata sul polpaccio o sulla coscia.

Il trainato può sganciarsi velocemente e facilmente, generalmente è una tecnica che funziona anche nel malaugurato caso di perdita dei sensi da parte dell'operatore;

Per lunghe progressioni diventa una tecnica molto faticosa.

**Vincolo con una longe:** il trainato utilizza una longe tra il proprio D-ring ventrale e il D-ring posteriore del sottocavallo del trainante. La lunghezza della longe deve essere circa 100-120 cm, e comunque tale da permettere al trainato di accedere con facilità al moschettone dal lato del trainante per aprirlo.

Adatta per lunghe progressioni, poiché non richiede sforzo muscolare per mantenere il vincolo.

Lo svincolo può risultare difficoltoso.

## → MANUTENZIONE E CONSERVAZIONE

### Controllo serraggio dell'elica

- Inserire una chiave esagonale nella sede della vite dell'elica;
- Verificare il serraggio della stessa. Essa non deve superare i 5Nm.

### Manutenzione O-ring tenuta propulsore

- Aprire lo scooter;
- Sfilare delicatamente l'o-ring di tenuta del gruppo propulsore;
- Pulire accuratamente la sede dell'o-ring (con un pennello o uno straccio morbido, senza uso di solventi);
- Lubrificare l'o-ring con olio di silicone, se si utilizza silicone spray è necessario arieggiare lo scooter prima di richiuderlo, per essere sicuri che non rimangano residui di gas propellente;
- Richiudere lo scooter.

### Lubrificazione canotto e volantino d'apertura.

- Estrarre il volantino d'apertura sull'ogiva dello scooter;
- Localizzare la guarnizione a labbro sul perno di chiusura;
- Pulire la guarnizione con cura;
- Lubrificare la guarnizione con olio silconico;
- Lubrificare la vite del volantino con grasso minerale.

## → AUTONOMIA DEL DPV

L'autonomia di un DPV, indicata sulle specifiche del produttore, è riferita a condizioni d'utilizzo molto diverse da quelle che si possono incontrare in una grotta. Il dato dichiarato va mediato

considerando la bassa temperatura dell'acqua (i dati sono riferiti all'uso in ambienti temperati), l'attrezzatura trasportata dall'operatore (i dati sono riferiti ad un subacqueo che veste un semplice bibo), l'età delle batterie (i dati sono riferiti ad accumulatori nuovi). Andrebbe quindi ricalcolata l'autonomia dello scooter in condizioni più veritiere, per la realtà della COM.SUB., una volta fatto ciò va tenuto presente che l'autonomia dovrebbe essere suddivisa per:

- Il percorso d'andata;
- Il percorso di ritorno (che non necessariamente equivale al percorso di andata, ma può dipendere dalla presenza di un eventuale scooter di stage);
- Il 20% in più di sicurezza.

## → ALLAGAMENTO DELLO SCOOTER

L'allagamento di un DPV generalmente è un'ipotesi piuttosto remota, in linea di massima imputabile o ad una non corretta chiusura dell'involucro stagno o ad una non corretta manutenzione delle guarnizioni associate alle "vie d'acqua": volantino di chiusura, asse dell'elica, asse sezionatore, asse potenziometro per la regolazione della velocità e chiusura tra corpo motore e ogiva.

Uno scooter allagato assume un assetto negativo, fino a produrre una spinta negativa di decine di chilogrammi in caso di allagamento completo.

L'operatore non deve cercare di recuperare il veicolo senza l'ausilio di un pallone di sollevamento d'adeguate dimensioni, ma dovrà, se non dista troppo, adagiare il veicolo sul fondo della galleria e, se possibile, agganciare lo scooter alla sagola guida per un successivo recupero; se ha gas sufficiente (sempre nell'ambito di una corretta gestione della scorta di gas) può proseguire nel compito assegnatogli, altrimenti deve abortire immediatamente l'immersione e informare il responsabile delle operazioni della situazione.

## → CONSIDERAZIONI RIGUARDANTI LA GESTIONE DELLA SCORTA DEL GAS

Nelle operazioni con l'ausilio di scooter, per ottenere la massima sicurezza degli operatori deve essere tenuta in considerazione, ai fini del calcolo della scorta di gas, l'eventualità della rottura del veicolo nel punto di massima penetrazione. Da ciò scaturiscono una serie di considerazioni:

- il consumo aumenta notevolmente. Si passa da una situazione d'alta velocità di progressione, basso sforzo muscolare e medio-basso stress ad una situazione in cui la progressione è lenta, il lavoro muscolare elevato, così come il carico di stress;
- gli obblighi decompressivi (ove presenti) aumentano, a causa di una maggiore esposizione alle alte profondità dovuta ad una minore velocità di progressione, ciò comporta la necessità di una adeguata scorta di gas.

### SCORTA DI GAS UTILIZZANDO I DPV

La seconda soluzione è aumentare la scorta di gas. Sono necessarie a questo proposito alcune considerazioni: un operatore che utilizza un DPV ha un'alta velocità di progressione e uno sforzo

muscolare nullo, mentre un operatore che avanza pinneggiando ha una bassa velocità di progressione e un lavoro muscolare elevato.

Per fare un esempio si può assumere la seguente situazione:

|  |                 |
|--|-----------------|
| Velocità d'avanzamento con il DPV                          | 40 metri/minuto |
| Consumo di gas con il DPV                                  | 15 litri/minuto |
| Velocità d'avanzamento a pinne                             | 20 metri/minuto |
| Consumo di gas a pinne                                     | 20 litri/minuto |
| Da ciò il consumo per unità d'avanzamento (metro) diventa: |                 |
| Scooter  | 0,43 l/m        |
| Pinne  | 1,00 l/m        |

### Attenzione

Il consumo in pratica si raddoppia!

Poiché ogni esercitazione / operazione di soccorso prevede il posizionamento della linea di sicurezza e della linea decompressiva di sicurezza, si ritiene accettabile l'applicazione della regola del ¼: dovremo riservare solo il 25% del gas della nostra scorta per la progressione. L'adozione di tale regola senza la presenza di una linea di sicurezza lungo il sifone è altamente sconsigliata, in quanto non garantisce un livello di sicurezza sufficiente per le operazioni della COM.SUB.

## → LE BATTERIE

Le batterie che alimentano i propulsori dei DPV sono attualmente di due tipi: al piombo ed al NiMH; devono essere seguite scrupolosamente le istruzioni che sono fornite da ogni serio produttore. In ogni caso entrambi i tipi vanno gestiti seguendo alcune prescrizioni per evitare situazioni potenzialmente pericolose ed il loro deterioramento:

- se durante l'utilizzo del DPV si nota un calo di potenza, sospendere l'uso;
- non lasciare mai la batteria connessa al DPV se non utilizzata;
- dopo l'utilizzo del DPV attendere almeno due ore prima di iniziare il processo di ricarica;
- dopo la ricarica attendere il raffreddamento della batteria prima di serrarla nel corpo stagno del DPV;
- ricaricare la batteria almeno una volta al mese;
- ricaricare la batteria prima di ogni utilizzo, se il DPV non viene utilizzato la batteria deve essere estratta e conservata separatamente in luogo idoneo.

### BATTERIE AL PIOMBO-ACIDO E PIOMBO-GEL

La batteria al piombo acido è stata per lungo tempo la dominatrice degli accumulatori energetici nel settore automobilistico. Molti però i punti a sfavore che hanno segnato il suo inevitabile declino.

Sono state utilizzate anche in alcune applicazioni commerciali di media capacità, quello più grande è un sistema da 40 MWh - 10 MW realizzato in California nel 1988.

### Vantaggi

- Costo ridotto;
- Principio semplice;
- La tensione è direttamente proporzionale allo stato di carica;
- Possibilità di ricarica parziale (biberonaggio) con batterie al Pb ricombinato.

### Svantaggi

- Ridotta densità energetica (35 Wh/kg)
- Peso elevato
- Scariche totali possono significare la morte della batteria -(necessita sempre almeno del 20-30% di carica)
- Sensibile ad escursioni termiche
- Carica rapida esclusa
- Contiene piombo (smaltimento problematico).

