

# INDICE

- La respirazione .....	1
- L'alimentazione e la vita .....	2
- La circolazione .....	3
- Lo sforzo .....	5
- Il principio di Archimede .....	6
- La vista .....	8
- L'udito .....	9
- La temperatura .....	9
- La pressione .....	10
- Il principio di Pascal .....	11
- La compensazione .....	12
- La vertigine alternobarica .....	14
- Il principio di Torricelli .....	15
- La legge di Boyle e Mariotte .....	16
- L'emocompensazione (Blood Shift) .....	24
- La legge di Dalton .....	25
- Il compagno di immersione .....	34
- Le attrezzature .....	36
- L'erogatore .....	44
- La riserva dell'A.R.A. ....	45
- I segnali .....	46
- La pesata .....	50
- L'assetto idrostatico .....	51
- Il consumo d'aria .....	52
- L'autonomia .....	54

- La sovradistensione polmonare e l'embolia traumatica .....	56
- La risalita di emergenza .....	58
- La legge di Henry .....	60
- Il tempo di saturazione e di desaturazione .....	62
- La curva di sicurezza U.S. Navy .....	64
- Le curve di sicurezza .....	66
- Le tabelle di immersione .....	67
- Programmazione della seconda immersione in N.D.L. (no decompression limit) .....	74
- Uso corretto delle tabelle .....	76
- Gli incidenti .....	78
- La prevenzione .....	83
- La rianimazione .....	84
- Le forme di vita pericolose .....	88
- I nodi .....	90
- Consigli generali .....	94
- La settimana prima .....	96
- Il giorno prima .....	97
- Il viaggio .....	98
- L'A.R.A. (S.C.U.B.A.) .....	99
- Il punto di ingresso .....	102
- Prima di immergersi .....	104
- L'immersione .....	106
- L'uscita dall'acqua ed il rientro .....	108
- L'immersione in quota .....	109

## LA RESPIRAZIONE

Lo scopo della respirazione è quello di introdurre aria pulita, cioè carica di ossigeno, nei polmoni e di espellere da questi aria sporca, cioè carica di anidride carbonica.

Composizione dell'aria		Aria inspirata	Aria espirata
Ossigeno	O <sub>2</sub>	21 % circa	16,4 % circa
Anidride carbonica	CO <sub>2</sub>	0,03 % "	4 % "
Azoto	N <sub>2</sub>	78 % "	78 % "

Come possiamo notare osservando i dati sopra riportati, la percentuale di azoto contenuto nell'aria espirata è uguale a quella dell'aria inspirata; l'azoto è infatti un gas inerte.



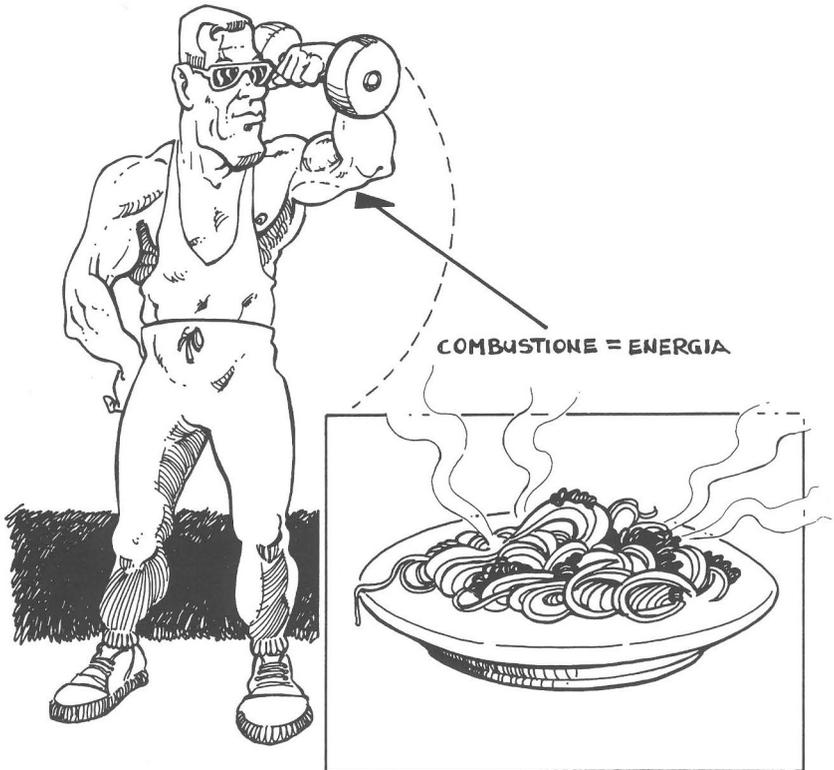
## L' ALIMENTAZIONE E LA VITA

Lo scopo dell'alimentazione è di introdurre nel corpo le sostanze nutritizie contenute nei cibi. L'energia necessaria al corpo umano viene prodotta dall'utilizzo di queste sostanze che "bruciano" grazie all'ossigeno ( $O_2$ ).

Questo processo, ossidazione, produce energia; il prodotto di scarto è l'anidride carbonica ( $CO_2$ ).

**ALIMENTI +  $O_2$  = ENERGIA**

**SCARTO =  $CO_2$**



## LA CIRCOLAZIONE

La circolazione sanguigna ha lo scopo di :

- a) portare le sostanze nutritizie a tutte le cellule del corpo, dove vengono utilizzate per produrre energia;
- b) trasportare in tutto il corpo l'ossigeno, giunto ai polmoni mediante la respirazione;
- c) riportare ai polmoni il prodotto di scarto della combustione, e cioè l'anidride carbonica, che sarà eliminata con la respirazione.

Nel sangue ci sono anche globuli rossi, globuli bianchi, piastrine, ecc.

Il circolo sanguigno è diviso in due parti : il grande ed il piccolo circolo.

Nel grande circolo il sangue parte dal cuore, muscolo involontario che ha la funzione di pompa, carico di  $O_2$  e vi ritorna, dopo aver circolato in tutto il corpo, carico di  $CO_2$ .

Nel piccolo circolo il sangue parte dal cuore ricco di  $CO_2$  e va ai polmoni dove una fittissima rete di capillari sanguigni lo mette in contatto con l'aria contenuta negli alveoli polmonari (si noti che la superficie totale sviluppata dagli alveoli polmonari è di circa  $60 \div 80 \text{ m}^2$ ).

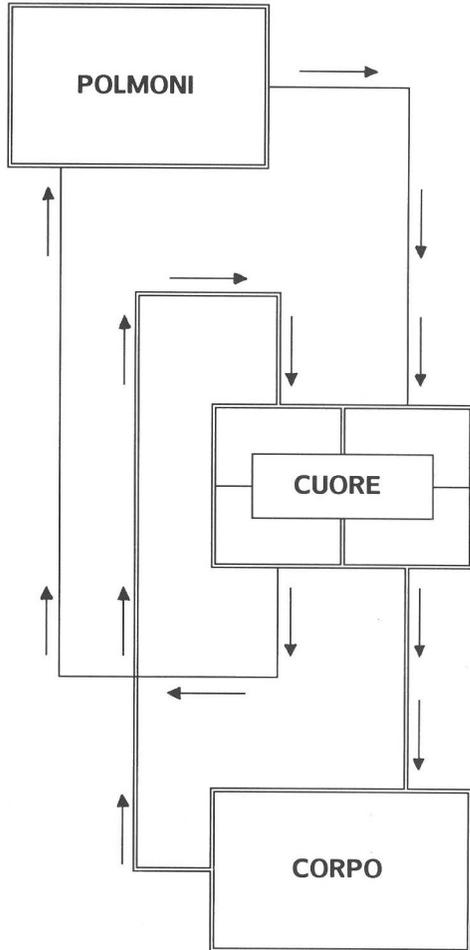
E' proprio qui, negli alveoli polmonari, che avviene la respirazione vera e propria : la  $CO_2$  esce dal sangue ed entra nell'alveolo, per essere eliminata, l' $O_2$  esce dall'alveolo ed entra nel sangue che, "pulito", tornerà al cuore per essere reimmesso nel grande circolo.

Il processo di "pulizia" avviene per differenza di pressioni parziali (diffusione).

**Piccolo circolo  
(cuore-polmoni-cuore)**

Il sangue :

- entra carico di  $\text{CO}_2$
- esce carico di  $\text{O}_2$



**Grande circolo  
(cuore-corpo-cuore)**

Il sangue :

- entra carico di  $\text{O}_2$
- esce carico di  $\text{CO}_2$

## LO SFORZO

Un intenso lavoro muscolare ci obbliga ad un maggior consumo di energia, con una conseguente superproduzione di  $\text{CO}_2$ . Sarà proprio la  $\text{CO}_2$  in eccesso, e non la carenza di ossigeno, a stimolare un maggior ritmo cardiaco e respiratorio allo scopo di ripristinare la corretta percentuale di  $\text{CO}_2$  nel corpo (normocapnia).

Infatti la respirazione affannosa si manifesta dopo un certo tempo dall'inizio dello sforzo e termina qualche tempo dopo aver concluso lo sforzo stesso.



**TROPPIA  $\text{CO}_2$  = AFFANNO - FERMATI !!!**

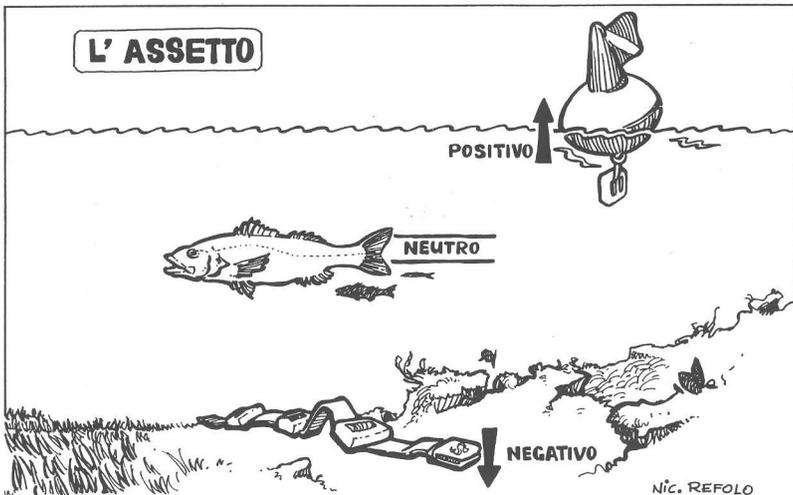
## IL PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

Abbiamo visto, a grandi linee, come vive l'uomo sulla terra. Proviamo ora a metterlo nell'elemento che ci interessa per le nostre future immersioni : l'acqua.

### Il corpo umano in acqua sembra non avere peso. Perché ???

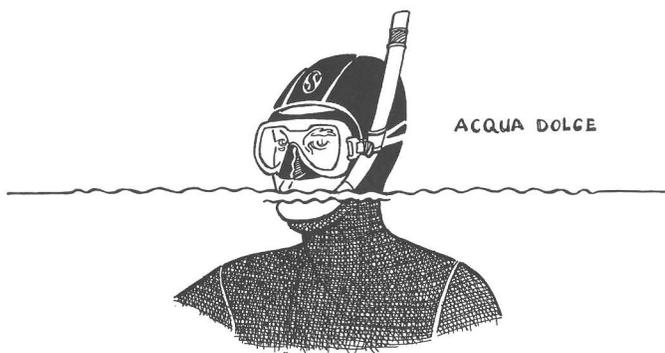
Un corpo immerso in un fluido, gas o liquido, riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del fluido spostato. In altre parole un corpo immerso in acqua riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso dell'acqua che sposta, e quindi :

- galleggia, è in assetto positivo, quando il suo peso è inferiore a quello dell'acqua che sposterebbe se fosse tutto immerso;
- rimane nella condizione di partenza, è in assetto neutro, quando il suo peso è uguale a quello dell'acqua spostata;
- affonda, è in assetto negativo, quando il suo peso è superiore a quello dell'acqua spostata.



Emerge da questo principio che peso e volume del corpo sono basilari, ma lo è anche la densità del fluido, acqua dolce o acqua salata.

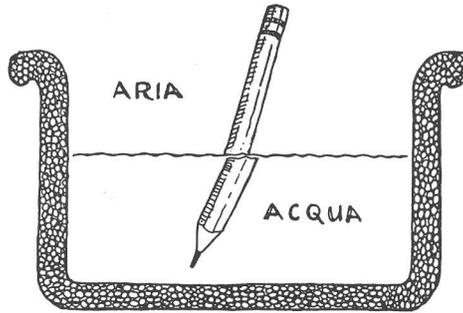
Possiamo osservare dalle figure la condizione di galleggiamento della stessa persona in acqua dolce e in acqua salata. Il peso dell'acqua spostata dalla parte immersa di un corpo galleggiante è uguale al peso di tutto il corpo; in acqua salata si avrà quindi un maggior galleggiamento rispetto all'acqua dolce perchè è necessario spostare meno acqua, ma più pesante, per ricevere la medesima spinta.



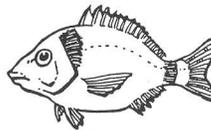
**ARCHIMEDE : PESO - VOLUME - DENSITA'**

## LA VISTA

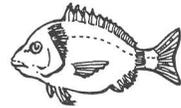
Vediamo ora cosa succede al nostro uomo galleggiante quando apre gli occhi in acqua. L'occhio è costruito per vedere nell'aria e non nell'acqua, che ha un indice di rifrazione diverso dall'aria.



L'immagine a occhio nudo risulta molto offuscata, come per i presbiti. Per vedere bene dovremo frapporre aria fra i nostri occhi e l'acqua, mediante l'uso della maschera, ma l'immagine che vedremo sarà più vicina e più grande di circa un terzo.



APPARENTE



REALE

L'acqua inoltre ci fa perdere i colori man mano che scendiamo in profondità, ma con la torcia subacquea li potremo vedere come se fossimo in superficie.

## L' UDITO

Il suono si propaga molto più velocemente nell'acqua che nell'aria (circa 1.500 metri al secondo anzichè 330), perciò è molto difficile, se non impossibile, riuscire a percepirne la fonte.

---

---

## LA TEMPERATURA

Il nostro corpo, per funzionare correttamente, deve mantenere una temperatura costante di 37 °C, producendo calore per compensare le perdite verso l'esterno.

Sia l'aria che l'acqua disperdono calore; in aria la dispersione è limitata mentre in acqua è molto più veloce (infatti l'acqua ha un "coefficiente di conduttività termica" 25 volte superiore a quello dell'aria).

La muta ci preserverà dal freddo ed inoltre ci riparerà da escoriazioni o dal contatto con corpi urticanti come meduse, anemoni, ecc.

## IL FREDDO NON SI VINCE !!!

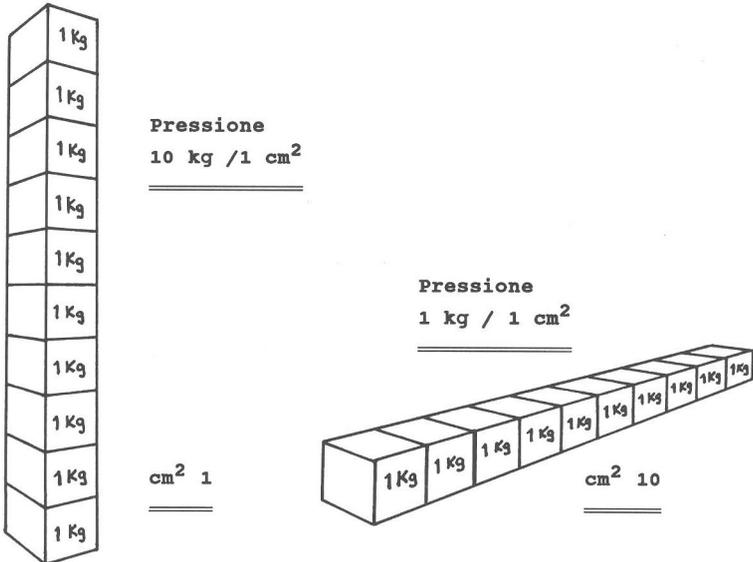
Avere i brividi significa che il corpo ha raggiunto il livello critico e a questo punto non resta che uscire dall'acqua e riscaldarsi.

# LA PRESSIONE

Il nostro uomo galleggiante, in costume da bagno, vuole ora andare sott'acqua, fa una capovolta e punta verso il fondo. Dopo qualche metro avverte un forte dolore alle orecchie e deve risalire. Perché ? E' la pressione dell'acqua che agisce sui timpani.

## Cos' e' la pressione ???

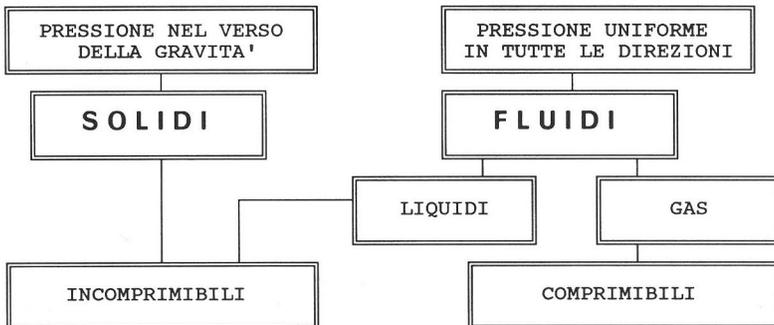
La pressione esprime un valore che è strettamente legato al peso di un corpo, ma non solo. Il peso di un corpo non varia mentre la pressione che questo corpo esercita può variare. Spieghiamo meglio questo concetto con l'esempio della figura.



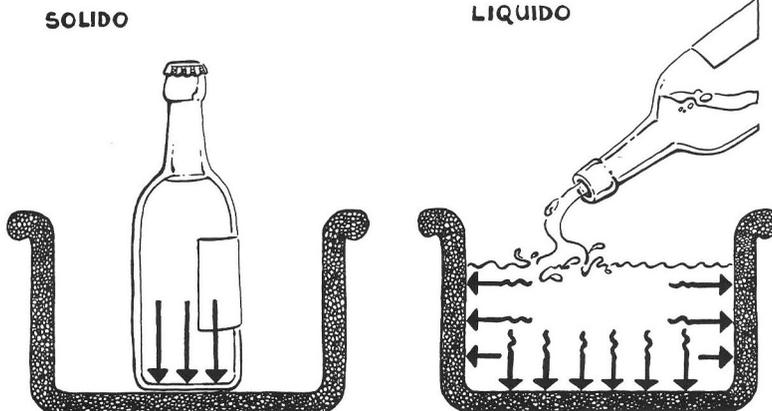
**La pressione e' il peso che il corpo esercita sulla superficie di appoggio, cioe' il peso in kg su ogni  $\text{cm}^2$**

## IL PRINCIPIO DI PASCAL

**Perche' sentiamo l'effetto della pressione solo sui timpani e non anche sulle gambe, sulle braccia o altro ???**

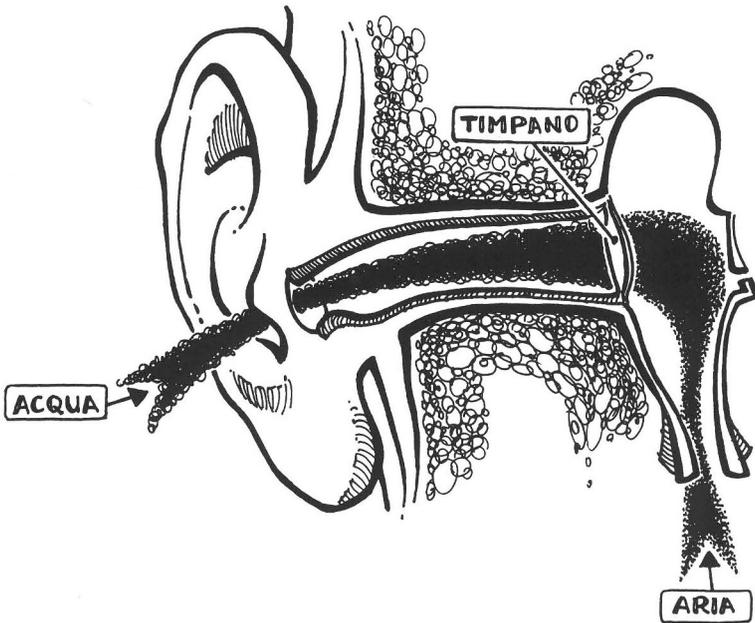


I solidi esercitano la loro pressione nel verso della gravità mentre i fluidi, liquidi e gas, in tutte le direzioni. Siamo quindi avvolti uniformemente dalla pressione dei fluidi (aria e acqua) e non schiacciati, anche perchè siamo composti per la quasi totalità da liquidi che sono incompressibili.



## LA COMPENSAZIONE

All'interno del timpano c'è aria (gas, quindi comprimibile). Sul timpano l'acqua esercita la sua pressione che va annullata con una forza pari dall'interno per non avere deformazioni o lesioni : questo si ottiene tramite la compensazione. E' necessario compensare tutte le volte che se ne sente la necessità, senza aspettare di sentire dolore.



La più comune manovra di compensazione è il "Valsalva" che consiste nel chiudersi il naso con le dita e spingere con dolcezza l'aria a bocca chiusa.

Il "Marcante-Odaglia" consiste nello spingere, a naso chiuso, la lingua sul palato molle.

E' inoltre da ricordare la "Deglutizione", anche se spesso non efficace, quindi poco consigliabile.

Non è assolutamente possibile evitare il problema, che anzi si complicherebbe, mettendo tappi nelle orecchie.

Immediatamente dopo l'entrata in acqua spostare la testa prima su un lato e poi sull'altro facendo in modo che l'acqua venga a contatto con le orecchie; si eviterà così il "colpo d'ariete".

Per eseguire la compensazione è bene abituarsi ad usare la mano destra; la sinistra verrà usata per comandare un attrezzo (by-pass del Jacket).

Quando si compensa, per una più semplice riuscita della manovra, bisogna reclinare la testa all'indietro.

Se non si riesce a compensare durante la discesa bisogna risalire di qualche metro, fino a quando la manovra non avrà successo, e solo dopo aver ottenuto la compensazione si potrà ricominciare la discesa.

Durante la risalita generalmente non si hanno problemi perchè l'aria in eccesso defluisce automaticamente; questo automatismo può tuttavia essere compromesso da eventuali patologie in corso, come raffreddori, ecc.

Qualora si avvertisse la necessità di compensare in risalita, e la manovra avesse esito negativo, bisognerebbe ridiscendere di qualche metro, compensare e poi riprendere la risalita.

In caso di forte raffreddore rinunciare all'immersione e comunque prima dell'immersione non usare spray o pastiglie decongestionanti (pericolo di estroflessione in risalita).

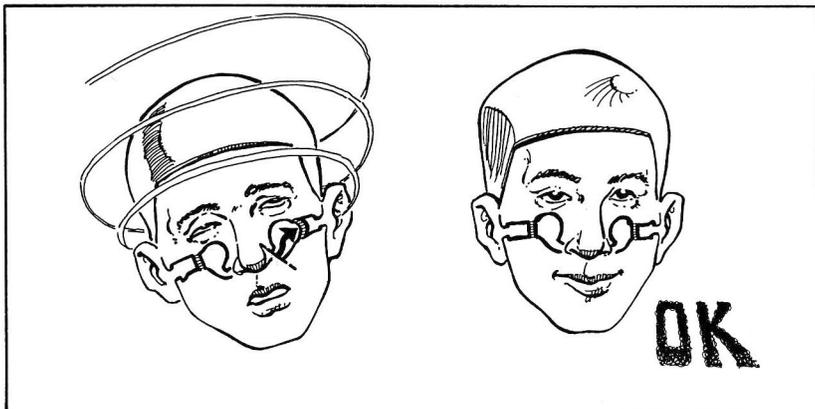
Tutte le altre cavità aeree del corpo (seni frontali, mascellari, ecc.) si compensano spontaneamente se non ci sono patologie in corso, come sinusiti, ecc.

**SE NON RIESCI A COMPENSARE  
RINUNCIA ALL'IMMERSIONE !!!**

## LA VERTIGINE ALTERNOBARICA

Se i timpani non fossero perfettamente in equilibrio si verificherebbe la "vertigine alternobarica".

Questo problema, che si manifesta quasi esclusivamente durante la risalita, provoca momentanee vertigini che generalmente spariscono dopo pochi attimi, non appena i timpani ritornano in equilibrio.



**IN ACQUA SEMPRE IN COPPIA  
ANCHE DURANTE LA RISALITA !!!**

## IL PRINCIPIO DI TORRICELLI

Abbiamo visto che esistono variazioni di pressione scendendo sott'acqua; ma anche salendo in montagna si avvertono disagi alle orecchie. Quindi sia l'aria che l'acqua esercitano pressione, infatti entrambe pesano, anche se in modo ben diverso. Vediamo ora i valori della pressione e la terminologia :

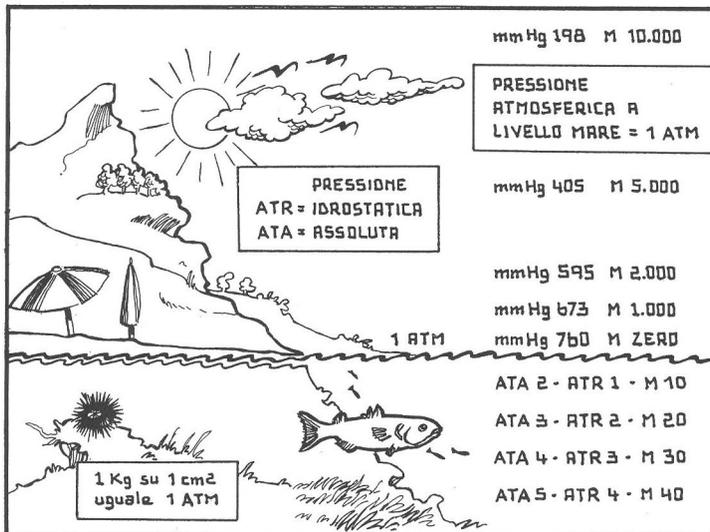
una colonna d'aria	d'acqua	di mercurio
alta circa 10.000 metri	alta 10 metri	alta 760 mm

della sezione di 1 cm<sup>2</sup> pesa 1 kg. Questo valore e' detto atmosfera.

$$1 \text{ Kg su } 1 \text{ cm}^2 = 1 \text{ atm}$$

- ATM = pressione atmosferica pari a circa 1 kg/cm<sup>2</sup>
- ATR = pressione d'acqua (idrostatica o relativa)
- ATA = ATM + ATR = pressione assoluta

La pressione si misura anche in PASCAL (100.000 PASCAL = ca. 1 ATM) oppure in BAR (1 ATM = 1,013 BAR = 1.013 MILLIBAR).

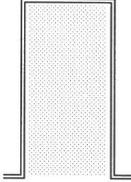
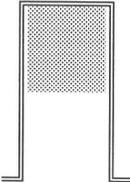
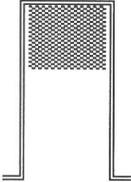
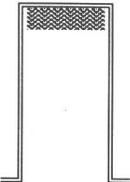


N.P. REFOLÒ

## LA LEGGE DI BOYLE E MARIOTTE

Ora sappiamo che è possibile andare sott'acqua senza essere schiacciati e senza avvertire dolore alle orecchie.

**Se ci mettiamo una maschera scendendo la sentiremo schiacciarsi sul viso e sentiremo ancora dolore Perché' ??? - Cosa possiamo fare ???**

Provetta piena d'aria portata sott'acqua			
Metri 0 Press. 1 atm  Provetta piena d'aria		Metri 10 Press. 2 ata  Provetta piena x 1/2	
Metri 20 Press. 3 ata  Provetta piena x 1/3		Metri 30 Press. 4 ata  Provetta piena x 1/4	

Per evitare che la maschera si schiacci contro il viso è necessario immettere in essa, man mano che si scende in profondità, altra aria come per tenere piena la provetta sott'acqua. Tutte le maschere quindi dovranno contenere il naso per permettere la suddetta manovra.

Il volume delle maschere per apneisti è ridotto al minimo perchè la compensazione della maschera possa essere effettuata con un minore dispendio di aria.

Dal disegno delle provette vediamo chiaramente che fra pressione e volume vi è una relazione di "proporzionalità inversa", cioè una aumenta tanto quanto diminuisce l'altro, e viceversa; ne consegue che moltiplicando pressione per volume otterremo una costante.

**P = PRESSIONE    V = VOLUME    K = COSTANTE**

$$P \times V = K$$

Infatti :             $1 \times 1 = 1$              $2 \times 1/2 = 1$   
                       $3 \times 1/3 = 1$              $4 \times 1/4 = 1$

**Tutto cio' vale a temperatura costante**

---

**+ Temperatura = + Volume (a volume variabile)**  
**+ Temperatura = + Pressione (a volume costante)**

---

---

**Con l'aumentare della pressione,  
o con il diminuire del volume, aumenta la densita'**

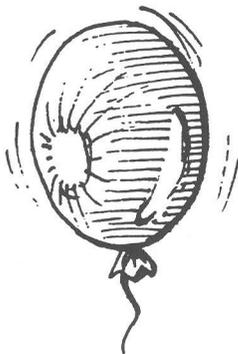
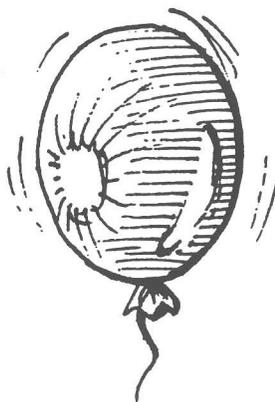
**+ PRESSIONE - VOLUME = + DENSITA'**  
**- PRESSIONE + VOLUME = - DENSITA'**

A riprova di ciò che abbiamo visto osserviamo che portando sott'acqua un pallone gonfiato con gas man mano che si scende in profondità il suo volume diminuisce, e cioè che all'aumentare della pressione corrisponde una riduzione di volume. Riportando il pallone verso la superficie osserviamo che il suo volume aumenta, e cioè che al diminuire della pressione corrisponde un aumento di volume.

La pressione del gas contenuto nel pallone è, istante per istante, uguale alla pressione esterna e moltiplicando il valore della pressione per il valore del volume otteniamo sempre il medesimo risultato.

Per esempio, considerando un pallone che al livello del mare abbia un volume di 20 litri, si ottiene :

**Metri + 5.000 circa s.l.m.**  
 $P = 1/2 \text{ atm} - V = 40 \text{ lt}$   
 $40 \text{ lt} \times 1/2 \text{ atm} = 20$

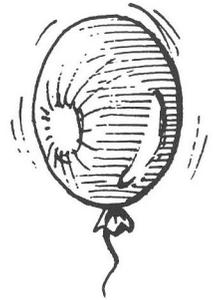


**Metri zero s.l.m.**  
 $P = 1 \text{ atm} - V = 20 \text{ lt}$   
 $20 \text{ lt} \times 1 \text{ atm} = 20$

**Profondita' metri 10**

**$P = 2 \text{ ata} - V = 10 \text{ lt}$**

**$10 \text{ lt} \times 2 \text{ ata} = 20$**



**Profondita' metri 20**

**$P = 3 \text{ ata} - V = 6,66 \text{ lt}$**

**$6,66 \text{ lt} \times 3 \text{ ata} = 20$**



**Profondita' metri 30**

**$P = 4 \text{ ata} - V = 5 \text{ lt}$**

**$5 \text{ lt} \times 4 \text{ ata} = 20$**

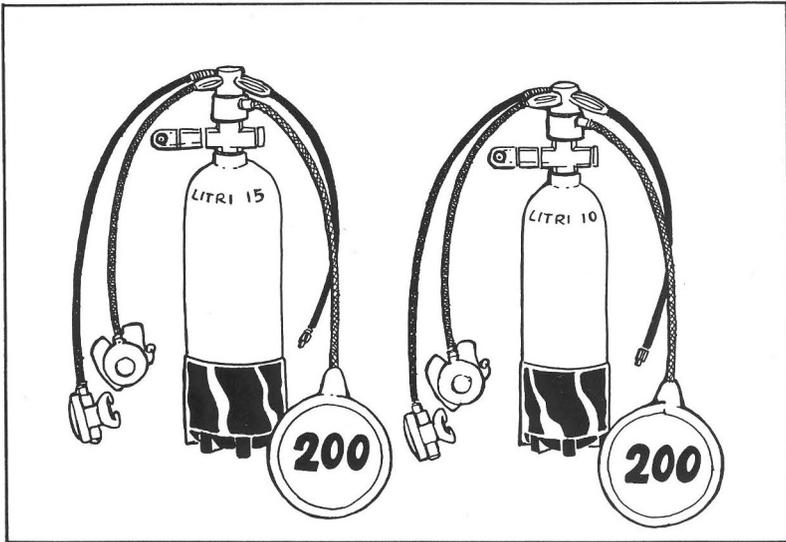


Dalla legge di BOYLE e MARIOTTE si possono ottenere molte altre applicazioni pratiche, come per esempio :

### a) La carica della bombola

La quantità d'aria contenuta in una bombola, riferita alla pressione atmosferica a livello del mare, è uguale alla pressione di carica per la capacità, e cioè :

- mono da 10 litri a 200 atm :  $10 \times 200 = 2.000$  litri
- mono da 15 litri a 200 atm :  $15 \times 200 = 3.000$  litri



Ricordati di misurare sempre la pressione della bombola tutte le volte che la ritirerai dalla stazione di ricarica. La pressione deve essere misurata a freddo; non esporre mai la bombola al sole.

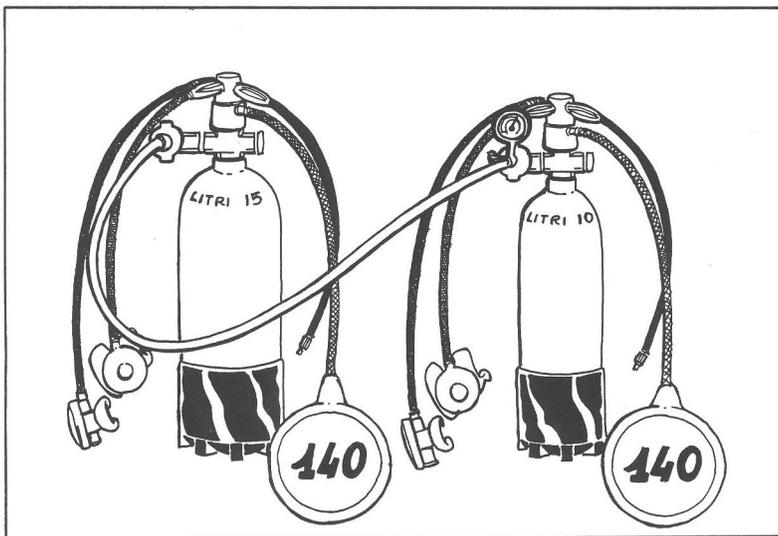
## b) Il travaso

Con una frusta di travaso si potranno pareggiare le pressioni di carica di due bombole; la pressione raggiunta al termine del travaso può essere facilmente calcolata come segue :

- si calcolano le quantità di aria contenuta nelle due bombole (per esempio :  $15 \times 200 = 3.000$  e  $10 \times 50 = 500$ )
- si sommano questi due valori e si ottiene l'aria totale a disposizione (3.500 litri).

Si divide infine questo numero per la capacità totale delle due bombole (nel nostro caso 25 litri) :

$$3.500 : 25 = 140 \text{ atm}$$



Attenzione, se vi capitasse di fare una simile operazione fatelo con estrema cautela, assicurandovi che la frusta di travaso sia in perfette condizioni, e molto lentamente per non provocare condensa o creare problemi di altra natura.

**c) Il gonfiaggio di un gommone**

Considerando di utilizzare tutta l'aria contenuta in una bombola, ci si può divertire alla soluzione di alcuni problemini riguardanti il gonfiaggio di un gommone :

- 1) Con un bibe da 10+10 litri caricato a 200 atm viene gonfiato un gommone del volume di 2.000 litri.  
Che pressione ha il gommone ??? »—————> (R1)
  
- 2) Con un bibe da 10+10 litri caricato a 200 atm viene gonfiato un gommone alla pressione di 2 atm.  
Che volume ha il gommone ??? »—————> (R2)
  
- 3) Con un bibe da 10+10 litri viene gonfiato un gommone del volume di 2.000 litri alla pressione di 2 atm.  
A quale pressione era caricato il bibe ??? »————> (R3)
  
- 4) Con un bibe caricato a 200 atm viene gonfiato un gommone del volume di 2.000 litri alla pressione di 2 atm.  
Qual'è il volume del bibe ??? »—————> (R4)

$$P \times V = K$$

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$

$P1 = 200 \text{ atm}$
------------------------

$V1 = 20 \text{ lt}$
----------------------

$P2 = 2 \text{ atm}$
----------------------

$V2 = 2.000 \text{ lt}$
-------------------------

$$200 \times 20 = 2 \times 2.000$$

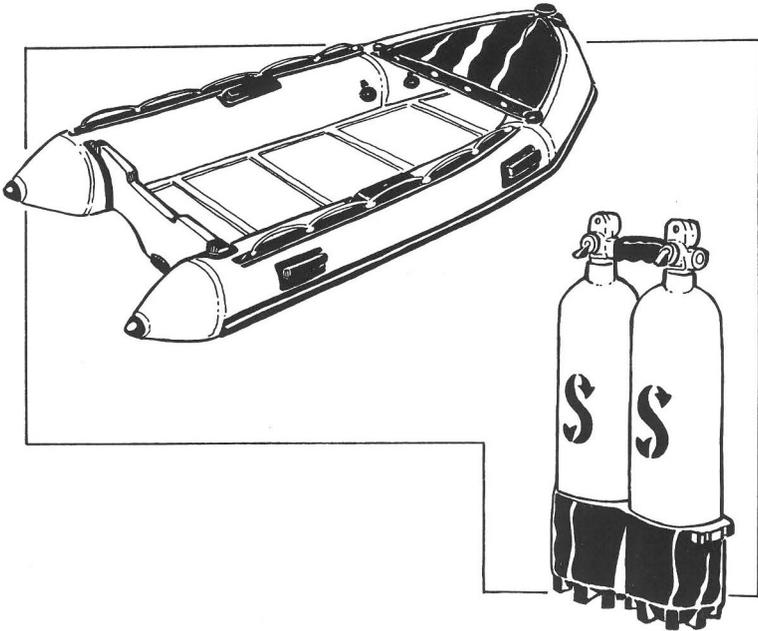
$$4.000 = 4.000$$

$$(R1) \quad P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} = \frac{200 \text{ atm} \times 20 \text{ lt}}{2.000 \text{ lt}} = 2 \text{ atm}$$

$$(R2) \quad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2} = \frac{200 \text{ atm} \times 20 \text{ lt}}{2 \text{ atm}} = 2.000 \text{ lt}$$

$$(R3) \quad P_1 = \frac{P_2 \times V_2}{V_1} = \frac{2 \text{ atm} \times 2.000 \text{ lt}}{20 \text{ lt}} = 200 \text{ atm}$$

$$(R4) \quad V_1 = \frac{P_2 \times V_2}{P_1} = \frac{2 \text{ atm} \times 2.000 \text{ lt}}{200 \text{ atm}} = 20 \text{ lt}$$



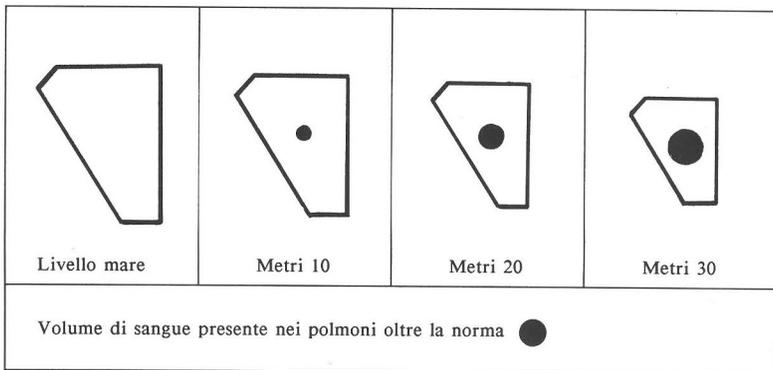
## L' EMOCOMPENSAZIONE ( BLOOD SHIFT )

Abbiamo visto che l'interno della maschera, per non creare problemi, deve contenere aria ad una pressione pari a quella esterna e la stessa cosa si deve verificare all'interno del timpano con la compensazione.

Durante l'immersione in apnea, dove andiamo a prendere la pressione d'aria necessaria ad eseguire queste manovre ???

Sappiamo che diminuendo il volume aumenta la pressione e che i liquidi, quindi anche il sangue, sono incompressibili.

Durante l'immersione in apnea, all'aumentare della pressione si ha una riduzione del volume del gas polmonare; detta riduzione viene compensata da un maggior afflusso di sangue. Questo meccanismo consente di non avere un eccessivo schiacciamento della gabbia toracica e si chiama "Blood Shift".



I polmoni, oltre a non essere schiacciati, grazie al "Blood Shift" riescono a fornire aria alla pressione necessaria per compensare i timpani, la maschera e tutte le cavità aeree.

## LA LEGGE DI DALTON

Il nostro uomo può ora andare sott'acqua senza dolori e per restarci qualche attimo in più può fare tre o quattro respiri profondi prima di immergersi.

E' vivamente sconsigliata l'iperventilazione (respirazione forzata prolungata) che ha lo scopo di abbassare il tasso di  $\text{CO}_2$  (decarbonizzazione), perchè in tal caso verranno ritardati gli stimoli di ripresa della respirazione (contrazioni diaframmatiche) e, durante la risalita da apnea, ci troveremo in carenza di ossigeno.

Questo problema ed altri ancora possono essere meglio compresi con la conoscenza della legge di DALTON.

Ricordiamo che l'aria è un miscuglio di gas presenti nelle seguenti percentuali :

<b>Ossigeno</b>	<b>(<math>\text{O}_2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>20,96</b>
<b>Azoto</b>	<b>(<math>\text{N}_2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>78,00</b>
<b>Anidride carbonica</b>	<b>(<math>\text{CO}_2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>0,03</b>
<b>Altri gas</b>		<b>%</b>	<b>1,01</b>

Secondo la legge di DALTON ciascun gas esercita la sua pressione (pressione parziale) indipendentemente dagli altri.

Non varieranno mai le percentuali dei singoli gas col variare della pressione totale del miscuglio, ma varierà la pressione parziale di ciascuno di essi.

Per comprendere meglio questo concetto faremo qualche calcolo con la pressione espressa in millimetri di mercurio (mmHg).

<b>Pp</b>	<b>=</b>	<b>Pressione parziale</b>
<b>Pt</b>	<b>=</b>	<b>Pressione totale</b>
<b>Hg</b>	<b>=</b>	<b>Mercurio (1 atm = 760 mmHg)</b>

Per calcolare le Pp dei singoli gas componenti l'aria dobbiamo moltiplicare la Pt per la percentuale di ciascun gas e poi dividere il risultato per 100.

$$P_p = \frac{P_t \times \% \text{ Gas}}{100}$$

e cioè :

$$P_p \text{ N}_2 = \frac{P_t \times \% \text{ N}_2}{100} = \frac{760 \times 78,00}{100} = 592,800 \text{ mmHg}$$

$$P_p \text{ O}_2 = \frac{P_t \times \% \text{ O}_2}{100} = \frac{760 \times 20,96}{100} = 159,296 \text{ mmHg}$$

$$P_p \text{ CO}_2 = \frac{P_t \times \% \text{ CO}_2}{100} = \frac{760 \times 0,03}{100} = 0,228 \text{ mmHg}$$

$$P_p \text{ altri gas} = \frac{P_t \times \% \text{ Gas}}{100} = \frac{760 \times 1,01}{100} = 7,676 \text{ mmHg}$$

Sommando le varie Pp dei gas componenti il miscuglio si ottiene il valore della Pt = 760 mmHg (592,800 + 159,296 + 0,228 + 7,676 = 760) e cioè la pressione dell'aria a livello del mare.