### NI-MH BATTERIE NICHEL- IDRURI

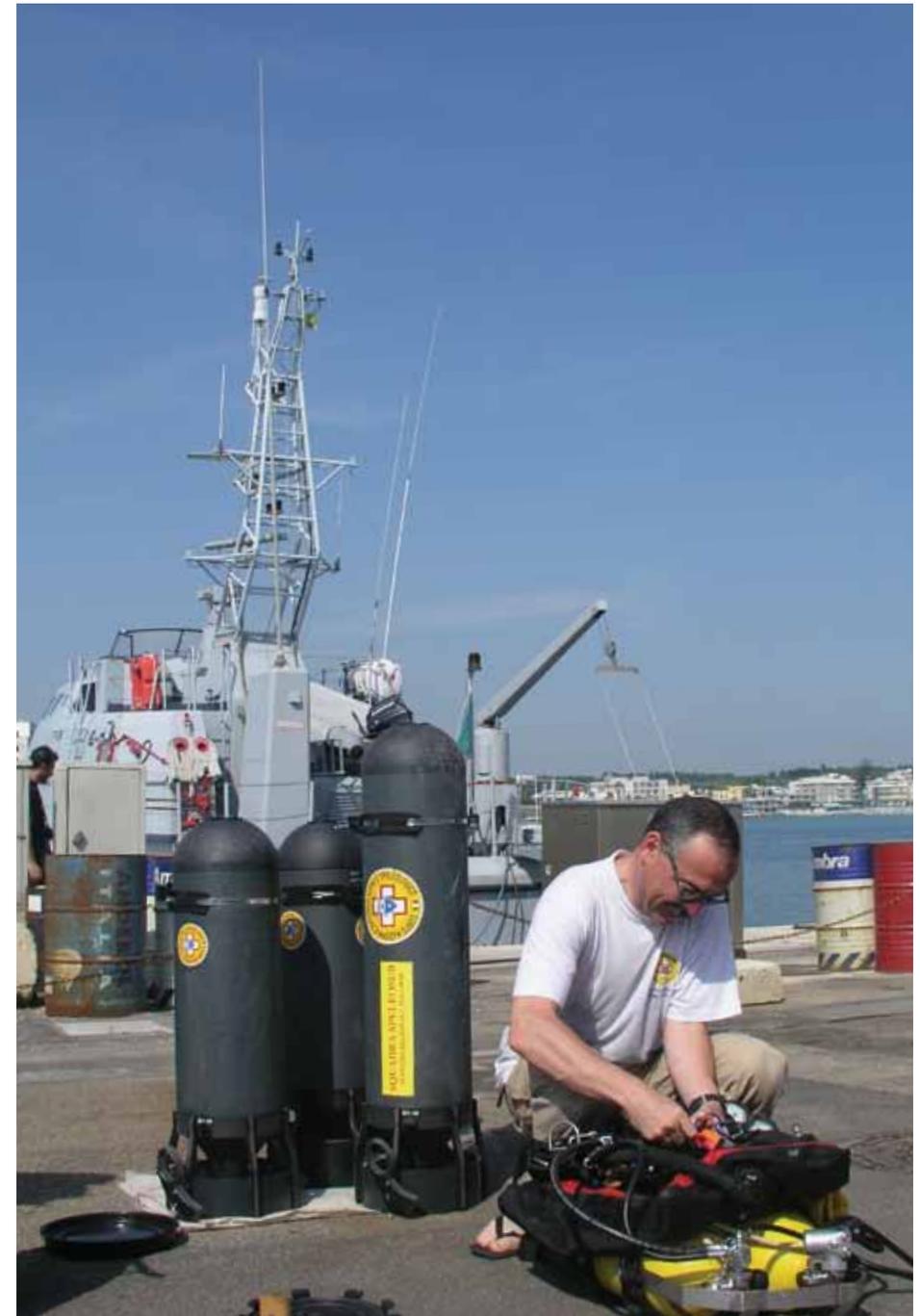
Batteria di recente progettazione e attualmente tra le favorite per alimentare veicoli elettrici e ibridi di nuova generazione. Non contiene più metalli pesanti.

### Vantaggi

- Poco soggetta ad effetto memoria (possibilità di biberonaggio)
- Alta densità energetica
- Resiste fino a 1000 cicli di carica
- Ecologicamente accettabile
- Poco sensibile a scariche totali
- Tensione costante per tempi prolungati
- Violenta caduta di tensione in prossimità della scarica totale.

### Svantaggi

- Costo relativamente elevato
- Tende a scaricarsi anche se non utilizzata
- Molto sensibile a temperature basse
- Richiede un caricatore particolare.



## 13 AUTORESPIRATORI A CIRCUITO CHIUSO (REBREATHER)



L'utilizzo degli autorespiratori a circuito chiuso (Close Circuit Rebreather – CCR) e a circuito semi-chiuso (Semiclosed Circuit Rebreather – SCR) consentono prolungate permanenze in immersione utilizzando quantità limitate di materiali. Queste apparecchiature richiedono una notevole preparazione teorico pratica e uno specifico addestramento che deve essere mantenuto costantemente nel corso del tempo. Infatti si tratta di macchine complesse e delicate che richiedono una manutenzione maniacale e costante per evitare il minimo malfunzionamento e l'applicazione di procedure precise e rigorose per individuare il minimo inconveniente e porvi rimedio prima dell'immersione.

L'utilizzo dei CCR e SCR ha permesso in ambito subacqueo e anche speleosubacqueo performance prima solo ipotizzabili e raggiungibili unicamente a prezzo di grandi sforzi organizzativi e logistici, con l'impiego di notevoli quantità di materiali e di numerose persone.

Anche nell'ambito del soccorso speleosubacqueo l'utilizzo dei CCR e SCR è diventato abbastanza frequente. Posto che ogni modello richiede un addestramento specifico per conoscerne le caratteristiche ed il modo di utilizzarlo, nonché un uso frequente e costante per mantenere l'abilità necessaria, i rebreather sia SCR che CCR non sono sostitutivi del sistema classico a circuito aperto (CA). Infatti esistono innumerevoli situazioni ove l'utilizzo dei CCR / SCR è sconsigliabile o addirittura da evitare ed è molto più pratico ed efficace l'utilizzo del CA. Non bisogna dimenticare che come COM. SUB. in caso di intervento ci troviamo ad operare in varie e differenti condizioni ambientali, con avvicinamenti in grotta al sifone dove si dovrà operare che impongono progressioni difficili e articolate, oppure progressioni post sifone impegnative per condizioni ambientali. In queste situazioni è molto più comodo, talvolta indispensabile e spesso più pratico operare in circuito aperto.

In altre situazioni l'utilizzo dei CCR / SCR è sconsigliabile semplicemente per ragioni di praticità, è molto più semplice e veloce per svolgere certi compiti l'utilizzo del circuito aperto.

Comunque i CCR/ SCR sono di sicuro estremamente importanti, utili, anzi, pressochè indispensabili per operare in grandi risorgenze con sviluppi planimetrici e profondità importanti visti i vantaggi che presentano soprattutto in termini di autonomia e di alleggerimento della logistica intesa in termini di pesi e volumi, ma non per quanto concerne la complessità.

Però non sono assolutamente indispensabili poiché in molte situazioni il loro utilizzo non è conveniente oppure non è proponibile, basti pensare ai sifoni che per essere raggiunti impongono grandi percorrenze in grotte verticali profonde.

Pertanto, alla luce di queste considerazioni, non è indispensabile che tutti i tecnici siano abilitati all'utilizzo di queste apparecchiature, nessuno deve sentirsi per qualsiasi motivo obbligato al loro utilizzo, sono una grande risorsa, costituiscono un mezzo formidabile per affrontare certi scenari e certe situazioni ma hanno comunque alcuni limiti che ne condizionano l'utilizzo in alcuni campi di intervento in cui è chiamato ad operare il Soccorso Speleosubacqueo che, pertanto, non può prescindere dall'utilizzo del classico circuito aperto rispetto al quale, in questo caso si, tutti i componenti devono conoscere perfettamente materiali, tecniche e metodologie.

In questo manuale, come Soccorso Speleologico, non ci occuperemo di come sono realizzati e di che caratteristiche hanno, dei pregi e dei difetti dei diversi modelli CCR / SCR, peraltro vista

l'accelerazione che sta avvenendo nella produzione di nuove "macchine" negli ultimi tempi, le considerazioni che qui potremo fare risulterebbero senz'altro superate ed obsolete molto rapidamente.

Ciò che qui ci preme definire sono le modalità di utilizzo dei CCR / SCR, qualsiasi sia il modello, nell'ambito dell'attività di soccorso speleosubacqueo, un'attività quindi totalmente differente dalle immersioni in acque libere e comunque molto diversa dalle immersioni in grotta a scopo ricreativo/esplorativo.

Al riguardo, innanzi tutto, vanno distinte le procedure individuali, singole dell'operatore e le procedure che definiamo, per intenderci, collettive della squadra di intervento.

Per definire cosa si intende per procedure individuali di utilizzo di un CCR / SCR in grotta nell'ambito di una operazione o esercitazione di soccorso, dobbiamo tenere in considerazione che il nostro obiettivo è quello di creare le migliori condizioni di sicurezza per gli operatori, perché siamo consapevoli che nulla è più nocivo in una operazione di soccorso speleosubacqueo del verificarsi di inconvenienti che potrebbero intralciare, ritardare le operazioni programmate, oppure ancor peggio, mettere in qualche modo a repentaglio l'incolumità dei tecnici.

Pertanto è necessario che in relazione alla missione da compiere ogni operatore CCR / SCR abbia una adeguata scorta di gas di emergenza respirabile in circuito aperto (bailout) in bombole di volume minimo pari a 7 litri contenenti gas per quantità e per qualità (EAN – TRIMIX), che consenta un ritorno in emergenza in assoluta sicurezza, ove un malfunzionamento impedisca il normale uso del CCR / SCR.

Le bombole di bailout devono essere marcate indicando sul corpo in modo ben visibile il tipo di gas che contengono e la MOD. I rubinetti delle bombole di bailout devono essere tenuti aperti, gli erogatori collegati devono avere il primo stadio munito di manometro di alta pressione per controllare la scorta di gas respirabile, frusta di bassa pressione con attacco rapido di adeguata lunghezza per poter eventualmente alimentare il circuito di diluente del CCR manualmente, nell'eventualità che per qualsiasi motivo sia inutilizzabile il diluente (on board) che normalmente alimenta il circuito chiuso.

Tra la frusta di bassa pressione ed il secondo stadio è opportuno inserire uno free flow stop per evitare che



una autoerogazione accidentale comporti la perdita del gas di bailout contenuto nelle bombole. Conseguentemente per tutti gli erogatori delle bombole di Bail-Out dovrà essere utilizzata una valvola di sovrappressione sul primo stadio per evitare i dannosi effetti di un eventuale aumento della pressione intermedia che potrebbero comportare l'esplosione delle fruste di bassa pressione.

Con questo tipo di configurazione la bombola di bailout assume la doppia funzione di riserva di gas respiratorio di emergenza da utilizzare in circuito aperto, ove un inconveniente imponga di abbandonare la respirazione dal circuito chiuso, e di diluente di emergenza per alimentare il circuito chiuso manualmente nel caso in cui per qualsiasi motivo non sia utilizzabile o sia esaurito il diluente on board del CCR ma l'autorespiratore funzioni normalmente senza dare problema alcuno.

Al CCR è opportuno che sia collegato anche un bailout di ossigeno per fronteggiare un'emergenza dovuta all'impossibilità di utilizzare l'ossigeno On Board del CCR o a causa del suo esaurimento. Sarà sufficiente utilizzare una bombola di almeno 0,5 litri di ossigeno con primo stadio dedicato ossigenocompatibile munito di valvola di sovrappressione e frusta di bassa pressione con attacco rapido di lunghezza adeguata per collegarla al by pass dell'ossigeno del CCR e consentire l'alimentazione manuale dell'ossigeno nel circuito.

Per quanto riguarda le procedure di sicurezza collettive della squadra operativa, devono essere adottati ed applicati integralmente i protocolli relativi alle linee di sicurezza previste per le operazioni in circuito aperto. Questo per dare il maggior grado di sicurezza possibile agli operatori sia sotto il profilo concreto ed effettivo, sia dal punto di vista psicologico. È fondamentale infatti, sia per chi dirige e coordina le operazioni che per gli operatori, minimizzare i rischi in rapporto all'intervento che si è chiamati ad effettuare. Il tutto deve essere modulato ed adattato alle effettive condizioni ambientali esistenti al momento dell'operazione. Gli accorgimenti, le tecniche e le procedure hanno la funzione di contenere il pericolo insito in ogni operazione di soccorso che si sviluppa inevitabilmente in situazioni di urgenza ed emergenza nonché spesso in ambienti difficili o addirittura estremi. L'adozione delle indicazioni operative elaborate dall'esperienza maturata sul campo è fondamentale per dare ai tecnici chiamati ad intervenire in una situazione già di per sé difficile oggettivamente ed emotivamente, la concreta percezione di aver creato un ambiente il più possibile favorevole allo svolgimento delle operazioni, consentendo così a loro di focalizzare l'attenzione e la concentrazione solo sui compiti da svolgere, avendo la consapevolezza che la sicurezza è stata assicurata dall'adozione di accorgimenti e dall'utilizzo di materiali secondo procedure condivise e previste da protocolli di intervento testati ed affidabili.

## → 14 LE COMUNICAZIONI



Pur operando la COMSUB in ambienti sommersi, la rete di comunicazione che si è tenuti ad utilizzare interessa, del tutto o in parte a seconda dei casi (grotta, lago, ecc.) vari ambienti:

- esterno (anche lunga distanza)
- parte aerea degli ipogei
- parte sommersa
- postsifoni.

Ad ognuno di questi ambienti si adattano uno o più sistemi di comunicazione che si è tenuti a conoscere ed utilizzare, non solo per quanto riguarda l'operatività ma anche per l'eventuale posa in opera (es.: stesa cavo telefonico) e la risoluzione di problemi (guasti).

### → PERCHÉ E COME

Le comunicazioni sono fondamentali in operazioni di soccorso, come tutti possono intuire. È tramite le informazioni in arrivo dalla grotta che sappiamo dove operano le varie squadre, le condizioni del ferito, il materiale che necessita e dove farlo arrivare. È grazie alle informazioni che mandiamo in grotta o quelle che si scambiano le varie squadre, che i tecnici ed i responsabili delle operazioni sanno chi e cosa sta arrivando in supporto e come operare in concerto con gli altri.

Queste informazioni possono riguardare tutti i diversi aspetti dell'operazione: notizie mediche, operative, logistiche, anche contatti con la stampa, ecc.

Lo scambio di informazioni che avviene tramite i sistemi di comunicazione e a tutti i livelli tra tutti i vari elementi che compongono la complicata macchina del soccorso permette di coordinare al meglio l'operazione per raggiungere i risultati voluti. Le comunicazioni sono quindi un elemento fondamentale del sistema di operare.

Se queste appaiono ovvietà, meno ovvio è come si comunica e perché proprio in un particolare modo. Pur parlando tutti la stessa lingua, ci si trova nella vita di tutti i giorni ad usare diversi linguaggi: anche le operazioni di soccorso hanno il loro "linguaggio" fatto di poche parole, essenziali e chiare. In queste comunicazioni non ci si deve dilungare con cose inutili, si comunica l'essenziale, la linea potrebbe servire ad altri.

Bisogna parlare chiaramente e non troppo velocemente in modo da essere capiti anche in presenza di disturbi, rumori ambientali o segnale basso. Tutte cose ovvie anche queste ma quanti ci badano specialmente in esercitazione? Non dimentichiamo che le esercitazioni sono una simulazione di una realtà che nella sfortunata ipotesi si verifichi realmente, deve trovarci preparati.

Le esercitazioni servono per far pratica ed imparare, approfittiamone sotto tutti gli aspetti. Inoltre, se parliamo per radio, non dimentichiamoci che è possibile che non ci ascolti solo il nostro interlocutore ma anche altre realtà, abbiamo quindi la possibilità di interferire con altre comunicazioni anche lontane. Va anche ricordato che sono potenziali ascoltatori, oltre ai tecnici del C.N.S.A.S. con radio anche coloro che, non del Soccorso Alpino e Speleologico, possiedono radio sulle nostre stesse frequenze ed eventuali altri soggetti con riceventi, scanner etc.

## → STRUMENTI

Al momento non esiste una standardizzazione vera e propria dei mezzi di comunicazione anche se alcuni sono molto più usati di altri. Qui tratteremo dei mezzi più diffusi a livello italiano in ordine di importanza per gli speleosub: telefoni e speleofoni (radio onde lunghe), più un capitoletto sulle comunicazioni subacquee.

### TELEFONI

Il classico "FAVA" e il suo successore ancora a livello di prototipo, permettono tramite linea bifilare, comunicazioni duplex cioè parlando e ascoltando, contemporaneamente anche tra più telefoni insieme.



telefono FAVA



telefono SAVOIA

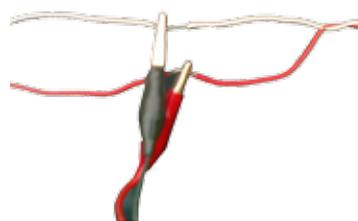
Prima di utilizzarli vanno testati nel seguente modo: si mettono a contatto i due morsetti e premendo il pulsante "parla e ascolta" parliamo nel microfono, se tutto funziona ci ascoltiamo nell'auricolare. In realtà nei telefoni nuovi si sente ugualmente in cuffia senza collegare insieme i morsetti, se questo viene fatto si sente meglio. In caso contrario si verifichino i contatti tra i due morsetti, l'efficienza della batteria (sui modelli nuovi c'è un pulsante di test), il contatto dello spinotto dell'auricolare (per i nuovi) e se non va si provi a sostituire l'auricolare.