E' da notare che al variare della Pt non varia la percentuale di ciascun gas ma solo la sua pressione parziale.

Alla profondità di 20 metri, cioè a 3 atmosfere assolute, si avrà per l'ossigeno :

$$\frac{3 \times 760 \times 20,96}{100} = 477,888 \text{ mmHg} = P_p \text{ O}_2 \text{ a 3 ATA}$$

Abbiamo visto che la  $P_p O_2$  è aumentata con l'aumentare della  $P_t$  ma la sua percentuale (20,96) è rimasta invariata.

A questo punto siamo in grado di calcolare la  $P_p$  di ciascun gas a qualunque quota o profondità, cioè qualunque sia la  $P_t$  del miscuglio di cui il gas fa parte.

Calcoliamo, per esempio, le seguenti pressioni parziali :

$P_p N_2$  a 24 metri

$P_p O_2$  a 36 metri

$P_p O_2$  a 18 metri

$$P_p N_2 = \frac{P_t \times \% N_2}{100} = \frac{3,4 \times 760 \times 78,00}{100} = 2.015,520 \text{ mmHg}$$

$$P_p O_2 = \frac{P_t \times \% O_2}{100} = \frac{4,6 \times 760 \times 20,96}{100} = 732,762 \text{ mmHg}$$

$$P_p O_2 = \frac{P_t \times \% O_2}{100} = \frac{2,8 \times 760 \times 20,96}{100} = 446,029 \text{ mmHg}$$

$$P_p = \frac{P_t \times \% \text{ Gas}}{100}$$

La legge di DALTON ci permette di comprendere diverse situazioni che si possono verificare durante l'immersione :

**a) Apnea**

Il momento in cui il corpo umano cade in crisi IPOSSICA è con una Pp O<sub>2</sub> inferiore a 50 mmHg.

Nel momento in cui l'apneista lascia la superficie e si porta alla quota desiderata alza la Pp O<sub>2</sub> infatti :

$$Pp O_2 = \frac{760 \times 20,96}{100} = 159,296 \text{ mmHg a livello del mare}$$

Se l'apneista si reca a 10 m si avrà :

$$Pp O_2 = \frac{2 \times 760 \times 20,96}{100} = 318,592 \text{ mmHg a 10 metri}$$

In questa situazione il nostro uomo si trova in perfette condizioni, con una Pp O<sub>2</sub> così alta, ma soffermandosi sul fondo consuma ossigeno per le funzioni vitali e abbassa quindi la percentuale di O<sub>2</sub>, per esempio fino al 15% a favore della CO<sub>2</sub> che aumenterà e stimolerà la ripresa della respirazione, obbligando l'apneista a risalire.

Mentre affiora alla superficie non sarà più sottoposto alla pressione di 2 ATM ma solo di 1 ATM, quindi :

$$Pp O_2 = \frac{1 \times 760 \times 15}{100} = 114 \text{ mmHg}$$

In questo caso va ancora tutto bene perchè siamo al di sopra di 50 mmHg Pp O<sub>2</sub>.

Vediamo ora cosa succede se l'apneista fa una lunga iperventilazione e quindi abbassa la Pp CO<sub>2</sub> : ritarderà lo stimolo alla ripresa della respirazione e si soffermerà in profondità per un tempo maggiore, consumando più ossigeno e quindi abbassando la percentuale di O<sub>2</sub>, per esempio, fino al 5% :

$$Pp O_2 = \frac{2 \times 760 \times 5}{100} = 76 \text{ mmHg a 10 metri}$$

In questo caso va ancora tutto bene, ma solo finchè l'apneista è sott'acqua; vediamo cosa succede risalendo verso la superficie e con quale Pp O<sub>2</sub> si troverà al livello del mare :

$$Pp O_2 = \frac{1 \times 760 \times 5}{100} = 38 \text{ mmHg}$$

Il malcapitato andrà in sincope IPOSSICA prima ancora di affiorare, poichè con una Pp O<sub>2</sub> così bassa è questo l'incidente che capita. Se nelle vicinanze c'è qualcuno che soccorre il malcapitato, il problema può essere risolto, in caso contrario la situazione è veramente critica.

Dobbiamo quindi sapere che prima dell'immersione in apnea non dobbiamo fare iperventilazione, salvo qualche respiro profondo, poichè questa, abbassandoci il tasso di CO<sub>2</sub>, ritarderà le contrazioni diaframmatiche e ci permetterà di rimanere in apnea più a lungo, fino a consumare l'O<sub>2</sub> oltre il limite critico.

Ricordiamoci che i conti devono sempre essere fatti con la risalita, perchè è proprio in questa fase che le pressioni parziali diminuiscono più rapidamente.

**IPERVENTILAZIONE = PERICOLO !!!  
MAI SOLI IN ACQUA !!!**

## b) A.R.A. (autorespiratore ad aria)

### Iperossia

Dobbiamo sapere che l'O<sub>2</sub> respirato a Pp superiori alla norma diventa tossico in breve tempo; la crisi IPEROSSICA ci coglie rapidamente quando la Pp O<sub>2</sub> supera il valore di circa 2 ATA, corrispondenti a 1.520 mmHg. Ne deriva che l'aria è tossica intorno ai 90 metri di profondità, infatti :

$$\frac{10 \times 760 \times 20,96}{100} = 1.520 \text{ mmHg}$$

A queste profondità quindi non è più possibile impiegare aria nell'autorespiratore.

### Ebbrezza di profondità

L'elevarsi della Pp N<sub>2</sub> (azoto) porta alla "ebbrezza di profondità", ma non esiste teoria che spieghi bene il fenomeno, né il fatto che il malessere si manifesti a quote diverse secondo i soggetti e il fatto che ciascuno possa trovarsi in difficoltà in giorni diversi a quote diverse.

L'esperienza è la miglior prevenzione.

E' comunque estremamente raro che l'ebbrezza si manifesti entro i 30/35 metri di profondità (il limite massimo dell'immersione sportiva è di 40 metri).

Il fisico è soggetto ad una sorta di assuefazione all'azoto per cui le prime immersioni della stagione non dovranno mai essere fonde.

All'insorgere dell'ebbrezza di profondità, anche detta "narco-si da azoto" o "effetto Martini", l'unico sistema è quello di risalire di qualche metro finchè non si ristabilisce la situazione di normalità.

Fortunatamente l'ebbrezza non lascia alcuna conseguenza.

L'ebbrezza è uno dei motivi per cui è doveroso non essere mai soli in acqua e deve essere un monito per neofiti in vena di spaccionate.

## **Miscele**

E' grazie alla legge di DALTON che vengono studiate e preparate le miscele per gli altofondalisti.

Sappiamo infatti che il corpo umano non tollera più di 1.520 mmHg circa di Pp O<sub>2</sub>, quindi per andare oltre i 90 metri di profondità i professionisti preparano delle miscele con minor percentuale di O<sub>2</sub> rispetto all'aria.

In queste miscele l'azoto viene sostituito dall'elio che è molto più leggero, risolvendo così anche i problemi di ebbrezza e di densità dell'aria.

L'aria è tossica intorno ai 90 metri di profondità ma le immersioni di lavoro vengono condotte con miscele ipoossigenate già da 60 metri circa.

**I sommozzatori sportivi e' meglio che dimentichino certe quote,  
dove peraltro non si ha tempo e modo di divertirsi**

---

---

**PROFONDITA' = PERICOLO !!!  
MAI SOLI IN ACQUA !!!**

### c) A.R.O. (autorespiratore ad ossigeno)

L'autorespiratore ad ossigeno (A.R.O.) è un apparecchio a "circuito chiuso". Ciò significa che il gas di scarico non viene liberato nell'ambiente, come per l'A.R.A., ma torna nell'apparecchio per essere purificato e riutilizzato, quindi usando l'A.R.O. non si fanno bolle, il che lo rende eccezionale per l'uso bellico.

All'interno del "sacco" in gomma vi è un filtro, caricato con calce sodata, che è in pratica il cuore dell'apparecchio, in quanto ha la funzione di purificare il gas espirato. La CO<sub>2</sub> viene infatti "fissata" chimicamente dalla calce sodata.

Il gas, purificato attraverso il filtro, ritorna nel sacco e può essere nuovamente respirato.

La bombola, che ha normalmente una capacità di 2 litri, viene caricata con ossigeno puro a 150 o 200 atm, il che significa avere una disponibilità di circa 300 litri di O<sub>2</sub>.

Poichè il gas di scarico, ancora ricco di ossigeno, viene riciclato, il consumo è solo quello necessario al corpo per le funzioni metaboliche e per il lavoro muscolare, circa 1 litro al minuto, quindi in teoria si potrebbe avere una autonomia di 300 minuti.

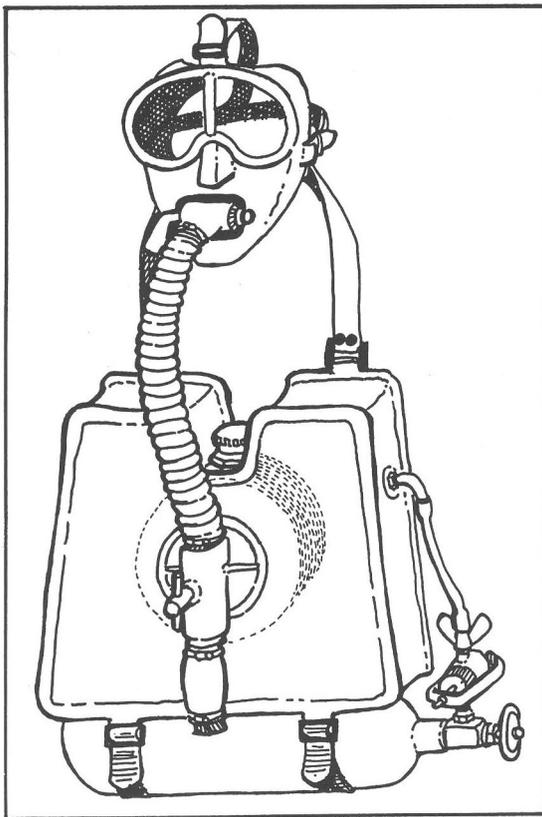
**La sua operativita' e' limitata ai 10 metri, infatti :**

$$\frac{2 \times 760 \times 100}{100} = 1.520 \text{ mmHg} = \text{limite critico Pp O}_2$$

Altre considerazioni su questo apparecchio potrebbero non essere interpretate correttamente; tuttavia vogliamo precisare che per utilizzarlo è indispensabile avere un addestramento specifico.

L'A.R.O. mostrato nella figura è di tipo "pendolare"; sia il gas inspirato che quello espirato passano per lo stesso tubo corrugato. All'inizio dell'inspirazione si immetterà nei polmoni una parte di gas non purificata dal filtro, cioè quella rimasta nel tubo durante la precedente espirazione.

Ci sono anche A.R.O. di tipo "ciclico" che hanno un condotto per l'inspirazione ed uno per l'espirazione e quindi non presentano l'inconveniente visto sopra.



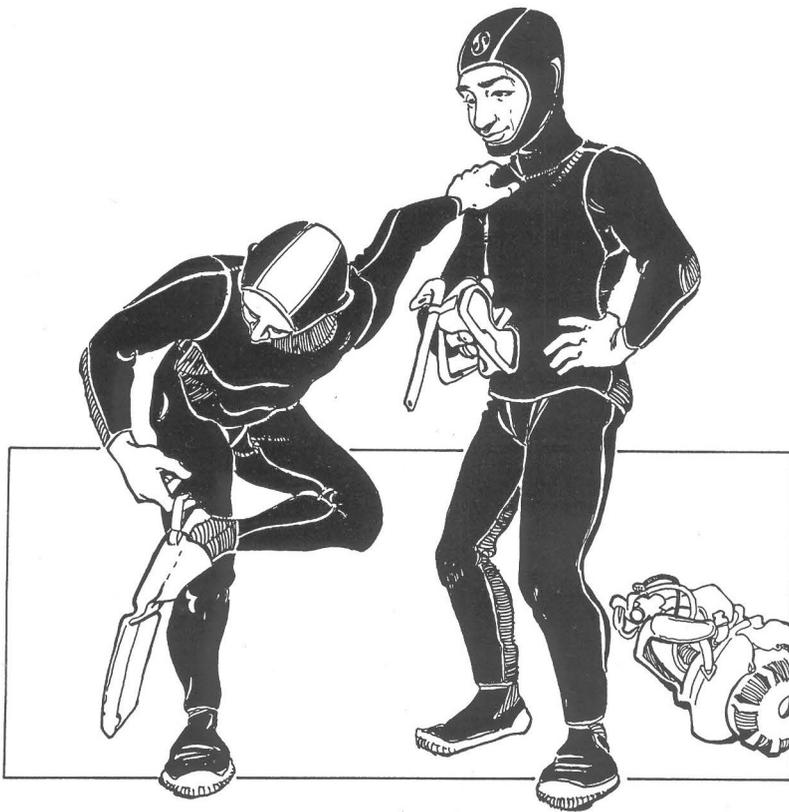
## IL COMPAGNO DI IMMERSIONE

Nessuno strumento meccanico o elettronico è o potrà mai essere più importante del compagno di immersione.

Con lui dovrà esserci affiatamento, reciproco controllo e, in caso di necessità, aiuto: prima, durante e dopo l'immersione.

I compagni di immersione devono :

- avere interessi comuni;
- conoscere le reciproche capacità. Evitare spaccionate e riconoscere i propri limiti è segno di maturità;
- conoscere le reciproche attrezzature in modo da essere in grado, all'occorrenza, di intervenire su di esse;
- concordare i segnali, anche se si è della stessa scuola è meglio rivederli prima di entrare in acqua;
- programmare concordemente l'immersione. La programmazione è sicurezza, bisogna rispettare ciò che si è stabilito;
- concordare il tipo di immersione ed il comportamento in funzione di questo (fotografia, archeologia, notturna, grotta, relitto, ecc.);
- conoscere il luogo di immersione;
- adottare le tecniche di entrata e di uscita dall'acqua più idonee in relazione al luogo di immersione. Saltare in acqua da un punto troppo alto può comportare la perdita dell'attrezzatura con l'impatto. Il punto di uscita deve essere semplice, meglio se si ha un punto di uscita alternativo nel caso che il mare si ingrossi;
- calare una cima zavorrata, sia dalla roccia che dalla barca, per appendervi provvisoriamente parte dell'attrezzatura e per sorreggersi in caso di corrente;
- restare sempre uniti, anche durante la risalita. Quando il contatto visivo non è sufficiente, tenersi per mano, soprattutto in grotta o durante l'immersione notturna;
- in caso di perdita di contatto visivo del compagno, riemergere dopo non più di un minuto di ricerca con esito negativo, ci si troverà in superficie.



**IL COMPAGNO DI IMMERSIONE : LA SICUREZZA !!!**

## LE ATTREZZATURE

Nelle pagine che seguono è riportato l'elenco delle attrezzature indispensabili per l'immersione con autorespiratori ad aria (A.R.A.) e di alcuni importanti accessori.

Per ognuna di queste attrezzature è indicato :

- lo scopo cui sono destinate;
- i vari modelli esistenti in commercio e alcuni importanti consigli per l'acquisto;
- la preparazione;
- il modo di utilizzarle correttamente;
- le precauzioni da adottare dopo l'uso e durante il trasporto;
- i principali interventi di normale manutenzione.

L'argomento non si esaurisce certo in queste brevi note, si potrebbe infatti parlare del computer, della bussola, ecc.

Il nostro scopo è quello di avere un primo approccio con le attrezzature indispensabili in modo da cominciare a conoscerle ed utilizzarle correttamente.

La conoscenza delle proprie attrezzature e di quelle del compagno di immersione, dei più elementari principi di funzionamento, del modo di preservarle da eventuali guasti o malfunzionamenti e di conservarle nel tempo costituiscono la garanzia di immersioni divertenti e soprattutto sicure.

Tale conoscenza deve pertanto essere patrimonio di ogni subacqueo che non si affidi al caso ma, al contrario, svolga la sua attività con una attenta e razionale programmazione.

Sono facilmente reperibili svariate pubblicazioni specifiche che trattano esaurientemente l'argomento. Comunque la fonte più preziosa ed inesauribile di notizie "fresche" è il negoziante di fiducia.

## SCOPO

---

BORSA	Contenere tutto, anche l'accappatoio
PINNE	Muoversi in acqua
MASCHERA	Frapporre aria fra gli occhi e l'acqua
AERATORE	Respirare a pelo d'acqua
MUTA, GUANTI E CALZARI	Proteggersi dal freddo Proteggersi da eventuali escoriazioni
ZAVORRA	Annullare la spinta positiva della muta
BOMBOLA	Contenere aria in pressione Dati su collo : nome costruttore e matricola, capacità (litri), pressione di esercizio e di collaudo, (solitam. 200/300 atm), peso (kg), date dei collaudi e "aria"
JACKET (GAV)	Fornire un corretto assetto idrostatico in immersione a qualunque quota Galleggiabilità in superficie a inizio e fine immersione
EROGATORE	Fornire aria a pressione ambiente
MANOMETRO	Indicare la pressione dell'aria contenuta nella bombola
PROFONDIMETRO	Indicare la profondità a cui ci si trova e registrare la massima profondità raggiunta
OROLOGIO	Misurare il tempo in immersione e il tempo degli intervalli in superficie
TABELLE	Conoscere il gruppo appartenenza in uscita e dopo l'intervallo in superficie e le penalità in tempo per la ripetitiva Indispensabili per la programmazione
COLTELLO	Liberarsi da reti, cime, ecc. Segnalare acusticamente picchiando su bombole
TORCIA	Illuminare anfratti bui, ripristinare i colori in profondità e fare segnalazioni luminose
OR	Fare tenuta in pressione

---

## MODELLI

---

BORSA	Vari, meglio se a zaino
PINNE	Vari, meglio a cinghiolo da indossare con calzari a scarpetta muniti di cerniera
MASCHERA	Vari, importante è l'aderenza Quelle da apnea hanno volume ridotto Su alcuni modelli si possono applicare lenti correttive invece del vetro (maschere ottiche)
AERATORE	Vari, ma sempre di grossa sezione, non rigido e non più lungo di 30 cm circa
MUTA, GUANTI E CALZARI	Vari, importante che siano di giusta misura e di spessore adatto all'uso Se la muta stringe la gola provoca difficoltà respiratorie : attenzione alla misura
ZAVORRA	Vari, meglio in pezzi da 2 kg cadauno per chi ha bisogno di molta zavorra
BOMBOLA	Vari, di solito 15 litri a 200 atm, meglio i tipi con due attacchi - quelle in alluminio sono più pesanti e voluminose e richiedono più zavorra
JACKET (GAV)	Vari, Jacket con sganci rapidi agli spallacci o senza, bicamera o monocamera, ecc.
EROGATORE	Vari, meglio con primo stadio bilanciato Immergersi sempre con due erogatori
MANOMETRO	Vari, possibilmente abbinabili in consolle con altri apparecchi
PROFONDIMETRO	Vari, sempre con lancetta di max profondità, meglio se con un solo giro sul quadrante
OROLOGIO	Vari, necessaria ghiera girevole unidirezionale, meglio con cinturino in gomma
TABELLE	Vari, utilizzare quelle contenenti i dati per la seconda immersione
COLTELLO	Vari, non troppo grosso ma sempre affilato, meglio i modelli con lama e seghetto
TORCIA	Vari, secondo esigenze di potenza e di durata, meglio se ricaricabili
OR	Vari, averne sempre di scorta per le bombole

---

## PREPARAZIONE

BORSA	In ordine d'uso Controllare prima di partire
PINNE	Girare il tallone ed infilarle da bagnate Per i modelli con cinghiolo preparare prima la misura - farsi aiutare dal compagno per non perdere l'equilibrio
MASCHERA	Sputare all'interno e strofinare, sciacquare e riempire d'acqua - non lasciarla al sole
AERATORE	Fissarlo al cinghiolo della maschera
MUTA, GUANTI E CALZARI	Per vestirla rivoltare sempre le parti stagne D'estate o in mari caldi indossarla bagnata
ZAVORRA	Maneggiare sempre dalla parte opposta a fibbia La corretta disposizione dei piombi è sui fianchi
BOMBOLA	Accertarsi che non ci sia acqua dove si dovrà alloggiare l'erogatore
JACKET (GAV)	Bloccare bene la bombola al Jacket Ricordare la frusta Entrare gonfi al 50 % circa
EROGATORE	1° Stadio: alloggiare su rubinetteria e aprire tutto meno mezzo giro 2° Stadio: con convogliatore di scarico sotto il boccaglio Prova respirazione bagnandolo se non scarica
MANOMETRO	Attaccato al 1° stadio dell'erogatore su H.P., dal negoziante Non guardarlo mentre si apre la bombola
PROFONDIMETRO	Tarare ed azzerare prima di immergersi
OROLOGIO	Mettere lo zero della ghiera girevole sulla sfera dei minuti prima di immergersi
TABELLE	Tenerle sempre a portata di mano Attenzione : non perderle, non romperle e non farle ciondolare durante l'immersione
COLTELLO	Fissarlo sulla parete interna della gamba oppure nella consolle
TORCIA	Controllare il funzionamento, la chiusura della parabola ed eventualmente del tappo
OR	Non bagnare

## UTILIZZO

BORSA	Sollevarla impugnando entrambi i manici
PINNE	Piegare le ginocchia il meno possibile Fare una pinneggiata molto ampia e lenta
MASCHERA	Compensarla in discesa
AERATORE	Respiri lunghi e profondi Togliarlo in apnea e rimetterlo dopo i primi respiri in superficie
MUTA, GUANTI E CALZARI	Appena entrati in acqua fare in modo che un po' d'acqua venga a contatto con le orecchie
ZAVORRA	Vestire al disopra di tutto con possibilità di sgancio rapido - ricordare che al mare serve più zavorra che al lago o in piscina
BOMBOLA	Attaccata al Jacket Il collo della bombola deve essere all'altezza della parte superiore dello schienalino
JACKET (GAV)	Confiaggio con frusta dalle bombole o con aria espirata - scarico normale o rapido Scaricare durante la risalita e controllare la velocità : 10 metri al minuto
EROGATORE	Scaricare, per espirazione o con il pulsante, prima di inspirare Respiri lunghi e profondi senza mai fare apnee
MANOMETRO	Controllare molte volte durante l'immersione Non riemergere con meno di 50 atm circa
PROFONDIMETRO	Non superare la profondità programmata
OROLOGIO	Non superare tempo di immersione programmato
TABELLE	Approssimare per eccesso profondità e tempo In caso di immersione faticosa maggiorare il tempo di immersione di 5 o 10 minuti (lezione specifica)
COLTELLO	Utilizzare solo in caso di necessità su reti, ecc. e per segnalazioni acustiche
TORCIA	Utilizzare una cimetta, non troppo lunga, per fissarla alla mano Mai spegnerla durante una notturna
OR	Utilizzarli solo se perfetti

## DOPO L'USO

BORSA	Non lasciarla al sole Sciacquare con acqua dolce
PINNE	Non camminare con le pinne e non lasciarle al sole - sciacquare con acqua dolce
MASCHERA	Sul collo, mai sulla fronte - non lasciarla al sole - sciacquare con acqua dolce
AERATORE	Non lasciare al sole Sciacquare con acqua dolce
MUTA, GUANTI E CALZARI	Non lasciare al sole Sciacquare con acqua dolce
ZAVORRA	Non gettarla, i piombi si bloccherebbero alla cintura
BOMBOLA	Non appoggiare in posiz. verticale - smontare subito erogatori - non scaricare (condensa) e se proprio necessario, per trasporto aereo, farlo in acqua dall'erogatore montato
JACKET (GAV)	Sconnetterlo dalla bombola e togliere l'acqua Non lasciarlo al sole - sciacquare con acqua dolce
EROGATORE	Chiudere rubinetteria bombole e premere il pulsante per smontare - asciugare solo il tappo prima di chiudere il 1° stadio Non lasciarlo al sole - sciacquare con acqua dolce senza premere sul pulsante
MANOMETRO	Con l'erogatore - rimetterlo subito in borsa o meglio in borsa separata o scatola antiurto
PROFONDIMETRO	Non azzerare, può servire per l'ev. immersione successiva - riporlo insieme all'erogatore
OROLOGIO	Segnare su un notes l'ora di uscita, e anche i dati dell'immersione, per eventuale successiva e per riportarli poi sul libretto d'immersione
TABELLE	Non fare apnee dopo l'immersione, non alzarsi di quota (elicottero o aereo), non fare sforzi La 2° immersione solo dopo un lungo intervallo
COLTELLO	Allacciare i cinghioli Sciacquare con acqua dolce - ungere
TORCIA	Inserire sempre la sicura all'accensione - non lasciarla al sole - sciacquare con acqua dolce
OR	Sostituire anche se poco usurati o sfilacciati

## TRASPORTO

---

BORSA	Ben bloccata Attenzione agli urti
PINNE	Utilizzare una borsa sufficientemente lunga
MASCHERA	Attenzione agli urti
AERATORE	Fissato al cinghiolo della maschera
MUTA, GUANTI E CALZARI	Non danno particolari problemi Dopo l'immersione rimetterli in borsa ancora bagnati
ZAVORRA	Usarla per bloccare la bombola
BOMBOLA	In auto ed in barca ben bloccata
JACKET (GAV)	Jacket non attaccato alla bombola
EROGATORE	Sono delicatissimi - meglio in borsa separata o scatola antiurto
MANOMETRO	Come per l'erogatore
PROFONDIMETRO	Come per l'erogatore
OROLOGIO	Come per l'erogatore
TABELLE	Attenzione agli urti, possono rompersi
COLTELLO	In borsa sotto tutta l'attrezzatura
TORCIA	Come per l'erogatore
OR	Sempre a portata di mano

---

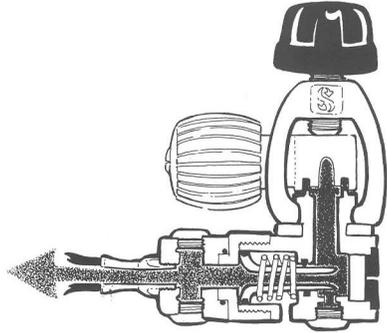
## MANUTENZIONE E INVERNAGGIO

BORSA	Controllo cerniere - strofinare con cera
PINNE	Appoggiare completamente rovesciate
MASCHERA	Appoggiare dalla parte del vetro
AERATORE	Non pone particolari problemi
MUTA, GUANTI E CALZARI	Mettere su un appendiabito
ZAVORRA	Non pone particolari problemi
BOMBOLA	Usare FEROX per graffi ed ammaccature Collaudo dopo 4 anni da acquisto e poi ogni 2 anni - fare una ispezione interna e revisione rubinetteria ogni anno Ripristinare la verniciatura
JACKET (GAV)	Controllare la sacca, il by-pass e valvola di sovrapressione - riporlo gonfio in ambiente asciutto
EROGATORE	Non appenderli per il 2° stadio - rivolgersi al negoziante per il controllo annuale
MANOMETRO	In caso di eventuale malfunzionamento o guasto rivolgersi al negoziante
PROFONDIMETRO	Come per il manometro
OROLOGIO	Come per il manometro
TABELLE	Sostituirle quando non più visibili, anche se solo parzialmente
COLTELLO	Affilarlo ed ungerlo con silicone in pasta
TORCIA	Appoggiare dalla parte della parabola Ungere gli OR con silicone e riporre con il tappo di carica svitato
OR	Conservarli in un sacchettino di plastica

# L' EROGATORE

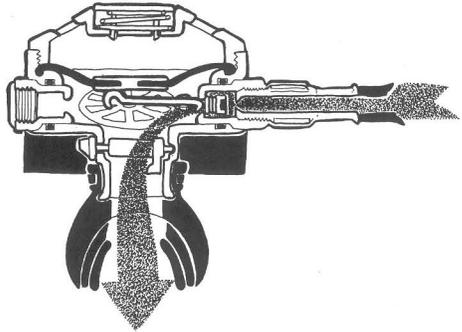
## Primo stadio

Riduce la pressione dell'aria contenuta nella bombola a ca. 9 atm (secondo il modello) + la pressione ambiente (p.es.: a 30 m riduce a  $9+4 = 13$  atm)

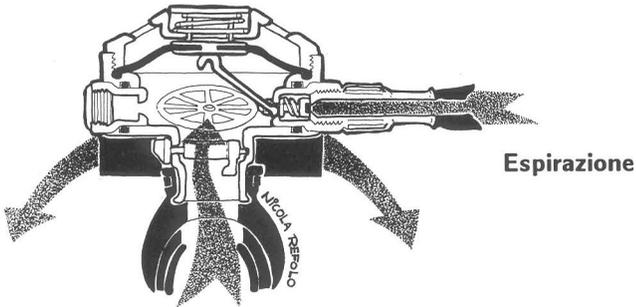


## Secondo stadio

Lo scopo è fornire aria a pressione ambiente.



Inspirazione

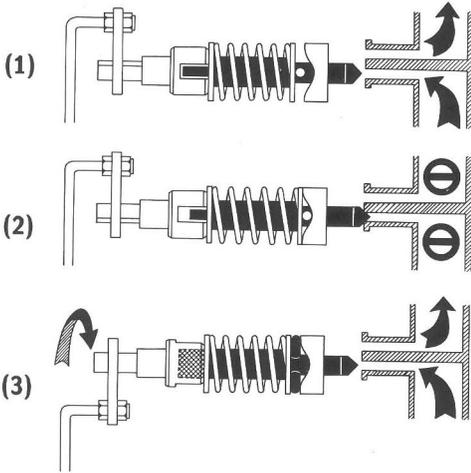


## LA RISERVA DELL' A.R.A.

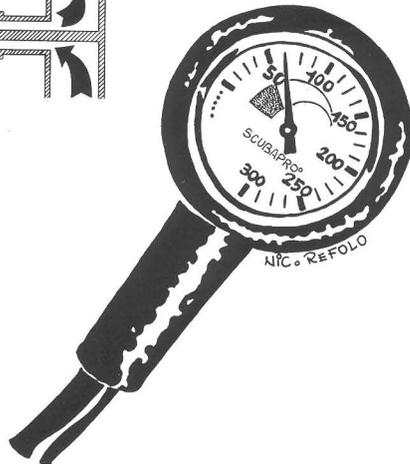
La riserva dell'A.R.A. è essenzialmente una molla.

La molla tende a chiudere il passaggio dell'aria, mentre la pressione interna alla bombola la tiene aperta (1).

Quando la pressione dell'aria è inferiore a circa 50 atm, cioè alla pressione di taratura della molla, questa vince e chiude il passaggio (2). Abbassando la leva della riserva si esclude la funzione della molla e quindi l'aria residua può uscire (3).



**Abbassa la riserva a inizio immersione e tieni il manometro costantemente sotto controllo !!!**



**IL MANOMETRO : LA SICUREZZA !!!**

## I SEGNALI

Le sensazioni provate durante l'immersione, la bellezza dei fondali, la difficoltà incontrata per scattare una certa fotografia, ecc., potranno essere raccontate al compagno con tutta calma al termine dell'immersione.

Durante l'immersione è però necessario comunicare eventuali cambi di direzione, situazioni anomale o di pericolo, esaurimento dell'aria, difficoltà di vario genere, ecc.

Le comunicazioni dovranno essere il più possibile precise e concise, poichè da queste, a volte, dipende il buon esito dell'immersione.

I segnali che seguono sono in grado di soddisfare alle normali esigenze di comunicazione che si possono avere durante l'immersione.

Essi devono pertanto far parte dell'indispensabile bagaglio di conoscenza di ogni subacqueo.

Altri segnali, per particolari esigenze, potranno essere concordati prima dell'immersione.

E' indispensabile che i compagni di immersione conoscano perfettamente gli stessi segnali. Scuole diverse insegnano a volte segnali diversi : verificateli sempre prima dell'immersione.

Prima di eseguire un segnale bisogna essere certi che il nostro compagno sia pronto a riceverlo; per attirare la sua attenzione si potrà battere con il coltello sulle bombole, segnalare con la torcia o altro. Per attirare l'attenzione dei compagni in superficie o della barca, prima di segnalare manualmente, si utilizzerà un fischietto.

In immersione potrà rivelarsi molto utile una lavagnetta, semprechè i messaggi scritti siano precisi e concisi.

E' buona norma, prima di segnalare, avvicinarsi al compagno che, a sua volta, si avvicinerà al segnalante.

Durante l'immersione notturna bisognerà avere l'accortezza di illuminare il segnale che faremo e mai puntare la torcia negli occhi del compagno.

Il segnale di OK con la torcia è un movimento circolare; per indicare un problema il movimento della torcia sarà verticale, su e giù.

I segnali devono essere eseguiti prontamente tutte le volte che se ne presenti la necessità, ma non devono essere usati per conversare.

Il segnale dovrà essere ripetuto finchè il compagno non dimostri di averlo chiaramente compreso.

Il segnale di risposta sarà OK.

**I SEGNALI DI PERICOLO  
RICHIEDONO SEMPRE INTERVENTO URGENTE !!!**

## SEGNALI STANDARD



OK ? - OK !



OK ? - OK !  
CON UNA MANO  
OCCUPATA



OK ? - OK !  
IN SUPERFICIE  
A DISTANZA



OK ? - OK !  
CON I GUANTI



FAMMI VEDERE  
IL MANOMETRO



PER RIFERIRSI  
ALLA BARCA



ANDIAMO SU  
STIAMO ANDANDO SU



ANDIAMO GIU'  
STIAMO ANDANDO GIU'



ANDIAMO IN QUESTA  
DIREZIONE



CALMA - RALLENTA



TENIAMOCI  
PER MANO



NUOTARE CON  
IL COMPAGNO



ALT - FERMATI  
RESTA DOVE SEI

## SEGNALI DI PERICOLO



**ARIA  
ESAURITA**



**RESPIRAZIONE A DUE  
DIVIDIAMO L'ARIA**



**HO POCA ARIA  
HO APERTO LA RISERVA**



**PERICOLO**



**QUALCOSA NON VA**



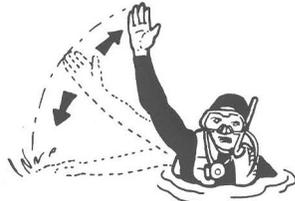
**NON RIESCO - NON CAPISCO**



**VERTIGINI**



**CRAMPO**



**DIFFICOLTA' - AIUTO  
IN SUPERFICIE**

## LA PESATA

Ora che conosciamo il linguaggio subacqueo e che sappiamo ciò che ci serve sulle attrezzature, entriamo in acqua.

Completamente equipaggiati e con il GAV (giubbotto ad assetto variabile - Jacket) sgonfio (collassato) facciamo la pesata : l'acqua deve arrivare all'altezza degli occhi a polmoni pieni, mentre dovremo cominciare a scendere durante l'espira-zione.

Normalmente al mare ci vogliono circa 2 kg di zavorra in più rispetto all'acqua dolce a causa della maggior densità dell'acqua (ARCHIMEDE).



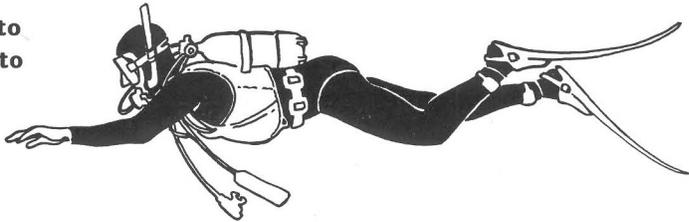
**Tra una bombola e l'altra ci sono differenze anche di parecchi chili  
CONTROLLA SEMPRE LA PESATA !!!**

## L' ASSETTO IDROSTATICO

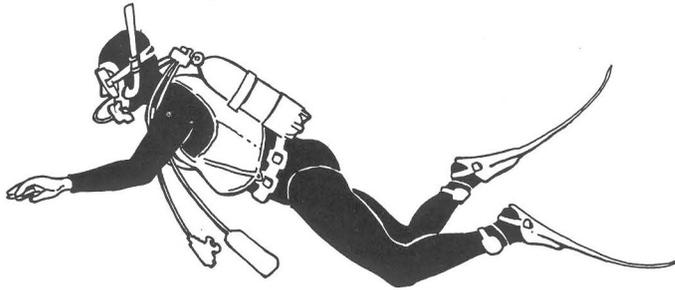
Scendendo compenseremo orecchie e maschera ma la muta, fatta di neoprene (comprimibile), diminuirà di spessore (a 20 metri diminuisce circa del 50%) e quindi sposterà un volume di acqua inferiore rendendoci più negativi (ARCHIMEDE).

Il GAV ripristinerà il nostro equilibrio idrostatico spostando più acqua man mano che noi immettiamo aria.

**Assetto  
corretto**



**Assetto  
errato**



**In risalita l'aria nel GAV si moltiplica (legge di Boyle e Mariotte)**

**SCARICA IL GAV IN RISALITA !!!**

## IL CONSUMO D'ARIA

Sappiamo dalla legge di BOYLE e MARIOTTE che per tenere piena la provetta man mano che si scende in profondità è necessario metterci altra aria.

La provetta conterrà, rispetto all'aria contenuta in superficie, il doppio alla profondità corrispondente a 2 atm, il triplo a quella corrispondente a 3 atm e così via.

La stessa cosa succede con i nostri polmoni.

L'erogatore ci fornisce aria ad una pressione sempre uguale alla pressione ambiente, per cui il consumo varierà in relazione alla profondità.

Stabilito che in superficie abbiamo bisogno di 20 litri al minuto, per conoscere la quantità d'aria a noi necessaria in profondità dovremo moltiplicare il consumo di base per la pressione corrispondente alla profondità in cui ci troviamo.

**Consumo = 20 litri/minuto x pressione ambiente**

e quindi, per esempio a 30 metri si avrà  $4 \times 20 = 80$  litri al minuto.

Una regoletta pratica e sicura per calcolare velocemente il consumo a qualunque profondità, considerando naturalmente un'immersione al mare con un consumo medio di 20 litri al minuto, è la seguente :

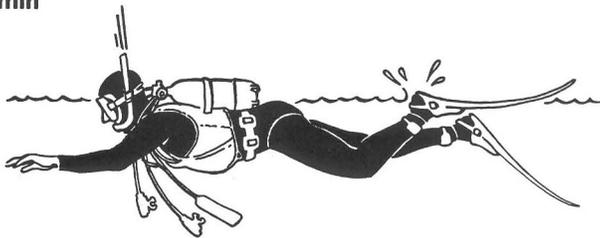
**Consumo (litri/minuto) = quota + quota + 20**

e quindi, per esempio a 30 metri si avrà  $30 + 30 + 20 = 80$  litri al minuto.

**CONTROLLA SEMPRE IL MANOMETRO !!!**

**In superf. (1 atm)**

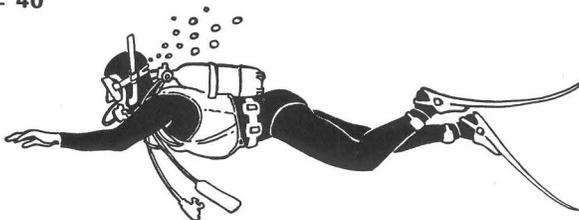
$$20 \times 1 = 20 \text{ lt/min}$$



**A 10 metri (2 atm)**

$$20 \times 2 = 40 \text{ lt/min}$$

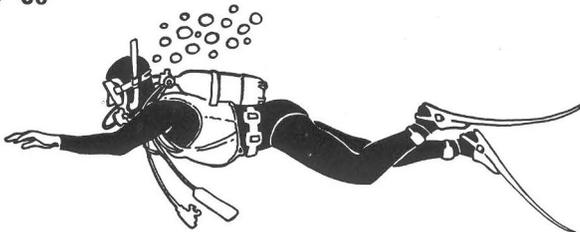
$$10 + 10 + 20 = 40$$



**A 20 metri (3 atm)**

$$20 \times 3 = 60 \text{ lt/min}$$

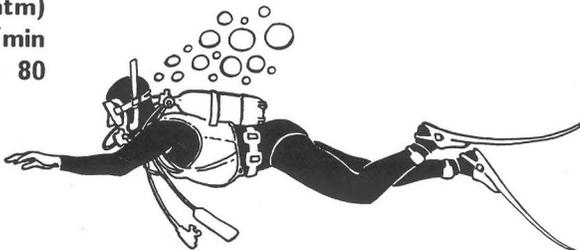
$$20 + 20 + 20 = 60$$



**A 30 metri (4 atm)**

$$20 \times 4 = 80 \text{ lt/min}$$

$$30 + 30 + 20 = 80$$



## L' AUTONOMIA

Ora che sappiamo calcolare la quantità d'aria contenuta in una bombola e che sappiamo anche calcolare i consumi, non ci resta che dividere i due valori per ottenere l'autonomia.

Per esempio, volendo calcolare l'autonomia di una bombola da 15 litri caricata a 200 atm, da utilizzarsi a 20 metri di profondità, si procederà come segue :

- si calcola la quantità d'aria a disposizione :

$$15 \times 200 = 3.000 \text{ litri}$$

- si calcola il consumo al minuto a 20 metri di profondità (pressione ambiente = 3 atm) :

$$20 \times 3 = 60 \text{ litri/minuto}$$

- infine si divide la quantità totale di aria per il consumo al minuto e si ottiene l'autonomia :

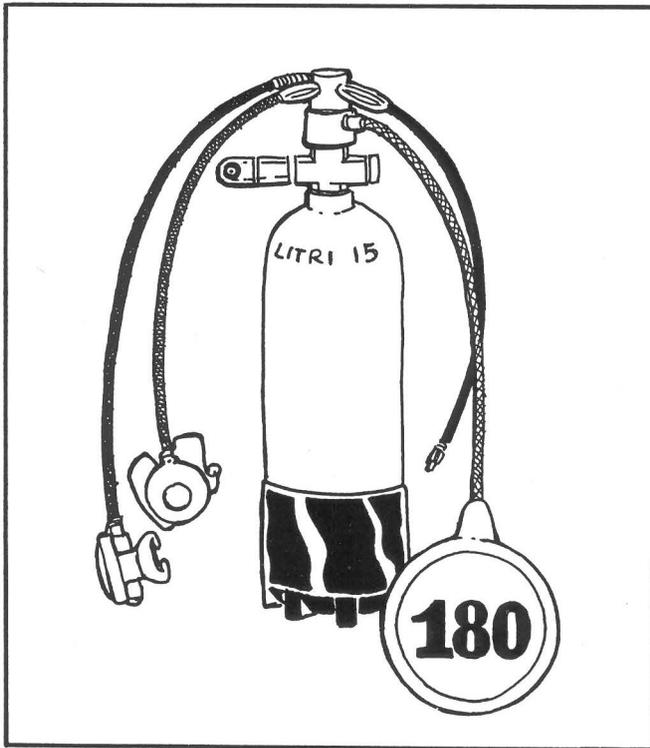
$$3.000 : 60 = 50 \text{ minuti}$$

**Questo tempo e' pero' solo teorico !!!**

In caso di affanno il consumo può essere molto più elevato e, come vedremo più avanti, c'è una sosta da fare prima di uscire dall'acqua.

**CONTROLLA SEMPRE IL MANOMETRO  
E NON RIEMERGERE CON MENO DI 50 ATM !!!**

Calcoliamo ora, per fare un altro esempio, l'autonomia di una bombola da 15 litri caricata a 180 atm, da utilizzarsi a 15 metri di profondità.



Aria totale :      15 x 180 = 2.700

Consumo :         20 x 2,5 = 50

**Autonomia :**      **2.700 : 50 = 54 minuti teorici**

**AFFANNO = MAGGIOR CONSUMO !!!  
SOSTA PRIMA DI USCIRE  
E RIEMERGI CON ALMENO 50 ATM**

## LA SOVRADISTENSIONE POLMONARE E L' EMBOLIA TRAUMATICA

Sappiamo che respiriamo aria a pressione ambiente.

A 10 metri di profondità riempiamo i polmoni con aria a 2 atm, a 20 metri con 3 atm e così via.