Se non funziona bisogna cambiare apparecchio dopo aver nastrato il precedente scrivendo sul nastro "GUASTO" segnalandolo al responsabile delle comunicazioni o a chi per lui.

Attenzione!!! Per effettuare la chiamata i telefoni inviano sulla linea i volt della batteria cioè i due poli della batteria vengono collegati ai due fili della linea e se un altro telefono è collegato squilla il suo cicalino, ciò significa che se state provando il telefono (come abbiamo detto poco sopra) NON dovete premere il tasto di chiamata in quanto i morsetti sono collegati tra loro e così facendo mettete in cortocircuito la batteria scaricandola rapidamente e nel peggiore dei casi fondendo e guastando qualcosa!!

Proseguendo: dopo aver spellato i fili della linea in punti distanti almeno 20 cm, per evitare contatti accidentali, si collegano a questa i morsetti dell'apparecchio facendo attenzione che abbiano un buon contatto.



collegamento errato



collegamento esatto

È indifferente il senso in cui si collegano, non c'è una polarità ma è buona norma collegare il morsetto rosso al filo rosso (ad es. pensate a cosa succede se due telefoni collegati alla linea uno nel verso appena detto e l'altro nel verso opposto effettuano in contemporanea una chiamata!! Con il risultato di collegare le batterie dei due tra di loro). Ora il telefono è pronto ad operare, non ha un interruttore di accensione ma solo pulsanti: se premiamo il pulsante di chiamata tutti i telefoni collegati alla linea squilleranno, compresa l'eventuale centralina in esterno.

È bene accordarsi sul numero di squilli da effettuare per chiamarsi es.: 1 squillo per la squadra uno, 2 per la due ecc. (e qui il problema è quando le squadre sono numerose) in modo da evitare che tutti rispondano a tutte le chiamate. Quando arriva una chiamata, oltre a sentire il suono del cicalino, lampeggia per qualche secondo il led rosso (solo per i telefoni nuovi). Vicino al pulsante di chiamata si trova il pulsante per parlare, quando si preme accendiamo il telefono e possiamo sia parlare che ascoltare, se lo rilasciamo l'apparecchio si spegne e non ascoltiamo né parliamo, possiamo solo ricevere le chiamate (cicalino che squilla).

Per i telefoni nuovi un terzo pulsante è il controllo batteria, se questa è OK, premendolo si accende il led verde.

Esternamente la linea telefonica può essere collegata ad una centralina che non è nient'altro che un amplificatore, questo permette di ascoltare chiaramente tutte le comunicazioni in viva voce senza premere alcun pulsante, per parlare si utilizza un comune telefono collegato al doppino telefonico. Sulla linea non c'è corrente se non quella immessa dai telefoni durante le chiamate (v. sopra) o

quando ci si parla. Una caratteristica interessante di questi telefoni, già esistente anche per i "Fava" ma qui ulteriormente migliorata, è la possibilità delle comunicazioni "via terra". Questo sistema usa la "terra" e un cavo solo anziché i due della nostra linea bifilare. Un morsetto del telefono, uno qualsiasi dei due, è indifferente, si collega al cavo e l'altro va posto a contatto con il terreno provvedendo che faccia bene contatto (sepolto nel fango ad esempio). Il segnale risulta più basso ma pur sempre comprensibile.

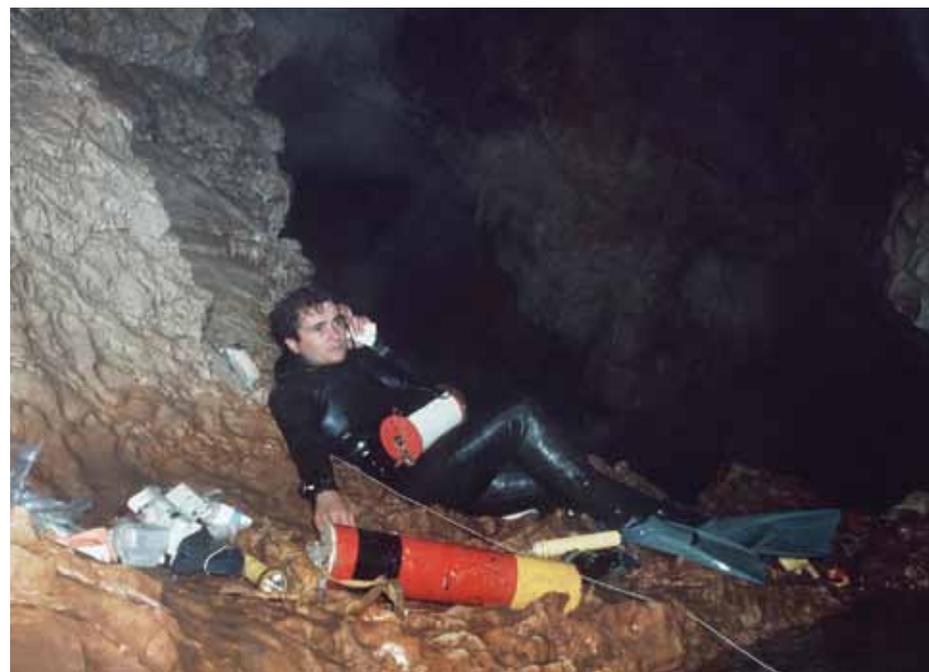
Se in caso di emergenza (ad es. non si trova un guasto sulla linea) adottiamo questo sistema, dovremo essere d'accordo anche con gli altri o almeno con l'esterno perché anche loro dovranno staccare un morsetto per metterlo a terra, inoltre collegandosi ai due cavi insieme in quanto se uno è interrotto e per caso ci colleghiamo a questo, il sistema non funziona, collegandoli insieme o pinzandoli entrambi con il morsetto, si ovvierà a questo problema.

### LINEA TELEFONICA

Il cavo che usiamo è un doppino per uso telefonico in bobine da 250 metri isolato e monoconduttore (dentro c'è un solo filo in rame), cosa che lo rende leggermente rigido dandoci così il vantaggio di una maggior facilità di fissaggio a spuntoni o altro.

Di solito viene usato una sola volta e negli interventi subacquei questo è tassativo, ma per ambienti aerei, per i modelli provvisti di avvolgicavo, è possibile il suo impiego più volte, va però detto che un cavo al suo secondo utilizzo può essere più facilmente soggetto a rotture specie nei punti dove è stato piegato o ritorto precedentemente. Per le bobine nuove i due capi sono uno libero all'interno e l'altro sotto l'etichetta. Le bobine opportunamente nastrate e senza togliere il loro involucro di plastica trasparente (altrimenti il nastro si attacca al filo creando difficoltà nello svolgere gli ultimi metri di cavo), sono collegate tra loro come illustrato di seguito.

Così preparate si mettono in un sacco (max. 4 per sacco = 1.000 m) provvedendo che il capo al fondo esca per essere collegato al telefono e quindi durante la progressione siamo sempre in contatto telefonico anche per il controllo della linea, mentre l'altro capo, che si svolge dall'interno della bobina, è quello che ci lasciamo dietro come linea telefonica. A sacco pronto, si rifà una prova telefono come spiegato prima con il telefono collegato al cavo come appena detto e cortocircuitando il cavo in uscita. Se non si sente significa che il filo è interrotto quindi bisogna disfare il sacco e verificare tutto fino a risolvere il problema. Questa ultima prova deve essere fatta anche dalle squadre telefonisti prima di iniziare il loro operato. Nel caso che la squadra telefonisti parta prima che all'esterno sia presente qualcuno collegato alla linea telefonica, si lasciano i cavi esterni in cortocircuito (attenzione a non fare chiamate all'esterno!!) in modo da poter verificare l'integrità della linea. Quando fuori arriva un tecnico fisso con centralina e telefono, si collegherà al cavo e farà una chiamata per informare i telefonisti (questi dovrebbero operare sempre con il telefono collegato).



*Grotte di Pastena, Frosinone 1967. All'interno del Ramo Attivo: comunicazione telefonica con la base.*

Nella parte aerea della grotta dobbiamo sempre tener presente che il cavo del telefono non deve intralciare in alcun modo le operazioni e lo stenderemo anche in posizioni dove non possa essere danneggiato dal passaggio delle persone o da altro. Inoltre non deve essere troppo teso sia per evitare rotture sia per avere cavo a disposizione in caso possa servire (ad es. nell'ipotesi che si debba spostare la linea). In alcuni frangenti il cavo può anche tornar utile per indicare la strada da percorrere.

Nella parte subacquea valgono gli stessi criteri. È forte la tentazione di passare il cavo insieme alla sagola guida ma purtroppo l'esperienza ha dimostrato che ciò provoca frequenti interruzioni con le relative difficoltà che presenta il loro ripristino sott'acqua. Dipende molto dalla morfologia del sifone, in alcuni casi conviene effettivamente rischiare la rottura ed unirli alla sagola. L'ideale sarebbe quindi stenderlo a parte e lontano dall'area di movimento degli operatori sub; anche se questa operazione comporta un maggior dispendio di tempo ed energie, si avrà un risparmio per le rotture e relative riparazioni che si evitano. Se ciò fosse impossibile o particolarmente difficoltoso da far optare per la stesura lungo la sagola, ricordiamoci che la sagola è elastica, il cavo molto ma molto meno, questo implica che se il cavo non è abbastanza lasco, quando si sollecita la sagola, il primo si romperà di preferenza nei punti di ancoraggio della sagola. Dobbiamo quindi lasciare del lasco (avvolto alla sagola) onde evitare questi inconvenienti e tutti dovranno prestare attenzione a come si tengono sulla sagola. A fine operazioni la linea telefonica, a meno che ci sia un motivo per lasciarla, va assolutamente recuperata.

## RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

### Non si sente niente

- ripetere la prova spiegata all'inizio per verificare il funzionamento del telefono
- controllare il contatto dei morsetti con la linea

Nel caso non si riesca ancora a comunicare potrebbe esserci la linea interrotta o in corto.

### Linea interrotta

Cerchiamo di capire dov'è interrotta, ad es. se parliamo con la squadra vicino a noi e non con quella più lontana (sempre che questa abbia il telefono funzionante) l'interruzione potrebbe essere tra le 2 squadre. Si manda qualcuno con il telefono lungo la linea che si colleghi periodicamente con la base: quando non c'è il collegamento, ha superato l'interruzione.

### Linea in corto

Si taglia il cavo (un filo in un punto e l'altro in un altro distante almeno 20 cm per evitare cortocircuiti una volta ripristinata la linea) e si verifica se il collegamento è possibile a monte o a valle. Si ricollegano i fili e si risale il lato non funzionante (quello con cui non si parla), dopo un po' si ripete l'operazione fino a trovare il guasto. Comunque se la linea è in corto dovremmo sentirci nell'auricolare come quando verifichiamo se il telefono funziona.

Ovviamente, in questi ultimi due punti, pur controllando tutto rivolgeremo di preferenza la nostra attenzione ai posti in cui il cavo risulta più esposto a danneggiamenti.

## → SPELEOFONI

Sono delle radio SSB (un tipo particolare di trasmissione che ha una maggior efficienza energetica ed una minore occupazione di banda a scapito di una maggior complicazione costruttiva) in onde lunghe in quanto queste frequenze, specialmente nella parte bassa della banda (70 kHz per il TEDRA spagnolo commercializzato dalla Siemens e 86.9 kHz x il Systeme Nicola francese) e con lunghezze d'onda dell'ordine dei chilometri, si propagano abbastanza bene nel terreno e nell'acqua. Queste radio, molto usate per comunicazioni in miniera, vanno bene anche per le comunicazioni della COM.SUB. per un impiego speleologico. Per un utilizzo ottimale necessitano di una squadra di ascolto in superficie che si preoccupi di cercare i punti di miglior ricezione dove posizionare la stazione di superficie. In esterno sono soggette a disturbi dovuti ad elettrodotti, motori elettrici e a segnali di vario tipo. Per brevi distanze e spessori di roccia modesti sono affidabili e danno risultati discreti; in assenza di una squadra di appoggio radio adeguata, potrebbe essere preferibile il telefono.

Per porre in opera una di queste radio prima di tutto è necessario sistemare i due bracci del dipolo dell'antenna (che è bene facciano ben contatto con il terreno - metterli nel fango, il TEDRA prevede anche l'uso di picchetti in ferro) e far sì che siano estesi il massimo possibile in modo da rilasciare la maggior parte del segnale in trasmissione ed essere più efficienti in ricezione quindi collegarli alla radio con gli apposti spinotti, inserire il microfono e accendere l'apparecchio.



Quando la radio è in trasmissione non toccate l'antenna, potrebbero essere presenti delle tensioni abbastanza alte (v. istruzioni del Systeme Nicola). Fatto questo si utilizzano quasi come normali radio, in ogni caso è bene seguire le istruzioni dei singoli modelli in quanto possono esserci modalità operative diverse o regolazioni differenti da eseguire (v. Systeme Nicola); inoltre è bene che le antenne, esterna ed interna alla grotta, siano parallele per massimizzare il trasferimento di segnale dall'una all'altra radio, ciò si ottiene se la squadra interna ha una bussola e dopo il primo contatto comunica l'orientamento in modo che quelli all'esterno possano agire di conseguenza per migliorare la comunicazione, non aspettatevi comunque di sentire chiaramente come con il telefono.

## 15 L'ORGANIZZAZIONE DELL'INTERVENTO



### → VALUTAZIONE DELL'INCIDENTE E LINEE GUIDA D'AZIONE

Tutti i soccorsi iniziano con la notizia che qualcuno non è riemerso nei tempi concordati. Ancora prima di mobilitare i tecnici soccorritori occorre acquisire tutte le informazioni possibili riguardanti la cavità, per orientare al meglio la scelta dei sub, soprattutto di primo intervento e fornire loro indicazioni complete. Queste potranno poi essere utilizzate per organizzare al meglio i materiali e scegliere le tecniche più appropriate.

Le linee guida che ci devono indirizzare nella gestione dell'incidente speleosubacqueo sono sostanzialmente tre:

- fare di tutto per evitare un incidente ai soccorritori (valutazione dei rischi associata all'intervento) garantendo il massimo della sicurezza.
- la persona dispersa resta l'obiettivo principale in coerenza con quanto detto al punto precedente.
- la competenza di ognuno deve contribuire al raggiungimento dell'obiettivo, ciascuno dunque si prodiga nell'ambito della organizzazione che si descriverà nel seguito per il raggiungimento del risultato finale.

### TIPOLOGIE DI INTERVENTO

In analogia con quanto descritto nella parte iniziale di questo manuale vale la pena di ricordare e provare a sintetizzare, per una maggiore assimilazione dei concetti, una suddivisione dei differenti tipi di interventi distinguendo:

#### ▪ Immersioni in risorgenza

Ove gli interventi verranno eseguiti senza l'ausilio di squadre terrestri, direttamente in gallerie allagate e dove non risulta necessaria l'attrezzatura speleologica di progressione nell'ambito del sifone; tuttavia può essere necessaria per il raggiungimento dell'ingresso o per la predisposizione di teleferiche (ecc.).

#### ▪ Immersioni "Fond de Trou"

In questo caso l'immersione sarà eseguita dopo una percorrenza in grotta più o meno lunga con l'utilizzo di attrezzature speleologiche (luci, imbraghi, ecc.).

#### ▪ Immersioni complesse

Nelle quali sono compresi interventi che richiedano lunghe distanze subacquee (superiori a 500 metri), e/o profondità superiori a 40 metri, e/o l'utilizzo di miscele particolari e/o tempi di immersioni superiori alle due ore o ancora lunghe percorrenze pre o post sifone.

#### ▪ Immersioni estreme

Interventi nei quali il livello di complessità richiede di predisporre piani d'azione specifici che esulano dalle procedure ordinarie standard descritte in questo manuale.

## INFORMAZIONI DI CUI BISOGNA INIZIALMENTE DISPORRE

### Caratteristiche generali della grotta

Comprendono la distanza dall'ingresso, la lunghezza e la profondità dei sifoni, il profilo d'immersione, il numero di sifoni, l'eventuale necessità di organizzare trasporti. Molte di queste notizie possono essere in possesso di chi ha esplorato, o sta esplorando, quel determinato sifone; altre notizie possono essere reperite nelle riviste di settore, nazionali, regionali o di club, oppure sparpagliate all'interno di articoli dedicati ad aree più vaste.

Nel caso non esista un rilievo, bisogna prestare particolare attenzione alle descrizioni richieste agli amici della vittima, le risposte potrebbero essere influenzate da un forte stato emozionale.

### Particolarità ed eventuali pericoli

Informazioni specifiche da attingere e considerare come fattori di rischio sono la presenza o meno di sedimenti argillosi, strettoie, bassa temperatura e forte corrente. I tragitti complessi negli ambienti tra più sifoni, possono richiedere un'organizzazione specifica.