Se la capacità polmonare totale è, per esempio, di 5 litri i polmoni a 10 metri di profondità conterranno 5 litri di aria a 2 atm, cioè 10 litri a pressione atmosferica.

Se respiriamo correttamente dall'erogatore, cioè facendo respiri lunghi e profondi, senza mai fare pause respiratorie, non avremo problemi, al contrario se dovessimo interrompere la respirazione, durante la risalita se ne creerebbero di serissimi.

Infatti, in questa fase, con il diminuire della pressione, l'aria contenuta nei polmoni si espande.

I 5 litri a 2 atm tenderanno a diventare 10 litri ad 1 atm.

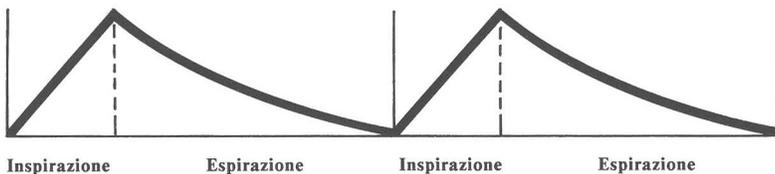
E' chiaro che 10 litri non possono restare in uno spazio per soli 5 litri e quindi avremo la "rottura" dei polmoni.

Le conseguenze di questo incidente sono gravissime, ma la prevenzione è estremamente semplice :

### **Mai fare apnee durante le immersioni con A.R.A.**

Le apnee, oltre ad essere estremamente pericolose, non servono a prolungare l'immersione e ci affaticano, aumentano la pressione parziale della CO<sub>2</sub> e ci obbligano, dopo un po', ad un maggior ritmo/volume di ventilazione, all'affanno e ad un gran mal di testa a fine immersione.

**Respira sempre dall'erogatore senza mai fare apnee !!!  
Se l'erogatore non e' in bocca fai subito le bollicine !!!**



**NESSUNA PAUSA RESPIRATORIA  
DURANTE LA RESPIRAZIONE CON A.R.A.**

## LA RISALITA DI EMERGENZA

Per un blocco dell'erogatore, mancanza di aria o per qualunque altro inconveniente che ci costringa a risalire, dobbiamo analizzare rapidamente la situazione e decidere la procedura da usare.

### **ATTENZIONE : NON FARE PALLONATE !!!**

**..... e guarda cosa c'e' in superficie .....**

Bisogna tenere ben presente che generalmente i problemi possono, e quindi devono, essere risolti in immersione, comunque il subacqueo deve conoscere le "Risalite di emergenza".

Esaminiamole in ordine prioritario :

- 1) Risalire normalmente.

Con il diminuire della profondità l'erogatore può fornire aria anche se nella bombola la pressione è molto bassa.  
Attenzione : il compagno è vicino e pronto a dare aiuto.

- 2) Risalire con una fonte d'aria alternativa.

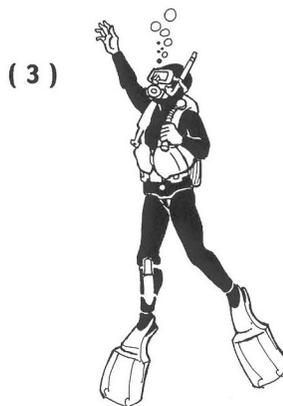
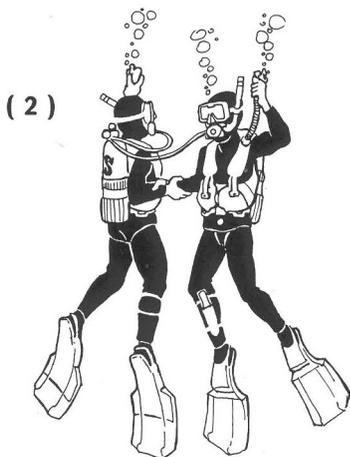
Se possibile con il proprio secondo erogatore oppure con il secondo erogatore del compagno, tenendosi l'un l'altro con la mano destra sull'avambraccio destro del compagno mentre ciascuno scaricherà con la mano sinistra il Jacket.

Questa è un'ottima soluzione ma attenzione alla velocità di risalita : se guarderemo il nostro compagno sembrerà fermo, la velocità di risalita deve essere controllata su punti di riferimento fermi o, meglio ancora, con il fondometro.

- 3) Risalita controllata d'emergenza pinneggiando.

Con l'erogatore in bocca e scaricando dal Jacket per non pallonare, si risale pinneggiando emettendo aria in continuazione.

- 4) Risalita dividendo l'aria dell'erogatore del compagno.  
Esecuzione con componenti di rischio.  
Attenzione : è basilare emettere aria quando non si ha l'erogatore in bocca e tenersi saldamente vicini.
- 5) Risalita d'emergenza in galleggiamento.  
Via i piombi e salire.  
Attenzione: scaricare l'aria dai polmoni e non pallonare.



## LA LEGGE DI HENRY

Possiamo ora andare sott'acqua perchè sappiamo compensare orecchie e maschera, sappiamo anche quanto tempo ci possiamo fermare sott'acqua in base ai consumi e all'autonomia dell'autorespiratore.

### **Cosa succede quando si respira aria in pressione ??? Cos'è la decompressione ???**

Quando un gas esercita una pressione sulla superficie di un liquido, vi entra (in soluzione) finchè avrà raggiunto nel liquido la stessa pressione che esercita sopra (SATURAZIONE). Se la pressione del gas sopra la superficie del liquido diminuisce (o cessa) il gas disciolto esce dal liquido, cioè torna allo stato gassoso, (DESATURAZIONE) fino al riequilibrio con la pressione esterna (nuovo stato di saturazione).

La quantità di gas che entra in soluzione nel liquido è direttamente proporzionale alla pressione che il gas esercita sulla superficie del liquido.

Per esempio, l'acqua minerale potrà essere più o meno gassata secondo la pressione che il gas (in questo caso l'anidride carbonica) esercita su di essa.



**PRESSIONE :** la esercita il gas sul liquido  
**TENSIONE :** la esercita il gas nel liquido

Per tutto il tempo in cui respiriamo aria in pressione questa entrerà nel sangue che porterà l'azoto in tutti i tessuti del corpo (l'ossigeno non ci interessa perchè viene consumato). Finchè restiamo sott'acqua l'azoto continuerà ad entrare nel sangue e quindi in tutto il corpo.

Quando iniziamo la risalita per uscire dall'acqua avremo nel corpo una tensione d'azoto superiore alla pressione nei polmoni; ci troveremo cioè dell'azoto disciolto nei tessuti che va espulso.

In risalita, con il diminuire della pressione l'azoto accumulato tenderà a liberarsi sotto forma di bolle (come quando si apre una bottiglia di acqua gassata); queste bolle in risalita si espandono secondo la legge di BOYLE e MARIOTTE.

Per farle uscire bisogna aspettare che il sangue le trasporti ai polmoni dove potranno essere eliminate mediante la respirazione; la risalita dovrà quindi essere lenta : 10 metri al minuto.

Il nostro corpo resiste ad una tensione di azoto circa doppia rispetto alla pressione, dopodichè incorreremo nella malattia da decompressione.

Le tabelle di decompressione non fanno altro che tenerci sott'acqua, alle quote opportune e per il tempo necessario, per farci liberare dall'azoto in eccesso, e cioè per farci abbassare la tensione in modo che non venga mai superato il rapporto critico (2:1). Dopo l'uscita dall'acqua rimane nel corpo una certa quantità di azoto ancora da espellere; infatti ci vogliono 12 ore per essere completamente desaturati.

Il rapporto 2:1 e le 12 ore di desaturazione sono una teoria di Haldane dei primi del 1900. Molti studi sono stati fatti da allora e oggi sappiamo che le cose sono in realtà un po' più complesse; proponiamo comunque questa tesi perchè di facile intuizione.

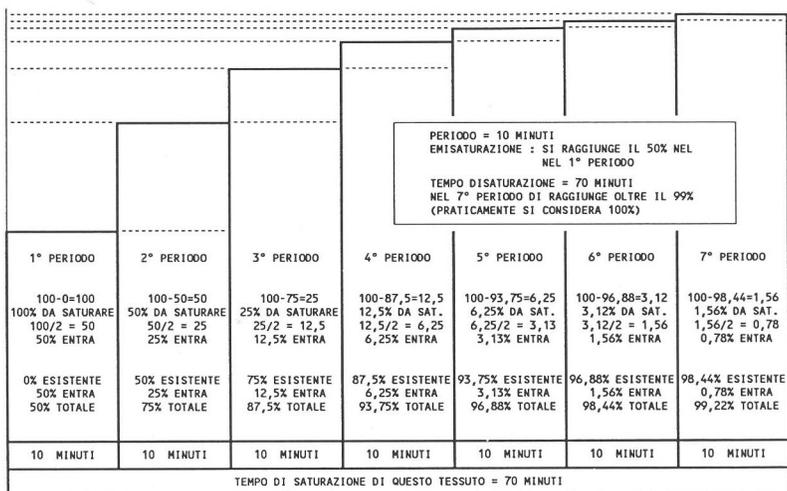
L'azoto ancora da espellere ci impone di non fare apnea dopo l'immersione, di non fare sforzi fisici e di non salire in quota (elicottero o aereo) e nel caso di una eventuale seconda immersione entro 12 ore, ci impone dei calcoli che vedremo più avanti.

## IL TEMPO DI SATURAZIONE E DI DESATURAZIONE

Il tempo di saturazione è uguale a quello di desaturazione.  
Quando la pressione del gas è superiore alla tensione il gas entra nel liquido. Viceversa quando la tensione è superiore alla pressione il gas esce dal liquido.

**Maggiore e' la differenza tra pressione e tensione e maggiore sara', a parita' di tempo, la quantita' di gas che entra nel liquido (o esce)**

Ciò significa che in immersione, a parità di tempo, maggiore è la profondità e maggiore è la quantità di azoto assorbito.



Il tempo di saturazione del tessuto corporeo considerato nel grafico è di 70 minuti.

Il tempo di saturazione va sempre diviso per 7 e si avrà il tempo di emisaturazione (metà saturazione) detto "periodo", che nel caso del nostro esempio è  $70 : 7 = 10$  minuti.

Come si vede dalla figura, in ciascuno dei sette periodi da 10 minuti entra una quantità di gas pari alla metà di quello che rimane ancora da saturare.

Sottoponiamo il nostro tessuto campione (minuti 70 saturazione - minuti 10 periodo) ad una pressione di 9 atmosfere. All'inizio dell'osservazione la pressione e la tensione sono in equilibrio e quindi il liquido è saturo alla pressione di 1 atm (il rapporto fra pressione e tensione è di 1/1).

CONDIZIONE DI PARTENZA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">PRESSIONE = 1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">TENSIONE = 1</td> </tr> </table>	PRESSIONE = 1	TENSIONE = 1	SATURAZIONE A 1 ATM
PRESSIONE = 1				
TENSIONE = 1				

Aumentando la pressione del gas sul liquido a 9 atm inizia il processo di saturazione alla nuova pressione.

All'inizio della prova rimangono da saturare 8 atm.

Di queste 8 atm la metà, cioè 4 atm, entra nel 1° periodo.

Nel 2° periodo, oltre all'esistente, entra la metà di quello che resta da saturare, cioè  $4 : 2 = 2$  atm, e così via fino al 7° periodo, quando si sarà praticamente raggiunta la condizione di saturazione (rapporto pressione/tensione = 9/9).

INIZIO	1°PERIODO	2°PERIODO	3°PERIODO	7°PERIODO										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+8</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> </table>	1+8	1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+8</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+4</td></tr> </table>	1+8	1+4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+8</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+4+2</td></tr> </table>	1+8	1+4+2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+8</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1+4+2+1</td></tr> </table>	1+8	1+4+2+1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">9</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">9</td></tr> </table>	9	9
1+8														
1														
1+8														
1+4														
1+8														
1+4+2														
1+8														
1+4+2+1														
9														
9														

### Il tempo di saturazione varia da tessuto a tessuto

Nelle nostre immersioni, per quanto brevi siano, satureremo sempre i tessuti veloci (sangue, polmoni, fegato) ma non satureremo certo i tessuti lenti (grasso, cartilagini, ossa) che avranno comunque assorbito una certa quantità di azoto.

Per poterci considerare completamente desaturati, e quindi non dover tener conto del residuo d'azoto per l'immersione successiva, devono passare ben 12 ore dalla fine dell'immersione precedente per dare ai tessuti più lenti il tempo di desaturarsi (nuovi studi stabiliscono 24 ore).

## LA CURVA DI SICUREZZA U.S. NAVY (TEMPI DI NON DECOMPRESSIONE)

La seguente tabella indica, per ogni profondità, il tempo massimo cui è consentito sostare in immersione senza dover poi effettuare tappe di decompressione. Bisogna comunque rispettare la velocità di risalita di 10 metri al minuto ed effettuare una sosta di sicurezza di 3 minuti a 5 metri (tappa di rispetto).

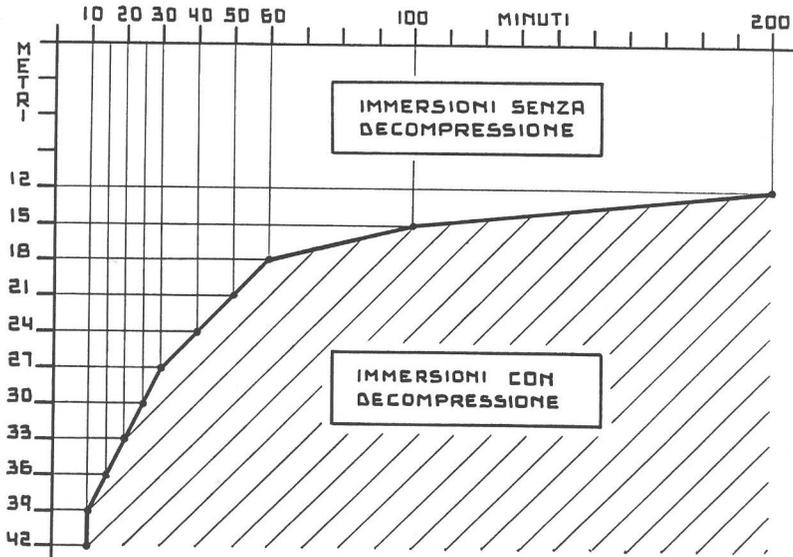
PROFONDITA' METRI	TEMPO MINUTI
12	200
15	100
18	60
21	50
24	40
27	30
30	25
33	20
36	15
39	10

**Lo spirito dell'immersione sportiva e' il divertimento  
nel rispetto dell'ambiente e in massima sicurezza !!!**

Il tempo di immersione dovrà quindi essere, alle varie profondità, inferiore o al massimo uguale a quelli riportati dalla tabella di immersione.

Il subacqueo comunque deve saper usare le tabelle di decompressione, averle sempre con sé e servirsene correttamente quando seri motivi gli abbiano imposto un tempo di immersione e/o una profondità maggiori di quelli programmati (e cioè un'immersione fuori curva).

La "Curva di Sicurezza" è la rappresentazione grafica dei dati di profondità e tempo riportati sulla tabella della pagina precedente.



Per esempio , le seguenti immersioni :

- A) T = 60 minuti - P = 15 metri
- B) T = 40 minuti - P = 20 metri
- C) T = 20 minuti - P = 30 metri

possono essere facilmente individuate sul grafico con dei punti che stanno al disopra della curva e quindi non prevedono tappe di decompressione, mentre l'immersione :

- D) T = 30 minuti - P = 30 metri

può essere facilmente individuata sul grafico con un punto che sta al disotto della curva e quindi prevede una tappa di decompressione (come vedremo : 3 minuti a 3 metri).

## LE CURVE DI SICUREZZA

Non certo per creare confusione ma per invitare tutti alla massima prudenza, vi informiamo sui tempi di non decompressione secondo vari studi.

Tutte le tabelle si basano sul medesimo principio e non sta a noi dire quali siano le più sicure.

Quelle che andremo ad analizzare sono le U.S. NAVY, molto collaudate e da tutti accettate, ma ci sembra doveroso considerare che più recenti studi, come evidenzia la tabella sottoriportata, danno tempi più restrittivi.

PROF. METRI	U.S. NAVY	EDGE	BASSET	NAUI	SPENCER	DSAT	BUEHLMANN
9	--	234	220	--	225	--	--
12	200	136	120	130	135	140	125
15	100	77	70	80	75	80	75
18	60	53	50	55	50	55	51
21	50	40	40	45	40	40	35
24	40	31	30	35	30	30	25
27	30	24	25	25	25	25	20
30	25	19	20	22	20	20	17
33	20	13	15	15	15	15	14
36	15	11	12	12	10	12	12
39	10	9	10	8	5	10	10
42	10	7	--	--	--	--	9

# LE TABELLE DI IMMERSIONE

Le tabelle di immersione sono indispensabili per una sicura e corretta gestione dell'immersione; bisogna però considerare che si possono verificare lievi sintomi embolici anche rimanendo nei limiti indicati : nessuna tabella può garantire che la MDD (malattia da decompressione) non comparirà mai.

## Tabelle della U.S. NAVY valide in aria a livello del mare

TABELLA 1 PER IMMERSIONI SENZA DECOMPRESSIONE

PROFONDITÀ IN METRI ↓	INTERVALLO DI TEMPO																
	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
60	35	25	20	15	5	5											
120	70	50	35	30	15	15	10	10	5	5	5	5					
210	110	75	55	45	25	25	15	15	10	10	10	7	5	5	5	5	
300	160	100	75	60	40	30	25	20	15	15	12	10	10	8	7		
225	135	100	75	50	40	30	25	20	20	15	15	13	12	10	10		
350	180	125	95	60	50	40	30	30	25	20	20	15	15				
240	160	120	80	70	50	40	35	30	25	22	20						
325	195	145	100	80	60	50	40	35	30	25							
245	170	120	100	70	55	45	40										
315	205	140	110	80	60	50											
250	160	130	90														
310	190	150	100														
220	170																
270	200																

TABELLA 2 INTERVALLO DI TEMPO TRA TERMINE IMMERSIONE E INIZIO SUCCESSIVA

PROFONDITÀ IN METRI ↓	INTERVALLO DI TEMPO																
	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
60																	
120																	
210																	
300																	
225																	
350																	
240																	
325																	
245																	
315																	
250																	
310																	
220																	
270																	

TABELLA 4 PER IMMERSIONI CON DECOMPRESSIONE (PER IMMERSIONI SUCCESSIVA AGGIUNGI IL TEMPO DELLA TABELLA 3)

m. Min.	SOSTA A m.			
	9	6	3	
12	210	9	2	
230	7	N		
250	11	O		
15	110	3	L	
120	5	M		
140	10	N		
190	21	M		
18	70	2	K	
80	7	L		
100	14	M		
120	26	N		
21	60	8	K	
70	14	L		
90	18	M		
90	23	N		
100	33	N		
24	50	10	K	
60	17	L		
70	23	M		
90	23	N		
90	7	J		
27	40	7	J	
50	16	L		
60	25	M		
70	7	J		
80	13	I		
30	3	I		
40	2	H		
30	30	3	I	
40	14	J		
40	5	L		
50	15	I		
39	15	1	F	
20	4	H		
25	10	J		
30	3	I		
40	10	25	N	
42	15	2	G	
20	6	I		
25	2	14	J	
30	5	21	K	
40	2	16	26	N

NON VOLARE PER 24 ORE

PROFONDITÀ IN METRI ↓	GRUPPO DI APPARTENENZA AL TERMINE INTERVALLO DI TEMPO																
	NMLKJIHGFEDCBA																
3	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
4,5	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	225	160	110	70	35		
6	325	325	325	325	325	325	325	325	240	180	135	100	75	50	25		
7,5	315	315	315	315	315	245	195	160	125	100	75	55	35	20			
9	310	310	310	250	205	170	145	120	95	75	60	45	30	15			
10,5	270	220	190	160	140	120	100	80	60	50	40	25	15	5			
12	213	187	161	138	116	101	87	73	61	49	37	25	17	7			
15	142	124	111	99	87	76	66	56	47	38	29	21	13	6			
18	107	97	88	79	70	61	52	44	36	30	24	17	11	5			
21	87	80	72	64	57	50	43	37	31	26	20	15	9	4			
24	73	68	61	54	48	43	38	32	28	23	18	13	8	4			
27	64	58	53	47	43	38	33	29	24	20	16	11	7	3			
30	57	52	48	43	38	34	30	26	22	18	14	10	7	3			
33	51	47	42	38	34	31	27	24	20	16	13	10	6	3			
36	46	43	39	35	32	28	25	21	18	15	12	9	6	3			
39	40	38	35	31	28	25	22	19	16	13	11	8	6	3			
42	38	35	32	29	26	23	20	18	15	12	10	7	5	2			

TABELLA 3 TEMPO DA AGGIUNGERE ALL'IMMERSIONE SUCCESSIVA



Il residuo d'azoto è il valore della tensione di azoto ancora disciolto nell'organismo, oltre il normale valore uguale a 1 a livello del mare.

Altre tabelle, diverse da quelle della U.S. NAVY, indicano il residuo d'azoto con i relativi valori numerici anzichè con le lettere.

La tabella riportata qui di seguito evidenzia la corrispondenza fra le lettere delle nostre tabelle e i valori numerici di altre tabelle.

A = 1,066 = 1,07 = -- = A
B = 1,122 = 1,12 = 1,1 = B
C = 1,188 = 1,19 = 1,2 = C
D = 1,254 = 1,25 = -- = D
E = 1,320 = 1,32 = 1,3 = E
F = 1,386 = 1,39 = 1,4 = F
G = 1,452 = 1,45 = -- = G
H = 1,518 = 1,52 = 1,5 = H
I = 1,584 = 1,58 = 1,6 = I
J = 1,650 = 1,65 = -- = J
K = 1,716 = 1,71 = 1,7 = K
L = 1,782 = 1,78 = 1,8 = L
M = 1,848 = 1,85 = -- = M
N = 1,914 = 1,91 = 1,9 = N
O = 1,980 = 1,98 = 2,0 = O

**LETTERA SUPERIORE = MAGGIORE TENSIONE D' AZOTO**



### TABELLA 3 : tempo da aggiungere all'immersione successiva

Al termine dell'intervallo di superficie, prima di entrare in acqua per la seconda immersione, una certa quantità di azoto accumulata durante la prima immersione deve ancora essere eliminata.