*Precipitazioni in quota possono trasformare nel giro di poche ore una risorgenza (Risorgenza di Ljuta - Montenegro).*

Relativamente al contesto globale delle operazioni vanno tenute presente e costantemente aggiornate le previsioni meteo che possono influenzare direttamente le operazioni.

### Notizie generali che rivestono particolare interesse

- **Tipi di accesso** al sifone o ai diversi sifoni: occorre acquisire informazioni sui percorsi più brevi per raggiungerli (per es. sapere dell'esistenza o meno di by-pass o percorsi alternativi) e le descrizioni particolareggiate allo scopo di trasmetterle ai sub impegnati nell'intervento.
- **Storia delle esplorazioni subacquee**, per risalire ai protagonisti e ottenere ulteriori informazioni in caso di bisogno; per es.: una descrizione verbale, allo scopo di avere un'idea delle difficoltà non facilmente visibili nel rilievo, o un rilievo o schizzo di dettaglio per avere un'idea generale del tipo d'intervento.
- **Bibliografia**: generalmente in possesso dei gruppi speleologici locali o consultabili nei database delle associazioni speleologiche regionali e nazionali, utile per ritrovare eventuali informazioni particolareggiate (descrizioni dettagliate di esplorazioni, rilievo dettagliato di una parte della cavità ecc.).

### Informazioni specifiche ottenute sul momento o sul posto

Queste informazioni sono relative soprattutto:

- alla visibilità e al livello dell'acqua anche in funzione delle precipitazioni meteorologiche e della stagione (per es. apporto di acque nivali; considerare che venti caldi potrebbero sciogliere in breve tempo ammassi nevosi e causare improvvise e inaspettate piene)
- alla necessità di trasporti supplementari.

### → CRITERI DI MOBILITAZIONE DEI SOCCORRITORI

Quando si mobilitano i tecnici soccorritori è opportuno farlo in base alle loro specifiche competenze ed alla loro condizione psico-fisica del momento.

Il soccorso in speleologia subacquea richiede particolari competenze, non solo la capacità di percorrere grandi distanze o raggiungere profondità impegnative in una grotta sommersa. Si può essere degli ottimi speleosub, in possesso di un buon curriculum all'attivo, e non essere necessariamente adatti ad un intervento di soccorso.

Ci si immerge prima di tutto con lucidità ed autocoscienza, ed è su questa base che si deve valutare il sub soccorritore.

Se in un'operazione di soccorso occorre l'apporto dei sub, si applicano le seguenti regole:

- I sub chiamati sono scelti unicamente in funzione delle loro attuali capacità e del loro livello di addestramento, coerentemente con i requisiti richiesti per l'intervento (acque torbide, strettoie, distanza sommersa, profondità, ecc.).
- Formare le squadre preferendo i sub che si conoscono bene sott'acqua. Essi possono operare in coppia in un clima di confidenza e fiducia, condizioni importanti per la gestione efficiente delle operazioni.

- I soccorritori devono avere imperativamente un livello di pratica superiore a quello richiesto per effettuare il compito a loro affidato: per es. chi s'immerge normalmente a -40m, sarà impegnato ad una profondità inferiore in soccorso.
- Si deve vigilare affinché le relazioni tra vittima e soccorritori non incidano sul piano emozionale, cosa che potrebbe condurre i sub ad affrontare compiti e obiettivi al di là di limiti ragionevoli o delle proprie possibilità.

Il primo intervento richiede una preparazione ed un'organizzazione scrupolosa, da esso dipende il prosieguo ed il buon esito delle operazioni. È proprio in questa fase, dunque, che occorre una scelta appropriata dei sub che intervengono per primi: essi possono più facilmente localizzare eventuali indizi utili alla ricerca e avranno il beneficio di condizioni di visibilità ottimale; questo li metterà in grado di condurre i primi sopralluoghi efficacemente ed in sicurezza. Le operazioni di soccorso possono complicarsi per un primo intervento realizzato da sub non abbastanza esperti nello specifico scenario: l'unico risultato ottenuto potrebbe essere solamente quello di intorbidire l'acqua del sifone.

Non minimizzare l'importanza delle operazioni di supporto in superficie, dove è indispensabile un



attento lavoro di gestione e coordinamento, per razionalizzare e rendere più sicure le immersioni e sollevare i sub dalle contingenze materiali.

### LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DELLE SQUADRE DEI SOCCORRITORI SUB

Avere davanti agli occhi una lista indistinta di soccorritori (quando arriva la richiesta di un intervento, solitamente nelle ore notturne), potrebbe portare a radunare i operatori nello stesso posto allo stesso momento: ciò non va nel senso della sicurezza, dell'efficacia e dell'efficienza del soccorso.

Per rendere operativa una lista di soccorritori sub, essa deve essere impostata secondo precisi criteri; una adeguata strutturazione potrebbe essere la seguente:

- Sub esperti per il primo intervento in sifone (ricerca, individuazione ed eventualmente primo condizionamento della vittima o dell'infortunato)
- Sub esperti per attrezzare, assistere ed evacuare la vittima o l'infortunato
- Sub di sostegno, comunicazione e assistenza in decompressione
- Sub di logistica di superficie, caricamento bombole, condizionamento e ricondizionamento del materiale.



Un'ultima riflessione andrebbe fatta se è meglio far intervenire nelle ricerche un sub che conosce la cavità (meno stressato, ma che potrebbe essere influenzato dalla dimestichezza con quella grotta) o qualcuno che la cavità non la conosce del tutto e quindi la guarderebbe come una cosa nuova e con un'attenzione maggiore. È un aspetto che è consigliabile gestire caso per caso.

### L'INTERVENTO E LA SPECIALIZZAZIONE DEI SUB

Nella scelta dei singoli operatori bisogna tener conto delle loro competenze specifiche e dell'esperienza maturata, scegliendoli di conseguenza e in base alle loro caratteristiche particolari dell'intervento, per esempio:

- Profondità della cavità
- Lunga distanza
- "Fond de Trou"
- Strettoie
- Visibilità ridotta

Non si impiega in linea di massima uno specialista di immersioni in miscela per addentrarsi in un sifone stretto e torbido in fondo ad una grotta ("Fond de Trou") e viceversa.

### TECNICHE E MATERIALI SPECIFICI.

Una volta che si dispone delle informazioni sulla cavità e che si sono mobilitati i soccorritori, non bisogna aspettare che si presentino i problemi per prenderli in considerazione e risolverli.

Non è durante l'urgenza del momento, sotto stress e con le preoccupazioni di una complessa organizzazione, che si hanno le idee abbastanza chiare per prevedere e anticipare sapientemente lo sviluppo della situazione.

Da qui la necessità di stabilire dei piani d'azione, validi per la maggior parte delle circostanze. Le scelte tecniche si fanno in funzione del tipo di intervento; si deve dunque procurare il materiale necessario e avere dei programmi precompilati sui diversi scenari, allo scopo di guadagnare tempo e rimediare rapidamente ed efficacemente ai problemi.

Quando arriva la chiamata per un incidente di immersione, agire immediatamente per:

- Preavvisare tutti i tecnici prima ancora di averne bisogno, qualunque sia il tipo di intervento, dato che i tempi di preparazione sono generalmente lunghi e che molto probabilmente dovranno spostarsi da località geograficamente lontane.
- Non far arrivare immediatamente sul sito tutti i tecnici precedentemente preavvisati, allo scopo di gestire più serenamente gli effettivi.
- Far arrivare i medici speleosub al più presto, anche con l'impiego di mezzi aerei e terrestri di Enti Statali.
- Prevedere sul posto, oltre al resto, una tenda dedicata solamente al materiale da immersione.
- Prevedere in un luogo calmo e lontano dal sito di intervento, un'area di riposo confortevole per i sub in attesa (allo scopo di sottrarre gli intervenuti alla pressione della gestione

dell'intervento ed evitare di far passare loro una notte in bianco prima di utilizzarli nelle immersioni).

- Far portare i compressori sul posto con i gas eventualmente occorrenti.
- Ribadire che tutti dovranno impiegare le miscele binarie e ternarie previste nelle operazioni di soccorso subacqueo, come limitante la saturazione, con tutti i benefici conseguenti.
- Costituire sul posto un magazzino di materiali di uso ed uno di materiali di scorta dove siano presenti bombole, erogatori, luci, batterie, sagole, ecc.
- Far arrivare la barella e configurarla per il soccorso subacqueo.
- Se la vittima è illesa, ma è restata bloccata da più di dodici ore, prevedere per lei, in ogni caso, un apporto di glucidi (razioni energetiche), una reidratazione adatta ed un tempo necessario all'assimilazione di circa sei ore, prima di farlo immergere di nuovo.