Partendo in questa condizione dovremo considerare l'immersione più lunga rispetto a quella che realmente faremo, dovremo cioè aggiungere al tempo reale di immersione il tempo di maggiorazione (tempo residuo, azoto residuo o penalità).

Nella prima riga orizzontale della tabella troviamo il gruppo di appartenenza al termine dell'intervallo di superficie.

Nelle successive righe troviamo a sinistra (in negativo) le varie profondità della seconda immersione e, proseguendo verso destra, i tempi di maggiorazione corrispondenti al gruppo di appartenenza a ciascuna profondità.

Consideriamo quindi una seconda immersione a 18 metri.

Incrociando la colonna della lettera "G" con la riga dei 18 metri troviamo un riquadro con indicato "44" : questi sono i minuti che dovremo aggiungere al tempo reale di immersione.

TABELLA 3

TEMPO DA AGGIUNGERE  
ALL'IMMERSIONE SUCCESSIVA

PROFONDITÀ IMMERSIONE SUCCESSIVA	GRUPPO DI APPARTENENZA AL TERMINE INTERVALLO DI TEMPO													
	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
3	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	210	120	60	
4,5	350	350	350	350	350	350	350	350	350	225	160	110	70	35
6	325	325	325	325	325	325	325	240	180	135	100	75	50	25
7,5	315	315	315	315	315	245	195	160	125	100	75	55	35	20
9	310	310	310	250	205	170	145	120	95	75	60	45	30	15
10,5	270	220	190	160	140	120	100	80	60	50	40	25	15	5
12	213	187	161	138	116	101	87	73	61	49	37	25	17	7
15	142	124	111	99	87	76	66	56	47	38	29	21	13	6
18	107	97	88	79	70	61	52	44	36	30	24	17	11	5
21	87	80	72	64	57	50	43	37	31	26	20	15	9	4
24	73	68	61	54	48	43	38	32	28	23	18	13	8	4
27	64	58	53	47	43	38	33	29	24	20	16	11	7	3
30	57	52	48	43	38	34	30	26	22	18	14	10	7	3
33	51	47	42	38	34	31	27	24	20	16	13	10	6	3
36	46	43	39	35	32	28	25	21	18	15	12	9	6	3
39	40	38	35	31	28	25	22	19	16	13	11	8	6	3
42	38	35	32	29	26	23	20	18	15	12	10	7	5	2

PER UN USO ANCOR PIU' CAUTELATIVO  
ARROTONDARE PER DIFETTO LE PROFONDITA'

## TABELLA 4 : per immersioni con decompressione

La lettura di questa tabella è molto semplice.

Sulla prima colonna di ogni riquadro sono riportate le profondità dell'immersione, sulle altre colonne sono riportati rispettivamente alcuni tempi di permanenza a quella profondità, i relativi tempi di decompressione a 9, 6 e 3 metri ed il gruppo di appartenenza.

TABELLA 4

PER IMMERSIONI CON DECOMPRESSIONE  
(PER IMMERSIONE SUCCESSIVA AGGIUNGI  
IL TEMPO DELLA TABELLA 3)

m.	SOSTA A m.			GR.
	Min.	9	6 3	
12	210		2	N
	230		7	N
	250		11	O
15	110		3	L
	120		5	M
	140		10	M
	160		21	N
18	70		2	K
	80		7	L
	100		14	M
	120		26	N
21	60		8	K
	70		14	L
	80		18	M
	90		23	N
	100		33	N
24	50		10	K
	60		17	L
	70		23	M
	80	2	31	N
	90	7	39	N
27	40		7	J
	50		18	L
	60		25	M
	70	7	30	N
	80	13	40	N

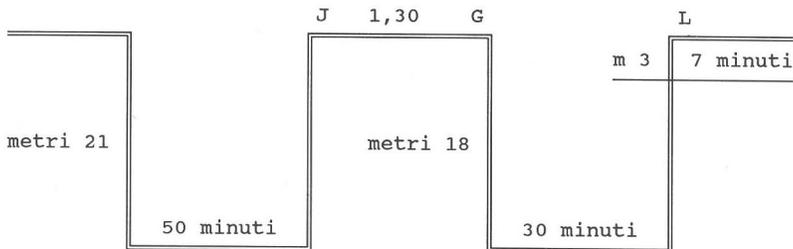
m.	SOSTA A m.			GR.
	Min.	9	6 3	
30	30		3	I
	40		15	K
	50	2	24	L
	60	9	28	N
	70	17	39	O
33	80	23	48	O
	25		3	H
	30		7	J
	40	2	21	L
	50	8	26	M
36	60	18	36	N
	20		2	H
	25		6	I
	30		14	J
	40	5	25	L
39	50	15	31	N
	15		1	F
	20		4	H
	25		10	J
	30	3	18	M
42	40	10	25	N
	15		2	G
	20		6	I
	25	2	14	J
	30	5	21	K
40	2	16	26	N

NON VOLARE PER 24 ORE

**PROFONDITA' E TEMPI DEVONO SEMPRE  
ESSERE ARROTONDATI PER ECCESSO !!!**

Torniamo all'esempio della nostra seconda immersione a 18 metri : se avesse una durata di 30 minuti dovremmo considerarla di 74 (30 + 44).

Dalla tabella rileviamo che l'immersione a 18 metri per 74 minuti (si approssima a 80 minuti) prevede una tappa di decompressione di 7 minuti a 3 metri e il gruppo di appartenenza è "L".



TEMPO RESIDUO	=	0
TEMPO ATTUALE	=	50
<hr/>		
TEMPO TOTALE	=	50

TR	=	44
TA	=	30
<hr/>		
TT	=	74

**L'uso di questa tabella deve essere considerato  
come emergenza, solo se per errore  
si eccede rispetto alla programmazione fatta**

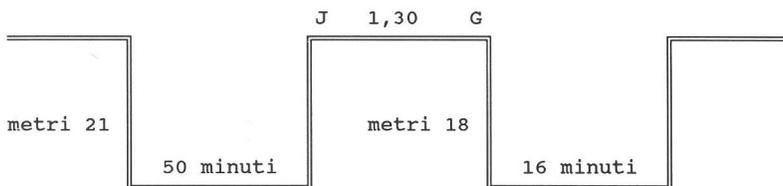
**I sommozzatori sportivi devono fare solo immersioni  
entro la curva di sicurezza**

I tempi qui riportati hanno esclusivo valore didattico e non devono essere intesi come invito a fare simili immersioni, che sono da considerarsi esclusivamente a livello professionale. Infatti un'immersione di 40 minuti a 42 metri richiede oltre 5.400 litri di aria. Quale attrezzatura sportiva li può fornire ?

## PROGRAMMAZIONE DELLA SECONDA IMMERSIONE IN N.D.L. (NO DECOMPRESSION LIMIT)

Abbiamo detto che l'immersione sportiva deve essere contenuta entro i limiti della curva di sicurezza. Ciò vale a maggior ragione per la seconda immersione e quindi, riprendendo il nostro esempio, possiamo a questo punto scegliere tre vie :

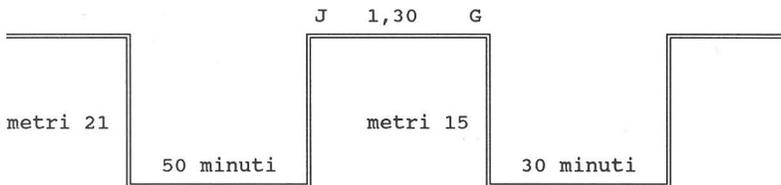
- 1) Fare l'immersione a 18 metri per 16 minuti, anzichè i 30 previsti, che sarà così in curva ( $16 + 44 = 60$ ).



TEMPO RESIDUO	=	0
TEMPO ATTUALE	=	50
<hr style="width: 100%;"/>		
TEMPO TOTALE	=	50

TR	=	44
TA	=	16
<hr style="width: 100%;"/>		
TT	=	60

- 2) Fare l'immersione ad una quota inferiore, per esempio a 15 metri: avremo un tempo di maggiorazione di 56 minuti, pertanto la nostra immersione dovrà essere considerata di 86 minuti ( $30 + 56$ ) contro i 100 minuti massimo previsti dalla curva di sicurezza.

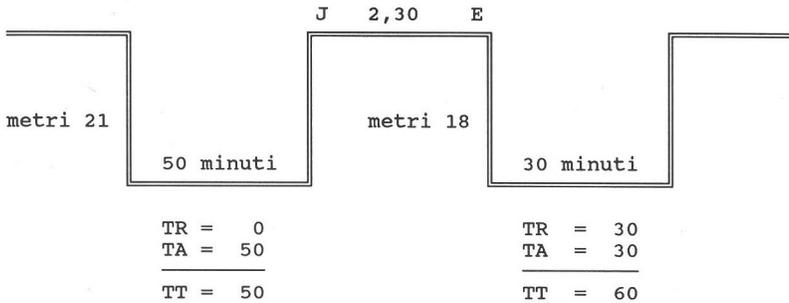


TR	=	0
TA	=	50
<hr style="width: 100%;"/>		
TT	=	50

TR	=	56
TA	=	30
<hr style="width: 100%;"/>		
TT	=	86

- 3) aumentare l'intervallo di superficie, per esempio a 2 ore e 30 minuti, anzichè 1 ora e 30. Infatti dopo un intervallo di 2 ore e 30 minuti (compreso fra 2,21 e 3,04) il gruppo diventa "E" con un tempo di maggiorazione a 18 metri di 30 minuti.

La nostra immersione di 30 minuti a 18 metri sarà al limite della curva, infatti il tempo da considerare (reale + maggiorazione) è in questo caso di 60 minuti (30 + 30).



Per godere di immersioni più lunghe, sempre restando entro i limiti della curva di sicurezza e senza correre il rischio di un eventuale errore umano nella programmazione dell'immersione o della ripetitiva, la moderna tecnologia ci mette a disposizione dei meravigliosi computers subacquei multilivello. Questi strumenti si sono rivelati validissimi, ma non si può pensare che possano escludere l'orologio, il profondimetro e le tabelle, che ogni subacqueo deve possedere e saper usare perfettamente.

Come potrete leggere sulle spiegazioni e le modalità d'uso, nel caso di un eventuale acquisto di questo strumento, è importantissimo non effettuare immersioni dette "yo-yo", immersioni cioè dove si sale e si scende in continuazione. Multilivello significa effettuare un'immersione a più quote, ma sempre dalla più profonda verso le più modeste.

## USO CORRETTO DELLE TABELLE

Le tabelle di immersione devono essere utilizzate rispettando scrupolosamente le seguenti norme :

- a) L'immersione inizia quando si immerge la testa sott'acqua e termina quando si inizia la risalita. Questa deve essere continua alla velocità di 18 metri al minuto (secondo la U.S. NAVY) e prevedere una fermata di sicurezza di 3 minuti a 3 metri.

Grazie a studi più recenti con il "doppler", oggi si risale a 10 metri al minuto ed il tempo di immersione inizia quando si immerge la testa sott'acqua e termina all'arrivo alla fermata di sicurezza, di 3 minuti a 5 metri; bisogna cioè considerare tempo di immersione anche il tempo di risalita.

- b) Il tempo di immersione deve essere considerato tutto alla massima profondità raggiunta.

Un'immersione di 42 minuti a 18 metri con una breve puntata a 22 metri deve essere considerata di 50 minuti a 24 metri : consulta tabella 4 e ricordati di stare sempre in curva.

- c) In caso di immersione faticosa, quando si ha molto freddo o in caso di consumo d'aria superiore alla norma è necessario maggiorare il tempo di immersione di 5 o 10 minuti, considerare cioè un'immersione di 30 minuti come se fosse di 40 minuti.

- d) Prima di uscire dall'acqua fai sempre una fermata di sicurezza di 3 minuti a 5 metri.

- e) Non fare sforzi fisici dopo l'immersione.

- f) Non fare assolutamente immersioni in apnea, neppure per disincagliare l'ancora, fintantoche non ci si è completamente desaturati dall'azoto accumulato durante la precedente immersione con A.R.A.
- g) Se passano meno di 10 minuti fra l'emersione e la reimmersione bisogna calcolare l'immersione come mai interrotta.  
Se, per esempio, dopo 5 minuti dal termine di un'immersione di 45 minuti a 20 metri si ritorna in acqua a 18 metri e si permane per 20 minuti, si calcola un'unica immersione di 65 minuti (45 + 20) a 21 metri che prevede (come risulta dalla tabella 4) una sosta di decompressione di 14 minuti a 3 metri (ricorda : non uscire dalla curva di sicurezza).
- h) Prima della seconda immersione lasciar passare un tempo minimo che consenta il cambio di gruppo di appartenenza.
- i) Non fare più di due immersioni al giorno.  
La seconda immersione deve sempre essere effettuata a quote più modeste rispetto alla precedente e deve avere una durata di almeno 15 minuti.
- l) E' consigliabile che i principianti effettuino una sola immersione nella giornata. Se proprio si volesse fare la ripetitiva è fortemente raccomandato non superare i 10 metri.

## **TEMPO - PROFONDITA' - VELOCITA' DI RISALITA**

---

---

**NON ARRIVARE AL LIMITE  
DELLA CURVA DI SICUREZZA !!!**

## GLI INCIDENTI

La conoscenza della teoria serve per prevenire ogni forma errata di comportamento e, nel caso, per porvi rimedio correttamente.

Lo scopo delle pagine che seguono è quello di cercare di dare la reale dimensione ai possibili incidenti, poichè spesso l'ignoranza di certe problematiche ci porta ad aggravare situazioni che invece potrebbero essere facilmente controllate.

La reazione istintiva in caso di incidente si rivela spesso inutile e a volte anche dannosa.

L'incidente va risolto in modo razionale, analizzandone le cause e prendendo gli opportuni provvedimenti.

### **FERMATI, RESPIRA, RIFLETTI ..... POI AGISCI !!!**

Naturalmente la miglior cosa è sempre la prevenzione, che comincia con una corretta pesata, e la prudenza.

Quasi tutti gli incidenti avvengono in superficie e a fine immersione.

Stare sempre in coppia è un preciso dovere dei subacquei.

In caso di difficoltà in superficie bisogna essere pronti a sganciare la cintura di zavorra e a gonfiare il Jacket.

Se vi doveste trovare in difficoltà non esitate a chiedere aiuto.

**CHIEDETE AIUTO  
NON ASPETTATE CHE LE COSE SI COMPLICHINO !!!**

Gli incidenti subacquei possono essere divisi in :

a) **Meccanici**

Dovuti agli effetti della legge di BOYLE e MARIOTTE; si manifestano durante le variazioni di quota. Essi sono :

- **Sovradistensione polmonare ed embolia traumatica** :  
aeroembolismo, pneumotorace, enfisema mediastinico, enfisema sottocutaneo (pag. 56). Somministrare O<sub>2</sub> e portare l'fortunato al presidio sanitario competente più vicino.
- **Barotrauma del timpano** : errata compensazione con conseguente perdita dell'equilibrio (pag. 12). Ricoverare in ospedale.
- **Colpo di ventosa** : mancata o errata compensazione della maschera (pag. 16).
- **Colica del palombaro** : gas nei visceri per scorretta alimentazione; espellendolo si risale senza dolore.
- **Barotrauma della pelle** : muta stagna.
- **Barotrauma dei denti** : carie, protesi e/o capsule.  
L'aria imprigionata all'interno di un dente cariato può causare dolore. Molta calma durante le variazioni di quota: dar tempo alla pressione interna al dente di equilibrarsi con quella esterna. Andare dal dentista.
- **Barotrauma dei seni paranasali** : raffreddore, sinusite, ecc. Se non si riesce a compensare in discesa rinunciare all'immersione; se succede in risalita muoversi molto lentamente. Andare dal medico.
- **Barotrauma dei polmoni** : respirare aria a pressione inferiore a quella ambiente. Somministrare O<sub>2</sub> e ricoverare in ospedale.

## b) Chimici

Dovuti agli effetti della legge di DALTON; si manifestano durante la permanenza sul fondo. Essi sono :

- **Ebbrezza** : eccessiva profondità (pag. 30). Risalire.
- **Avvelenamento da CO** : compressore che carica aria non pura. Nei casi gravi somministrare O<sub>2</sub>.
- **Affanno** : sforzo muscolare con eccessiva produzione di CO<sub>2</sub> (pag. 5). Fermarsi.
- **Ipercarnia** : Pp CO<sub>2</sub> troppo alta, oltre l'affanno.
- **Ipocarnia** : Pp CO<sub>2</sub> troppo bassa a causa di eccessiva iperventilazione.
- **Iperossia** : Pp O<sub>2</sub> troppo alta - A.R.A. a quote elevatissime e A.R.O. intorno ai 10 metri (pagg. 30 - 33).
- **Ipossia** : Pp O<sub>2</sub> troppo bassa - A.R.O., apnea.  
Somministrare O<sub>2</sub>

## c) Fisici

Di natura fisica è la **malattia da decompressione** detta MDD dovuta agli effetti della legge di HENRY (formazione di bolle che in risalita si espandono secondo la legge di BOYLE e MARIOTTE). Essa si può manifestare subito dopo l'immersione o anche a distanza di parecchie ore.

Questo gravissimo incidente, rarissimo per le immersioni entro la curva di sicurezza, si tratta con la ricomprensione in camera iperbarica e quasi sempre si risolve.

E' opportuno giungere in camera iperbarica nel più breve tempo possibile dalla comparsa dei primi sintomi di MDD, ma si hanno risoluzioni positive anche dopo diverse ore.

**L'eta', il fumo e l'obesita' favoriscono l'insorgere della MDD  
Si consiglia un uso cautelativo delle tabelle**

**Le piu' comuni cause di MDD sono :**

- risalita scorretta e/o pallonata;
- errata programmazione, errata o omessa decompressione;
- apnea dopo l'immersione;
- sforzi eccessivi durante l'ultima fase della risalita e immediatamente dopo l'immersione;
- considerevole cambio di quota dopo l'immersione (elicottero o aereo).

**I piu' comuni sintomi di MDD possono essere :**

- pruriti e/o formicolii - diminuzione della sensibilità;
- stanchezza eccessiva rispetto al lavoro svolto;
- incapacità ad urinare anche in presenza di stimolo;
- vertigini, nausea e/o vomito;
- dolori articolari - paralisi degli arti;
- affaticamento respiratorio, dolore retrosternale, dispnea;
- malessere generale.

**Bisogna assolutamente evitare la ricompressione in acqua perche' :**

- non è logico riportare in acqua una persona che sta male;
- sono necessarie diverse ore di ricompressione e generalmente non si hanno i mezzi necessari;
- il freddo, come già abbiamo visto, non si può combattere;
- non si può contare su condizioni meteorologiche favorevoli durante tutta la ricompressione;
- con una errata ricompressione si potrebbe aggravare il quadro clinico dell'infortunato.

Come primo soccorso far sdraiare l'embolizzato (o presunto tale) e, se disponibile, fargli respirare ossigeno puro a pressione atmosferica.

Per il trasporto in elicottero o in aereo la quota di volo deve essere la più bassa possibile.

Il compagno deve in ogni caso seguire l'infortunato per dare informazioni sull'accaduto e farsi a sua volta controllare.

Le attrezzature dell'infortunato devono essere messe a disposizione dell'Autorità competente per l'accertamento di eventuali responsabilità.

## IN CASO DI EMERGENZA



L' ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE  
PER IL SOCCORSO SUBACQUEO

Informati subito :

Tel. 085/8930333

Fax. 085/8930050

DAN EUROPE

Via Puglie, 82

64026 Roseto D.A. (TE)

## LA PREVENZIONE

Un qualunque incidente, per quanto banale, può degenerare in una situazione di panico tale da portarci, per esempio, ad una risalita scorretta e/o pallonata con conseguente rischio di MDD.

**Pertanto e' sconsigliata l'immersione quando ci si trovi in una delle seguenti condizioni :**

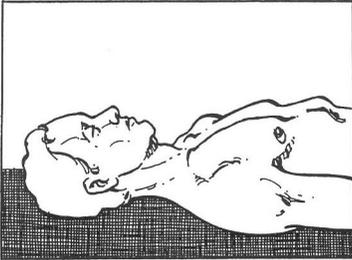
- stanchezza eccessiva;
- eccessi alimentari e/o alcoolici nelle 12 ore precedenti;
- digestione in corso;
- debilitazione fisica dovuta all'assunzione di farmaci;
- convalescenza a seguito di fratture ossee;
- situazioni patologiche in corso (bronchite, otite, ecc.);
- apparecchiature non perfettamente funzionanti;
- avverse condizioni meteorologiche;
- mancanza del compagno di immersione;
- mancanza della necessaria preparazione e/o dei necessari mezzi tecnici in relazione all'immersione programmata.

### **SAPER RINUNCIARE ALL' IMMERSIONE E' INDICE DI MATURITA' !!!**

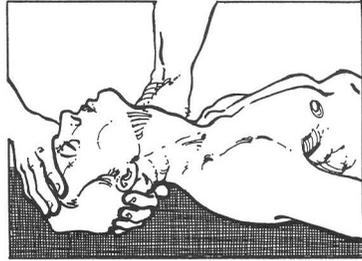
La quasi totalità dei casi di MDD dipende da errata programmazione e/o da mancato rispetto delle norme di risalita da immersioni al limite della curva di sicurezza o fuori curva.

La velocità di risalita, già a partire dai primi metri, deve essere di 10 metri al minuto e bisogna considerare come tempo di immersione anche il tempo per la risalita fino alla fermata di sicurezza che va sempre fatta (3 minuti a 5 metri).