Se l'intervento richiede immersioni profonde:

- Fissare i limiti delle immersioni di primo intervento, riferito alle diverse squadre impegnate.
- Avvisare la camera di decompressione più vicina, se non la si possiede, assicurandosi che disponga di medici formati per la cura e il trattamento degli incidenti di immersione; prevedere mezzi di trasporto per un eventuale sub incidentato.
- Sapere dove potersi approvvigionare di gas, avendo preventivamente ubicato i depositi dove trovare quelli necessari (tipo, qualità quantità).
- Gestire con precisione le immersioni (sistemazione delle attrezzature, assistenza durante le soste deco) ed i sub (che vanno seguiti individualmente), prendere nota dei consumi e dei tempi di immersione.
- Assicurare un'organizzazione rigorosa per quello che concerne la confezione delle miscele e la gestione di tutto il materiale usato per l'operazione.

Il profilo della grotta, i fattori che complicano l'intervento e l'uso di DPV richiedono la risagolatura sicura, robusta e appropriata della cavità, utilizzando quanto descritto nei capitoli precedenti.

In conclusione è sicuramente importante saper gestire caso per caso la specificità di ogni intervento, ma oggi, a causa delle sempre più diffuse esplorazioni a grande profondità ed in "Fond de Trou", si richiede un'organizzazione rigorosa e molta attenzione nelle scelte da effettuare, considerato il numero di tecnici speleosub e la quantità di attrezzature e materiali da gestire e mettere in opera.

## → L'ORGANIZZAZIONE DELL'IMMERSIONE

### PIANIFICAZIONE DELL'IMMERSIONE

Le immersioni di soccorso vanno pianificate – come detto e descritto in precedenza - con l'aiuto di protocolli e procedure che sintetizzano tutti i dati tecnici tra cui sono fondamentali:

- determinazione precisa del profilo di immersione
- lunghezza
- durata



- indirizzo e telefono della camera iperbarica
- indirizzo e telefono dei medici iperbarici
- avvisare preventivamente la più vicina camera di decompressione, anche mobile
- prevedere la raccolta ragionata dei dati di immersione con l'aiuto di tabelle e computer portatili.

### GESTIONE IN SUPERFICIE DELL'IMMERSIONE

Il ruolo e la responsabilità di ogni partecipante saranno preliminarmente e chiaramente definiti. Nella scheda tipo di intervento (fig. a pagina 182) si annoteranno tutte le informazioni concernenti:

- i nominativi dei tecnici
- l'ora di immersione
- il gas utilizzato
- la pressione iniziale delle bombole
- gli obiettivi
- l'ora di ritorno
- la pressione residua delle bombole.

I sistemi di comunicazione tra sub sono verificati prima della loro immersione (minimo una tavoletta scrivibile).

### → MESSA IN SICUREZZA DEL SIFONE

Durante un'operazione di soccorso il sifone è molto "trafficato" dagli speleosub, spesso in condizioni difficili a causa dei carichi trasportati e della cattiva visibilità.

In queste circostanze è indispensabile mettere in sicurezza il sifone, secondo quanto descritto nei capitoli precedenti ed in particolare:

- rifacendo integralmente la sagolatura, sostituendo la sagola esistente con una nuova (diametro 4mm, di colore bianco), attrezzando con corda i tratti verticali e bonificando il percorso dalle vecchie sagole;
- inserendo le bombole di emergenza (linea di sicurezza);
- inserendo le bombole decompressive di emergenza (linea decompressiva di emergenza);
- attrezzando le comunicazioni post-sifone.

### IL PROBLEMA DEI GAS NEI POST SIFONE

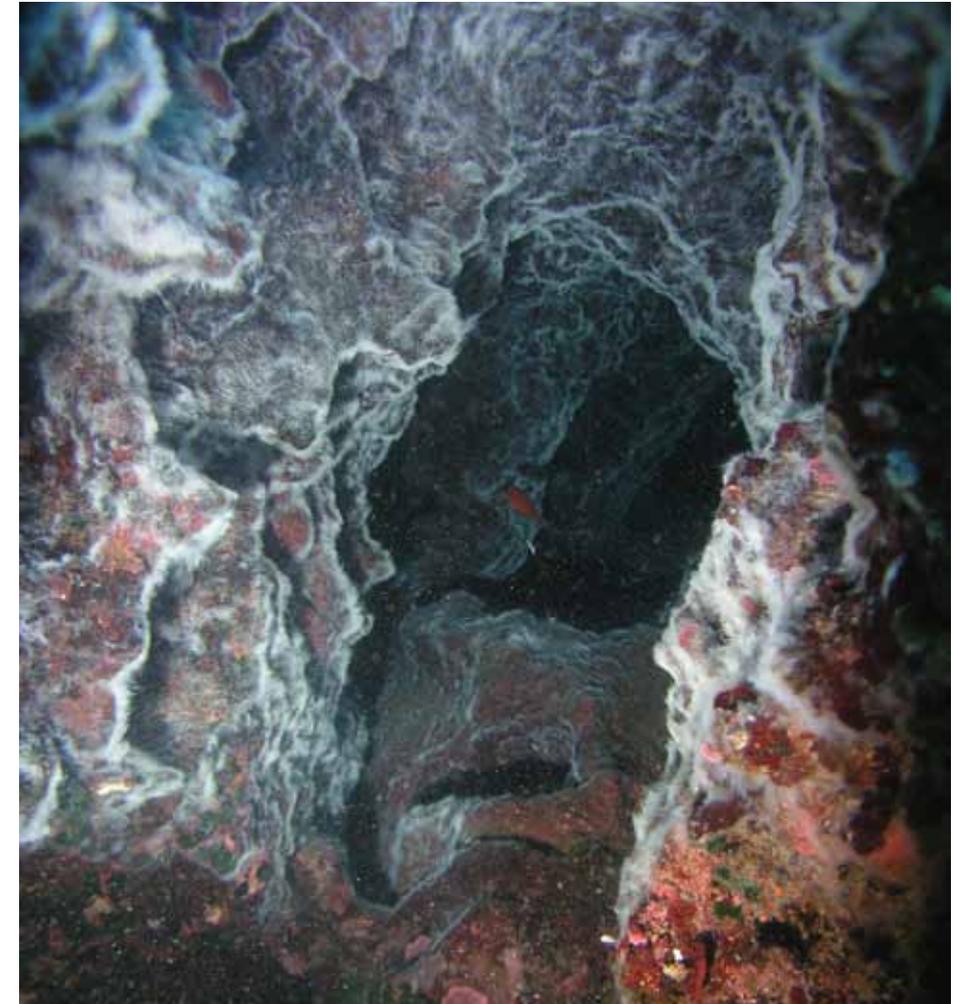
Negli ambienti post sifone, soprattutto in particolari condizioni morfologiche ed ambientali, possono essere presenti o svilupparsi gas nocivi e/o tossici. Inoltre si possono manifestare aumenti anche occasionali della CO<sub>2</sub> (collegata per esempio ad una scarsa circolazione d'aria) oppure una riduzione della percentuale di O<sub>2</sub>. Tutti elementi che possono comportare rischi per gli operatori speleosubacquei.

In caso di intervento risulta indispensabile procedere al monitoraggio prima di predisporre qualunque operazione.

La presenza infatti di squadre, con numerosi operatori, può facilitare meccanismi di arricchimento

locale in CO<sub>2</sub> in ambienti con scarsa ventilazione. Va quindi predisposta quando si sospetti l'esistenza di rischi in tal senso un'analisi ambientale da realizzare con specifici analizzatori trasportati (nei contenitori stagni) dai primi soccorritori e tale monitoraggio va protratto nel tempo per garantire la respirabilità dell'aria oltre-sifone anche in un periodo più o meno lungo.

Nell'organizzazione dell'intervento il responsabile avrà cura, in un contesto così particolare, di limitare il numero dei soccorritori allo stretto indispensabile.



*La presenza di gas all'interno delle cavità può essere sospettata anche dall'esistenza di particolari associazioni biologiche; in questo caso la presenza di solfobatteri nelle grotte di Palinuro (Salento - Campania) è una testimonianza dell'attività idrotermale dell'area con emissione di H<sub>2</sub>S.*

## → 16 GESTIONE E RESPONSABILITÀ NELL'INTERVENTO



La gestione di un intervento speleosubacqueo richiede, più che in altri interventi, la collaborazione di più figure all'interno del CNSAS e di più strutture (Carabinieri, Vigili del Fuoco, Guardia di Finanza, Emergenza 118, ecc...). È necessario pertanto ricostruire la catena di ruoli e compiti e le procedure operative, oltre ad indicare le singole responsabilità.