## LA RIANIMAZIONE



**Vie respiratorie chiuse**



**Vie respiratorie aperte**



**Se non respira**

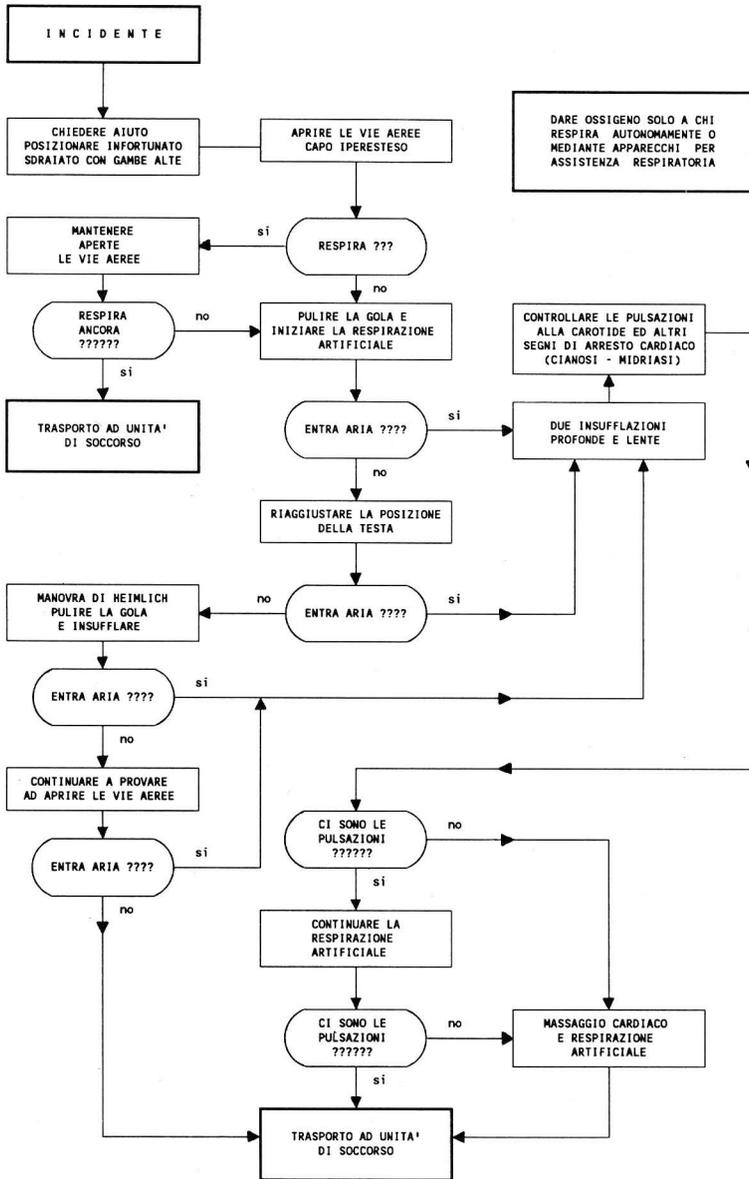
Una mano su naso e fronte, l'altra sul mento - sigillare le labbra - guardare se si gonfiano i polmoni - prendere aria pulita - ripetere 12 volte/minuto 20-25 volte/minuto se un bambino



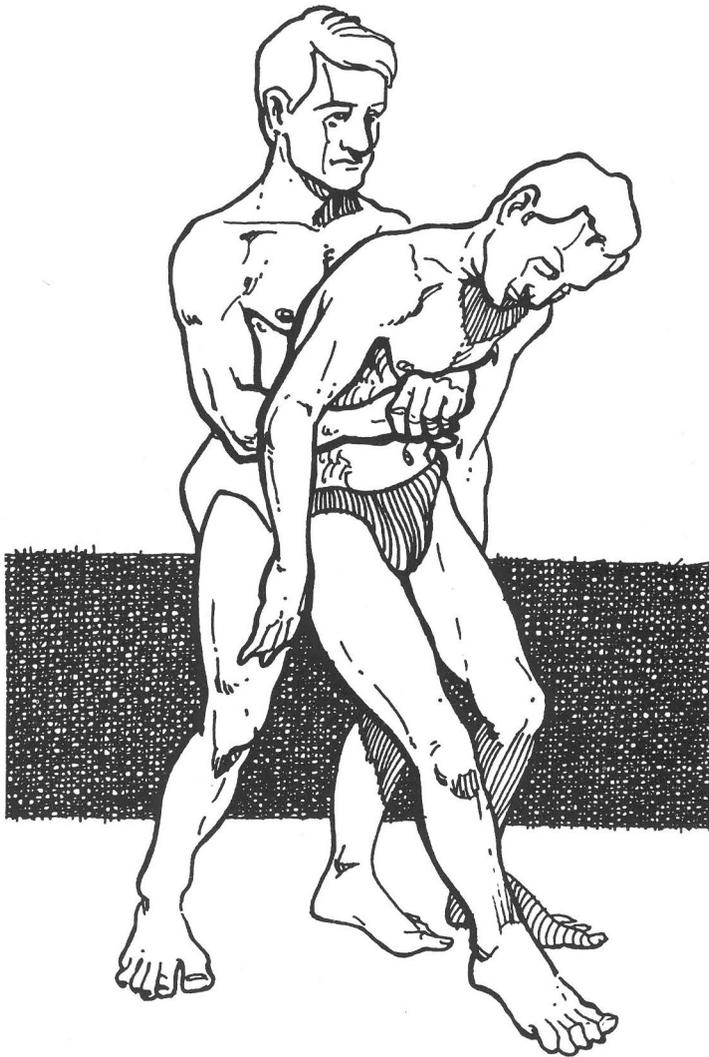
**Se il cuore non batte**

Due/tre dita sopra la punta dello sterno premere con la mano piu' debole sotto imbrigliata con la piu' forte - braccia tese - pressione per scendere 3-4 cm - 15 compressioni (80-100 al minuto) e 2 insufflazioni

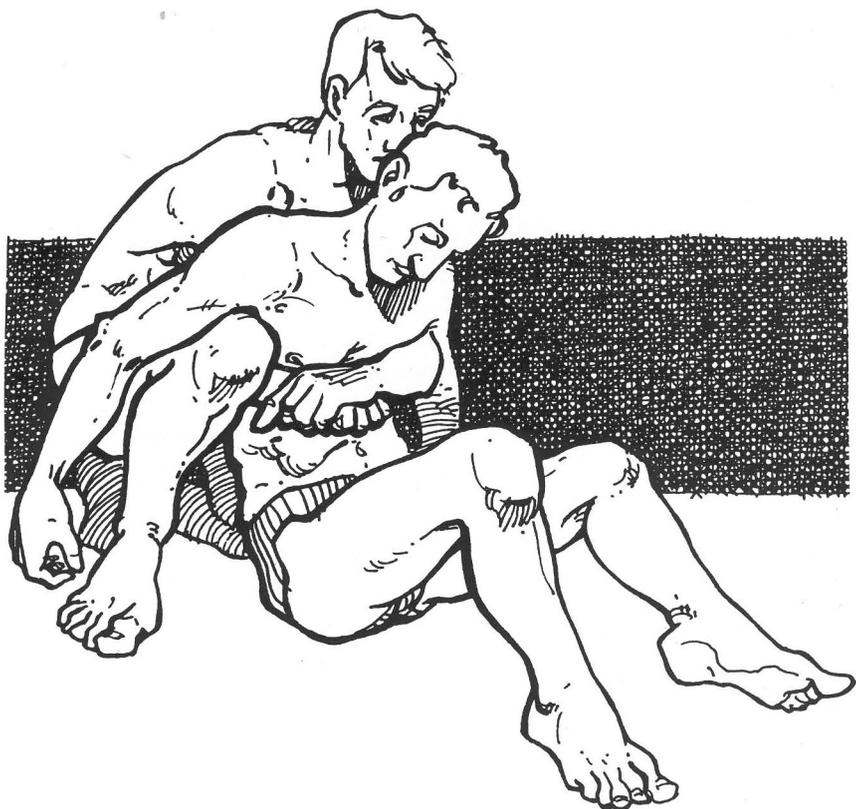
**SEGUI UN CORSO DI PRIMO SOCCORSO !!!**



## La manovra di HEIMLICH



## La manovra di HEIMLICH



## LE FORME DI VITA PERICOLOSE

In immersione è bene usare sempre i guanti.

Si eviteranno punture di ricci, piccole ferite ed anche il contatto con forme di vita urticanti.

In acqua il sangue, oltre una certa profondità, appare di colore verde ..... è normale, non è il caso di spaventarsi.

Riconoscere i pesci velenosi che si possono incontrare in immersione, come scorfani, tracine, razze, murene, ecc. ed altri animali o forme di vita pericolose, come attinie, meduse, ecc., e saper provvedere in caso di contatto o di puntura può evitare spiacevoli conseguenze.

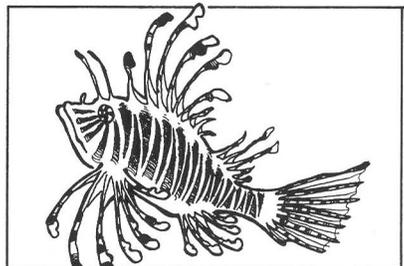
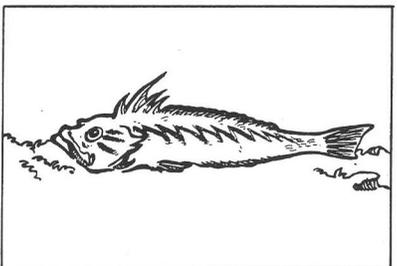
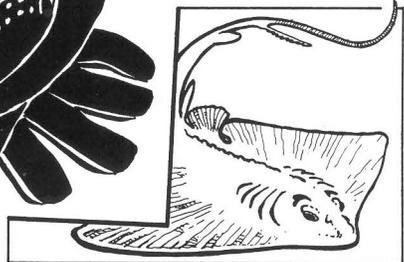
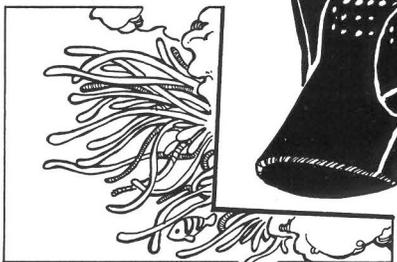
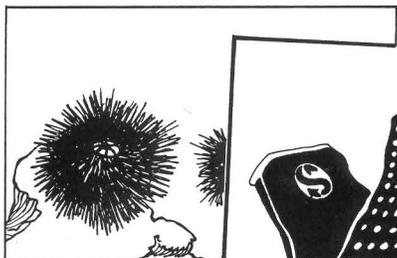
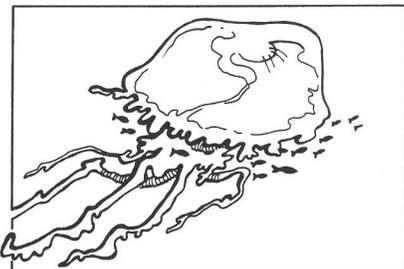
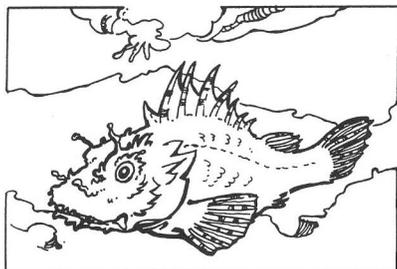
I pesci velenosi e gli animali urticanti emettono in genere tossine termolabili, cioè che vengono inattivate con la temperatura : immergere la parte colpita in acqua di mare molto calda, al limite della sopportabilità, o fare impacchi per almeno un'ora.

La tracina è il più velenoso fra i pesci presenti nel Mar Mediterraneo. In caso di puntura, oltre al trattamento di cui sopra, rivolgersi immediatamente al medico.

In caso di contatto con meduse o attinie sciacquare con acqua di mare molto calda e lasciar asciugare senza strofinare, asportare eventuali residui urticanti e applicare poi una pomata antistaminica oppure una soluzione di acqua e ammoniacca, bicarbonato di sodio, alcool o olio di oliva.

Non assumere medicinali, cardiotonici, analettici o altri farmaci, se non dietro prescrizione medica.

E' bene informarsi sempre sulla flora e la fauna dei luoghi di immersione ed ascoltare attentamente i consigli degli accompagnatori, soprattutto quando ci si trova nei mari tropicali.



## I NODI

In svariati momenti dell'attività subacquea, soprattutto durante le operazioni preliminari all'immersione e conclusive, si presenta la necessità di legare o slegare qualcosa, imbragare, unire due cime, ancorare la barca, ecc.

E' quindi opportuno che il subacqueo conosca alcuni nodi di uso più frequente e, soprattutto, che all'occorrenza li sappia eseguire con sicurezza e celerità.

Tieni sempre in borsa una cima robusta, lunga una decina di metri e della sezione di 8 o 10 mm, un paio di moschettoni e qualche pezzo di sagola più sottile.

I nodi illustrati qui di seguito sono di facile esecuzione e adatti alla maggior parte degli impieghi richiesti ad un subacqueo.

### **Nodo piano**

Serve per unire due cime.

E' difficile slegarlo, soprattutto con cima bagnata.

Se dopo l'uso le due cime devono essere slegate, si infila al centro del nodo un pezzo di legno o un oggetto qualsiasi che non permetta al nodo di tirarsi troppo.

### **Gassa d'amante**

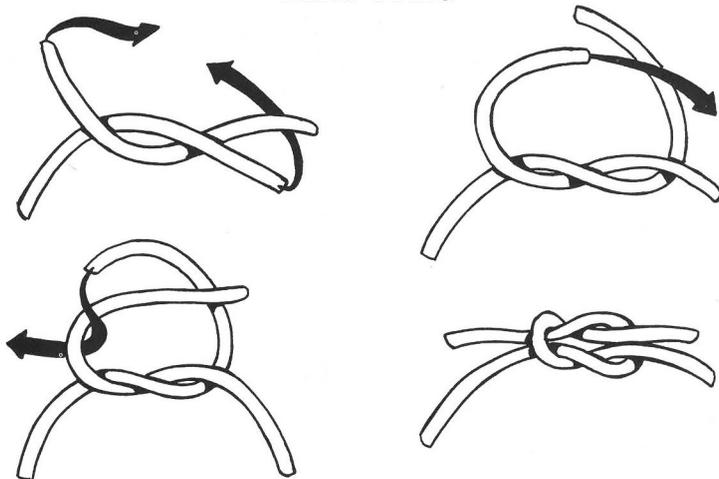
Serve praticamente sempre in quanto molto sicuro e facile da slegare anche con cima bagnata.

E' senz'altro il nodo più usato, anche se a volte impropriamente.

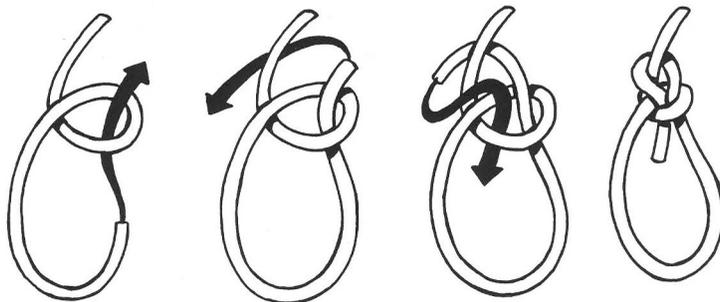
## Nodo parlato e volta di galloccia

Servono molto bene per l'ancoraggio provvisorio in quanto permettono di modificare velocemente la lunghezza della cima in trazione.

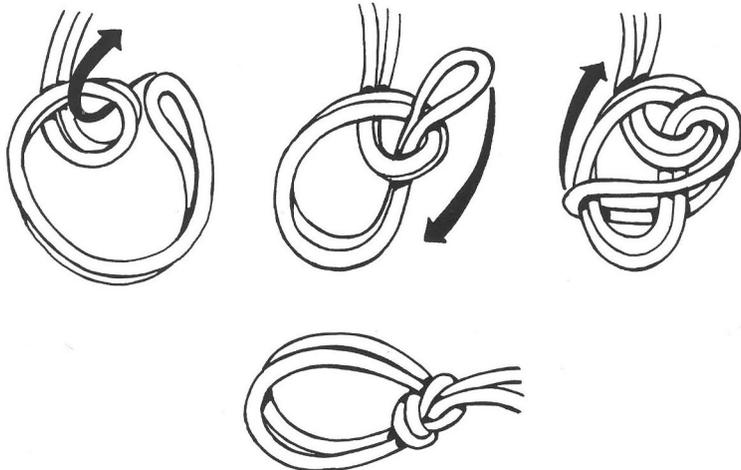
### NODO PIANO



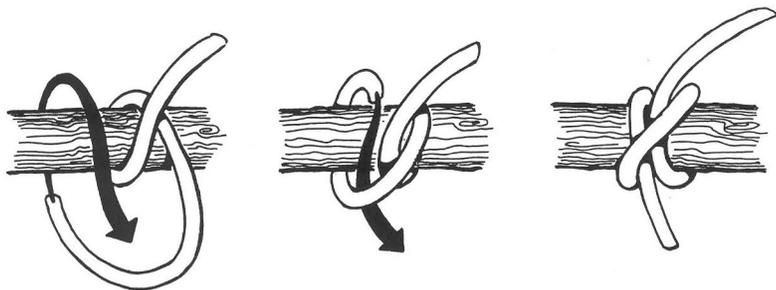
### GASSA D' AMANTE



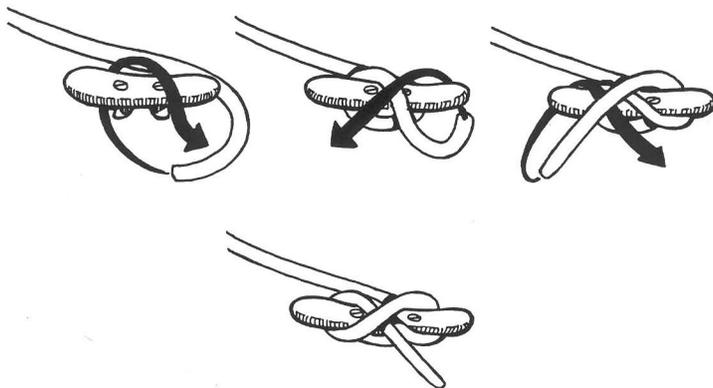
## GASSA D' AMANTE DOPPIA



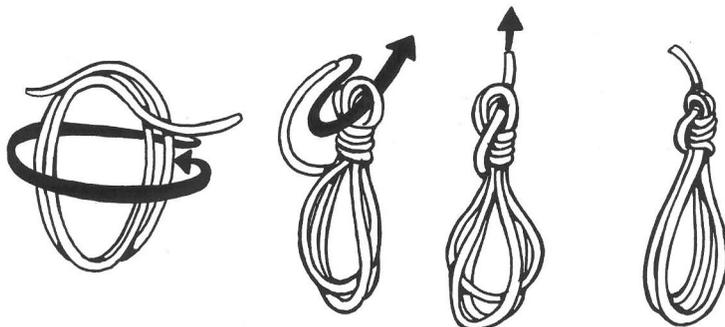
## NODO PARLATO



## VOLTA DI GALLOCCIA



## COME DUGLIARE UN CAVO



## CONSIGLI GENERALI

- 1) L'immersione vera e propria dura meno di un'ora.  
Impara a godere della programmazione, della manutenzione, del modo di trasportare le attrezzature, e di tutti i piccoli particolari che stanno intorno a quella fantastica oretta ... ti divertirai tutta la vita.
  
- 2) Durante l'inverno stai in allenamento ... frequenta la piscina.
  
- 3) Medicinali, alcool e raffreddori sono grossi nemici dei subacquei.  
Mantenersi in buona forma ed alimentarsi correttamente aiuta ad evitare situazioni fastidiose o pericolosi affaticamenti.  
Una volta l'anno è indispensabile fare una visita medica presso un centro di fisiologia sportiva o medicina subacquea.
  
- 4) Saper praticare la rianimazione, la respirazione artificiale ed il massaggio cardiaco, è dovere di ogni subacqueo.  
Un gruppo di subacquei, o una coppia, che si immergono insieme dovrebbe sempre avere a disposizione un piccolo pronto soccorso e una bombola di ossigeno, e naturalmente saperli usare.
  
- 5) Dopo aver imparato ad immergersi in sicurezza, uno dei corsi più interessanti che si possano frequentare è quello di salvataggio.  
Si impara ad essere utili a se stessi ed agli altri; nulla può essere più bello che salvare una vita umana.

6) Il libretto di immersione, adottato ormai in quasi tutto il mondo, è piacevole da sfogliare in quanto ci riporta alla memoria le nostre immersioni.

Esso però non si limita a questo, bensì rappresenta il "passaporto" del subacqueo valido presso tutti i centri e/o circoli subacquei in Italia e all'estero, in quanto testimonia l'esperienza acquisita e informa sul grado di allenamento.

**RICORDA: IMMERGITI IN SICUREZZA!**



- Fai una corretta manutenzione di tutta l'attrezzatura
- Maggiore cautela alla ripresa dell'attività
- Non superare i limiti per cui sei abilitato
- Programma sempre la tua immersione
- Evita l'immersione con mare mosso e scarsa visibilità
- Non usare farmaci prima dell'immersione
- Evita di immergerti se hai qualche disturbo
- Esegui tutti i controlli di sicurezza
- Ricorda che la boa segnasub è obbligatoria
- Usa il sistema di coppia
- Usa una fonte d'aria alternativa
- Fai solo immersioni in curva di sicurezza
- Non affaticarti durante l'immersione
- Risali alla velocità corretta
- Evita di affaticarti dopo l'immersione
- Non praticare apnea dopo l'immersione

## DIVER'S PASSPORT

LIBRETTO No 1 DA: 1991 A: 199




QUESTO LOGBOOK È  
 PROPRIETÀ DI: ROSSI  
MARIO

FIRMA Mario Rossi

**ANNOTA TUTTE LE TUE IMMERSIONI !!!**

## LA SETTIMANA PRIMA

- 1) Controlla tutta la tua attrezzatura.
- 2) Le bombole possono essere trasportate in aereo solo se scariche.
- 3) La pressione di carica delle bombole deve essere sempre misurata alla stazione di ricarica, a freddo.  
Le bombole non devono mai essere esposte al sole.
- 4) Usare aria "vecchia" è pericoloso.  
A fine stagione è bene svuotare quasi completamente le bombole, immergendole in acqua e scaricando dall'erogatore per evitare che si formi condensa.
- 5) Le donne sanno che in certi periodi subiscono un grosso calo di ferro .... sarebbe meglio evitare le sommozzate.
- 6) Prima di immergersi in località sconosciute, specie in mari tropicali, è d'obbligo informarsi su tutte le possibili cause di incidente, come pesci velenosi, corallo di fuoco, attinie, meduse, ecc., e sulle condizioni ambientali quali correnti, maree, ecc.
- 7) Informarsi sempre sulle leggi e/o sui regolamenti dei luoghi di immersione, su eventuali restrizioni locali, ecc., può evitare perdite di tempo e multe spesso salate.