- Il Delegato Speleologico di Zona è di norma il responsabile delle operazioni (RO).
- Il RO:
  - informa immediatamente il Responsabile della COM.SUB (in seguito RCS) ed il referente di zona (RZC);
  - si avvale quale referente tecnico del RZC;
  - attiva immediatamente i tecnici speleosubacquei (in seguito TVS) della propria delegazione;
  - di concerto col RCS, provvederà a rimuovere eventuali speleosub intervenuti sul luogo delle operazioni ma non inseriti nell'Organico della COM.SUB;
- Il RCS mette immediatamente in preallarme i TVS delle altre zone al fine di assicurare un sostegno ed eventualmente sostituire completamente ed efficacemente tutti i TVS impiegati;
- Il RCS ed i TVS hanno compiti esclusivamente operativi;
- Il Delegato Speleologico di Zona di concerto con il RCS appresta ed organizza tutti i supporti necessari per la riuscita delle operazioni: uomini, mezzi, sostegno logistico.
- Il RCS o un suo delegato deve:
  - coordinare le operazioni dei TVS organizzando i mezzi, i materiali specifici concordando con i TVS le tecniche da utilizzare;
  - prevedere e adottare tutte le misure ed i mezzi possibili per assicurare le migliori condizioni di sicurezza;
  - predisporre tutte le misure possibili in caso di eventuali emergenze.

### **RUOLI E COMPITI DEL RESPONSABILE DELLA COM.SUB**

Il responsabile delle operazioni subacquee deve assicurarsi e occuparsi di:

- della pianificazione delle immersioni;
- della corretta informazione concernente le regole di sicurezza per tutti i soccorritori;
- che i compiti affidati ad ogni soccorritore siano coerenti con le loro competenze, la loro esperienza, le condizioni fisiche e psicologiche;
- di registrare o far registrare tutti i parametri di tutte le immersioni e le operazioni effettuate;
- della registrazione dei materiali entrati e usciti;
- della gestione dei materiali depositati nel sifone, la loro natura, l'ubicazione, la loro attribuzione.

### **RUOLI E RESPONSABILITÀ DEI TECNICI SPELEOSUB (TVS)**

Ogni tecnico è responsabile:

- della verifica delle miscele che utilizzerà (analisi, pressione, etichettatura);
- della valutazione delle proprie capacità tecniche e fisiche (limiti, esperienza ecc.);
- della scelta delle procedure di decompressione che applicherà;
- del rispetto delle regole e dei protocolli di sicurezza.

## 17 GLOSSARIO E CONVENZIONI USATE NEL MANUALE

**ABT** Actual Bottom Time (tempo di permanenza sul fondo).

**ADV** Advanced Diving Vehicle.

**AIR BREAK** Interruzioni di 5' previste in decompressione ogni 20÷25' di respirazione a ossigeno puro, in favore di miscele con una PPO<sub>2</sub> inferiore.

**BEST MIX** Miscela ottimale per una determinata immersione in base alla PPO<sub>2</sub> ed alla MOD.

**CNS%O<sub>2</sub>** Central Nervous Syndrome (sistema di valutazione della tossicità O<sub>2</sub> del sistema nervoso centrale).

**COM.SUB.** Commissione Speleosubacquea del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico.

**DEEP STOP** Tappe profonde di sosta e/o decompressione aventi lo scopo di ridurre e/o impedire la formazione di microbolle.

**DPV** Diver Propulsion Vehicle.

**EAD** Equivalent Air Depth (profondità equivalente in aria).

**EAN32** Enriched Air Nitrox (Nitrox standard avente una percentuale del 32% di O<sub>2</sub>) chiamata anche NOAA Nitrox I.

**EAN36** Enriched Air Nitrox (Nitrox standard avente una percentuale del 36% di O<sub>2</sub>) chiamata anche NOAA Nitrox II.

**EANx** Miscela iperossigenata dove x indica la percentuale di O<sub>2</sub>.

**END** Equivalent Narcosis Depth (profondità narcotica equivalente).

**FHe** Frazione di elio in una determinata miscela.

**FN<sub>2</sub>** Frazione dell'azoto in una determinata miscela.

**FO<sub>2</sub>** Frazione dell'ossigeno in una determinata miscela.

**GAS SWITCH** Cambio del gas per es. in ri-

salita quando si prende contatto con un gas decompressivo.

**HELIAIR** Miscela composta di aria ed elio.

**HELIOX** Miscela composta di elio e ossigeno.

**MOD** Maximum Operating Depth (Massima Profondità Operativa).

**NDL** No Decompression Limit.

**NITROX** Tutte le miscele gassose composte di azoto e ossigeno, dove l'ossigeno è superiore al 21%.

**NOAA** National Oceanic and Atmospheric Administration.

**NSS** Nitrox Safety System.

**OTU** Unità di tossicità dell'ossigeno.

**P** Pressione ambiente (bar).

**PDD** Patologia da decompressione (sostituisce ed integra MDD).

**PHe** Pressione in bar dell'elio.

**PN<sub>2</sub>** Pressione in bar dell'azoto.

**PO<sub>2</sub>** Pressione in bar dell'ossigeno.

**PPN<sub>2</sub>** Pressione parziale dell'azoto ( $PPN_2 = FN_2 \times P$ ).

**PPO<sub>2</sub>** Pressione parziale dell'ossigeno ( $PPO_2 = FO_2 \times P$ ).

**RUN TIME** Svolgimento cronologico di un'immersione (piano cronometrico di immersione).

**TRIMIX** Miscela gassosa ternaria composta di elio, ossigeno e azoto. Per estensione si chiama ugualmente Trimix una miscela composta di elio e aria (HeliAir) o una miscela composta di elio, ossigeno e aria.

**TRIMIX IPERROSSICO** Miscela Trimix con più del 21% di O<sub>2</sub>.

**TRIMIX IPOSSICO** Miscela Trimix con meno del 17% di O<sub>2</sub>.

## → 18 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE



Dipak Chandy, Gerald L. Weinhouse (2007), *Complication of scuba diving* Up To Date dec. 2007 e relativa bibliografia.

Gilliam Bret (2002), *Deep Diving*, Ed. North Eastern Divers.

Fancello Leo (a cura di) (2009), *Dispense didattiche corsi di speleologia subacquea*. Scuola Naz. Speleosub SSI.

Berrettini Umberto (1999), *Fisiopatologia cardio-vascolare e polmonare in ambiente iperbarico*, Ed. MICOM Milano.

Prosperi Luigi (1989), *Il primo intervento nel soccorso in grotta CSSN*, Ed. Conti Bologna.

Fédération Française de Spéléologie - *Info Plongée* numeri vari - Pubblicazione della Commission Plongée Souterraine della FFS.

Palmer Rob (1997), *Introduction to Technical Diving Underwater World Publications* (January 1, 1997), 119 pp.

Manil Jean-François (2001), *La plongée "Fond de Trou"*. Librairie Spéléo Bruxelles, 52 pp.

Casati Luigi (2007), *Manuale di Speleologia subacquea*, Ed. Olimpia, 304 pp.

Fiorito Alberto (2006), *Medicina Subacquea*, Ed. La Mandragora, Imola (BO), 264 pp.

Mount Tom. Gilliam Bret (1998), *Mixed Gas Diving*. North Eastern Divers ed., Trieste.

National Speleological Society (2007), *NSS Cave Diving Manual*, Ed. Joe Prosser and H. V. Grey, 377 pp.

Marroni Alessandro (2002), *PDD, una valutazione alla luce delle più recenti acquisizioni*, DAN Italia.

Broussolle Bernard, Meliet Jean-Louis & Coulange Mathieu (2006), *Physiologie et médecine de la plongée* 2° edition. Ed. Ellipse.

Vasseur Frank (2000), Organisation des Secours. *Plongée souterraine: prévention et secours*, [www.plongesout.com](http://www.plongesout.com).

Thomas Christian & Juvespan Henri (1991), *Plonger aux Melanges*, Edition "Eau Noire" Editions GAP.

Marroni Alessandro, S. Maitan (2002), *Primo soccorso negli infortunati subacquei*, [www.daneurope.org](http://www.daneurope.org).

Fileccia Alessio (1996), *Speleologia subacquea*, Ed. Vallardi & C., 244 pp.

Brock David, Cordingley John, Hayward Colin, Price Duncan, Skorupka Rupert, Stanton Rick, Thomas Mike, Volanthen John, Ward Andrew, Westlake Clive (2008): *The Cave Diving Group Manual*, Ed. Cave Diving Group, 224 pp.



C.N.S.A.S.  
Soccorso Speleologico