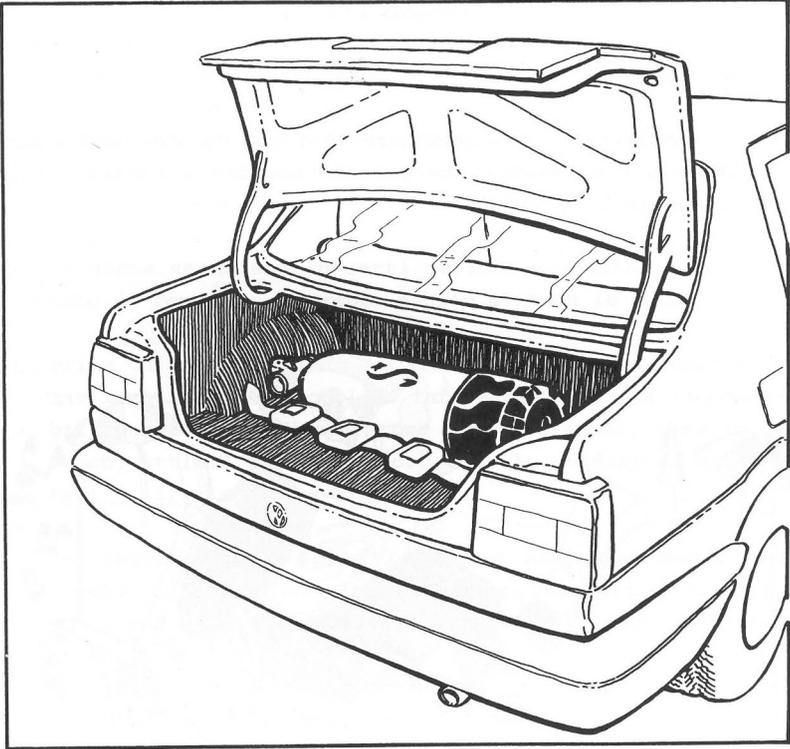
## IL GIORNO PRIMA

- 1) Prima di partire per l'immersione è bene informarsi sulla viabilità stradale e sulle condizioni meteorologiche (Bollettino Nautico tel. 196), sui mezzi di trasporto, i ristoranti ed i relativi prezzi, la stazione di ricarica A.R.A. più vicina ed i suoi orari, ecc.  
Se si usano sempre gli stessi servizi (battelli o altro), è bene informarsi su abbonamenti e/o sconti.
- 2) Lascia detto dove vai e telefona in caso di cambiamenti.
- 3) E' indispensabile raggiungere il luogo di immersione con tutti gli accessori che possono servire a renderci più piacevole la giornata.



## IL VIAGGIO

- 1) Le bombole devono essere trasportate con cura.  
In auto devono essere poste in modo che non si spostino in curva o in frenata. Nel baule possono essere bloccate con dei cunei di legno o con le cinture di zavorra.

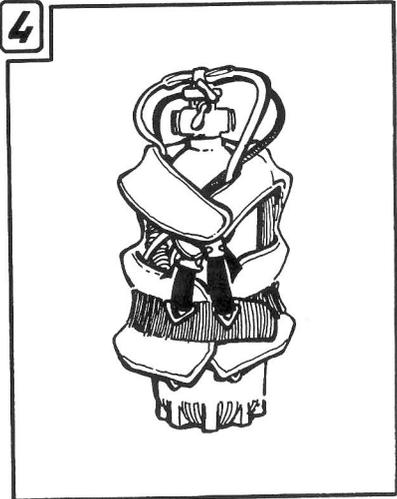
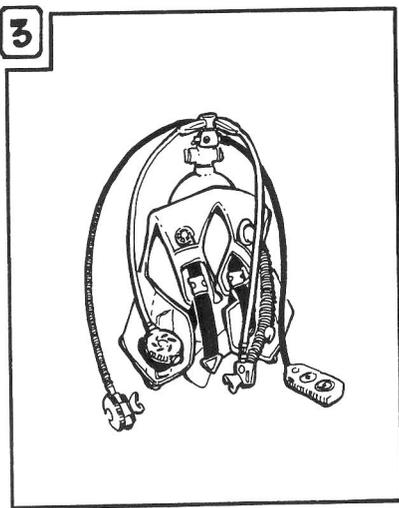
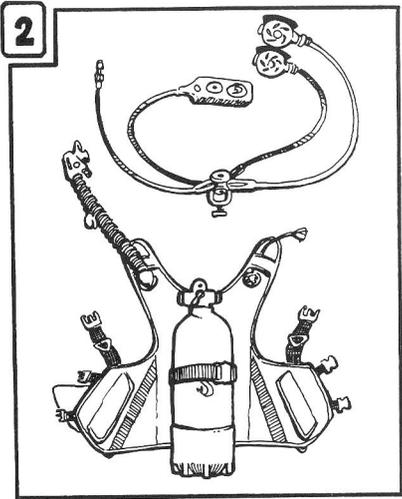
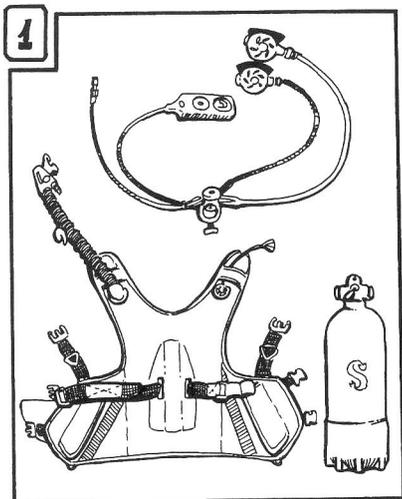


- 2) Nel passare le bombole durante le operazioni di carico e scarico bisogna sempre favorire la presa di chi le riceve.

## L' A.R.A. (S.C.U.B.A.)

- 1) Le bombole non devono mai essere lasciate in piedi.  
In caso di caduta possono essere pericolose, oltre naturalmente al danneggiamento della rubinetteria.  
Gli erogatori devono essere montati solo poco prima di iniziare l'immersione e smontati appena si esce dall'acqua.
- 2) Finito di assemblare l'A.R.A., il Jacket viene richiuso al contrario in modo che gli erogatori e il manometro restino bloccati vicino alla bombola e non diano fastidio o possano rompersi durante le fasi preliminari all'immersione.
- 3) Per trasportare l'A.R.A. è sempre meglio utilizzare la rubinetteria della bombola, e non la maniglia del Jacket che potrebbe rompersi.
- 4) Quando si usa un monobombola l'erogatore con il manometro deve essere montato sul rubinetto verticale, per evitare di leggere, come accade per certe rubinetterie, un valore di pressione diverso da quello reale.
- 5) Le bombole non devono mai essere lasciate al sole perchè la pressione aumenta : può essere pericoloso.  
Inoltre, considerando un valore di pressione più alto, non faremmo una corretta programmazione dell'immersione.
- 6) Una retina sulla bombola preserverà la verniciatura e limiterà l'aumento di temperatura della bombola esposta al sole.

**S.C.U.B.A. = Self Contained Underwater Breathing Apparatus**  
**A.R.A. = Autorespiratore ad aria**



**MAI LE BOMBOLE IN PIEDI !!!**

## Una curiosita' : la legge di CHARLES

Di quanto aumenta la pressione di una bombola all'aumentare della temperatura ???

$$P1 : (273 + T1) = P2 : (273 + T2)$$

- P1 = Pressione iniziale
- T1 = Temperatura iniziale
- P2 = Pressione finale
- T2 = Temperatura finale
  
- 273 = NUMERO FISSO

Consideriamo una bombola caricata a 200 atm a 20 °C che, lasciata al sole, si surriscalda fino a 80 °C.

$$200 : (273 + 20) = X : (273 + 80)$$

$$200 : 293 = X : 353$$

$$X = \frac{200 \times 353}{293} = 241 \text{ atm}$$

**MAI LE BOMBOLE AL SOLE !!!**

## IL PUNTO DI INGRESSO

- 1) In caso di incidente è necessario soccorrere l'infortunato con la massima tempestività. Bisogna sapere dove c'è un telefono funzionante, avere la possibilità di raggiungerlo e avere i gettoni per usarlo, avere a portata di mano i numeri dell'ospedale, della camera iperbarica, il numero di emergenza DAN, ecc.
  
- 2) Una cima zavorrata calata in acqua sarà sempre molto utile.  
Se ci si immerge dalla barca è bene che ogni subacqueo disponga di una cima con moschettone o gassa d'amante finale alla quale poter legare il Jacket prima e dopo l'immersione, sorreggersi, tenersi in caso di corrente, ecc.
  
- 3) Il natante non deve mai essere abbandonato.  
Meglio se a bordo rimane qualcuno in grado di aiutarci durante le fasi preliminari di assemblaggio delle apparecchiature, vestizione ed entrata in acqua, e conclusive di risalita in barca e svestizione e, naturalmente, in caso di emergenza con una radio VHF tramite il canale 16 o con altri sistemi di allarme già predisposti.
  
- 4) Quando si parte dalla spiaggia è meglio indossare le bombole, camminare fino alla profondità di 1,5 metri circa e quindi indossare le pinne (vedi disegno di pag. 35).  
A fine immersione adottare la procedura inversa (vedi disegno di pag. 1).  
Sulla spiaggia bisogna fare attenzione a non rovinare gli erogatori : predisponi un telo per appoggiare l'A.R.A.
  
- 5) Un paio di ciabatte o di sandali sono indispensabili per muoversi sulle rocce. Meglio ancora i calzari con suola rigida e cerniera da usare con le pinne con cinghiolo.

- 6) Quando ci si tuffa in acqua, a forbice fino a circa un metro di altezza e a gambe unite da altezze superiori, con una mano si assicura la maschera e l'erogatore, con l'altra si tiene la fibbia della cintura di zavorra.

**PENSA :**

**Conosco bene la situazione a terra o in barca ?**

**Ho predisposto tutto ?**

**In caso di emergenza saprei cosa fare, sia a terra che in acqua ?**

**Ho rivisto i segnali con il compagno ?**

**Ho deciso tempo, profondita' e scopo dell'immersione ?**

**L'aria a disposizione e' OK ?**

## PRIMA DI IMMERGERSI

- 1) Considera le correnti, le onde, la temperatura dell'acqua, le maree, la posizione del sole rispetto al tuo itinerario, guardati bene intorno : tutte le informazioni possono tornarti utili in immersione.
- 2) Se non fa freddo è meglio mettersi la muta in acqua .... si fa meno fatica.
- 3) Attenzione alla pesata !!!  
A fine immersione saremo più leggeri di 1,3 kg ogni 1.000 litri di aria consumata.  
Nel dubbio è meglio avere una pesata leggermente superiore, facendo attenzione a non esagerare.
- 4) Potrà capitare di fare immersioni con amici più esperti e si andrà, probabilmente, più fondi del solito, senza incontrare apparentemente alcuna difficoltà (comunque non è corretto che l'amico più esperto ci forzi la mano).  
Non bisogna pensare di essere diventati "bravi" di colpo.  
L'immersione sarà condotta da chi ci ha accompagnato per mano e ci ha controllato attimo per attimo.  
Non ripetere la stessa esperienza con il solito compagno di pari livello : ti potresti accorgere che non è poi così semplice.
- 5) Le prime immersioni della stagione non devono mai essere impegnative.
- 6) Nelle immersioni di gruppo fra amici bisogna sempre individuare il capogruppo, che di norma sarà il subacqueo più esperto, ascoltarne i consigli e rispettarne le decisioni.

- 7) Sarebbe opportuno che il compagno di immersione fosse sempre lo stesso.  
Se è occasionale bisogna informarsi sul suo allenamento e grado di preparazione, conoscere le sue attrezzature e mostrargli le proprie, concordare i segnali, aiutarsi a vicenda prima, durante e dopo l'immersione, stabilire le tecniche per restare uniti e concordare le procedure in caso di separazione. Inoltre bisogna scambiarsi i dati anagrafici, il recapito telefonico e sapere a chi rivolgersi in caso di emergenza.
- 8) Quando ci si affida ad un centro subacqueo ci si deve attenere alle direttive dei responsabili, capigruppo, capobarca, accompagnatori subacquei, ecc., senza discutere o polemizzare.
- 9) Ricordati che l'immersione sportiva ha come limite i 40 metri di profondità e deve essere entro la curva di sicurezza.
- 10) Qualsiasi incidente o inconveniente, anche banale, diventa grave se accade a profondità considerevoli.

**RICORDA :**

**Compensa appena senti la necessita'**

**Non fare mai apnee**

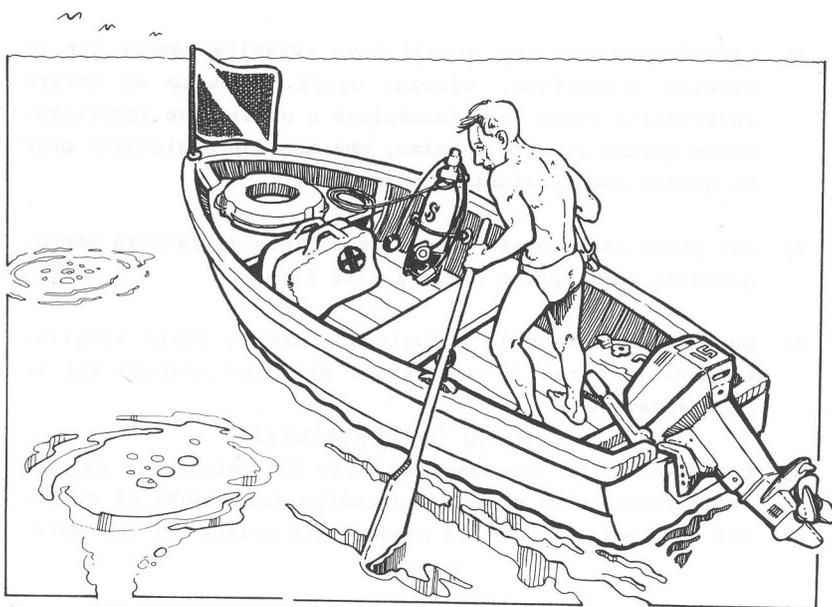
**Se l'erogatore non e' in bocca fai le bollicine**

**Stai in curva**

**Non uscire con meno di 50 atm**

## L' IMMERSIONE

- 1) Se non c'è la barca appoggio che segue le bolle, munita di bandiera regolamentare, è indispensabile usare il pallone segnasub.  
Nell'immersione notturna il pallone deve avere una fonte luminosa autonoma di colore giallo e intermittente, visibile a 200 metri di distanza.
- 2) Fai un ultimo controllo generale accertandoti di non aver dimenticato nulla .... controlla la pressione di carica delle bombole dopo aver eseguito tre atti respiratori da ciascun erogatore. Accertati di avere a portata di mano il corrugato e lo scarico rapido del Jacket.  
Prima di lasciare la superficie azzerare la ghiera dell'orologio e del profondimetro.  
Tutto OK .... acqua a contatto con le orecchie e giù !!!
- 3) In luoghi dove c'è corrente l'immersione deve essere sempre iniziata contro corrente, nuotando vicino al fondo si sentiranno molto meno i suoi effetti.
- 4) All'inizio dell'immersione si scende lungo il cavo dell'ancora e si controlla l'ancoraggio, a fine immersione si ritorna all'ancora e si controlla che non ci siano possibilità di incaglio. Il cavo dell'ancora dovrebbe sempre terminare con alcuni metri di catena.
- 5) Il "tuffo nel blu" ha un fascino tutto particolare ma potrebbe creare situazioni di disagio, come difficoltà di compensazione e/o vertigini. Meglio scendere, finché non si acquisisce una certa esperienza, lungo la parete o il cavo dell'ancora che ci farà da cavo guida.
- 6) La discesa o la risalita nelle bolle d'aria scaricate da subacquei a maggiore profondità, può provocare giramenti di testa : evita di guardare le bolle.

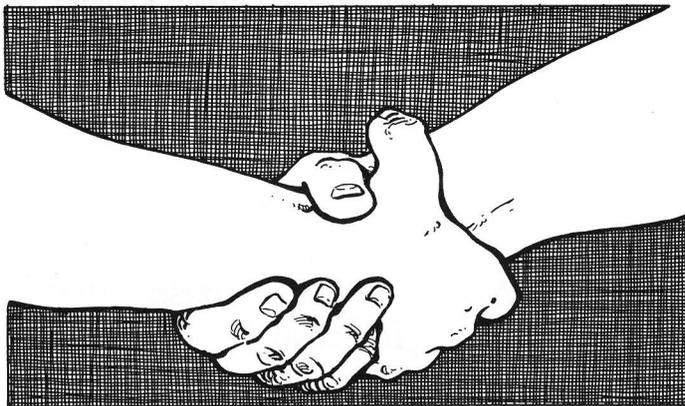


**Tieni a portata di mano**

**A R I A**  
**BORSA PRONTO SOCCORSO**  
**OSSIGENO**  
**SALVAGENTE**

## L' USCITA DALL' ACQUA ED IL RIENTRO

- 1) L'avvicinamento agli scogli deve avvenire sempre con la massima attenzione, bisogna usare il punto di uscita individuato prima dell'immersione e ci si deve accertare, anche quando il mare è calmo, che non sopraggiungano onde di grosse imbarcazioni di passaggio.
- 2) Per prima cosa levati sempre la cintura di zavorra maneggiandola dalla parte opposta alla fibbia.
- 3) Quando si passano le bombole in barca o sullo scoglio, bisogna mettersi in condizione di poter aiutare chi le deve ricevere.
- 4) Quando aiuti un compagno ad uscire dall'acqua o a saltare dalla barca allo scoglio, prendilo saldamente al polso, lui farà altrettanto; la presa è più solida che per mano.



- 5) Prima di lasciare il luogo di immersione o la barca accertati di non aver dimenticato nulla e riposati un po' prima di metterti in viaggio per il rientro.

# **L' IMMERSIONE IN QUOTA**

**a cura di**

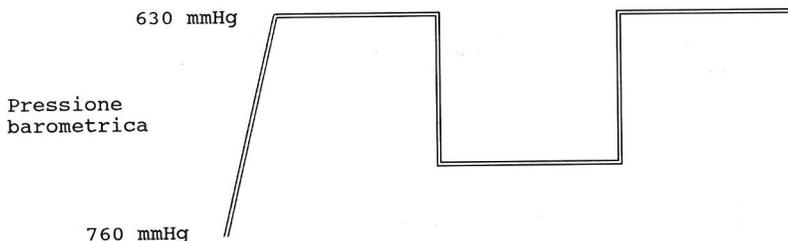
**Giuseppe Argentieri**

## L'IMMERSIONE IN QUOTA

Tutte le immersioni richiedono una buona preparazione specifica in relazione al tipo di attività da svolgere.

Le immersioni nei bacini o nei laghi di montagna hanno un fascino particolare ma richiedono, oltre ad una buona preparazione specifica, un aggiustamento delle tabelle di immersione che sono valide a livello del mare, dove la pressione atmosferica è di 760 mmHg.

Salendo in quota la pressione atmosferica, o barometrica, diminuisce e questo fatto ci impone alcune considerazioni.



Supponiamo di salire ad una altitudine di circa 2.000 metri s.l.m., dove la pressione barometrica è di di 630 mmHg.

Consideriamo il rapporto fra la pressione barometrica alla partenza e quella all'arrivo ed il valore reciproco, e vediamo come impiegarli :

$$(X) \quad 760 : 630 = 1,21$$

$$(Y) \quad 630 : 760 = 0,83$$

All'arrivo in quota saremo in condizione di sovrasaturazione, come al termine di un'immersione al mare.

Quale sarà il nostro gruppo di appartenenza ???

Il gruppo di appartenenza all'arrivo in quota è uguale al rapporto fra la pressione di partenza e quella di arrivo; è quindi sempre un numero maggiore di 1, tanto maggiore quanto più si sale in quota.

Nel nostro esempio il gruppo di appartenenza è espresso dal numero **1,21** che, consultando la tabella di pag. 69, corrisponde alla lettera D. Per rilevare il tempo residuo abbiamo anche bisogno la profondità dell'immersione, che calcoleremo utilizzando il secondo dei due rapporti, cioè **0,83**.

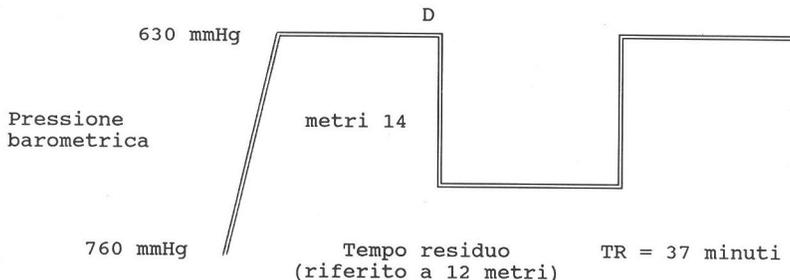
La profondità di riferimento per consultare la tabella 3 è infatti sempre inferiore alla profondità reale.

Supponiamo di volerci immergere a 14 metri, avremo :

$$14 \times 0,83 = 11,62 = 12 \text{ metri}$$

Questa è la profondità che ci serve per rilevare il tempo residuo che, come risulta dalla tabella 3, è di 37 minuti.

Ritorniamo al nostro grafico ed aggiungiamo i nuovi valori :



A questo punto dobbiamo consultare la tabella 1 per decidere che immersione fare, ma dovremo riferirci da una profondità maggiore rispetto a quella reale, tanto maggiore quanto più si sale in quota.

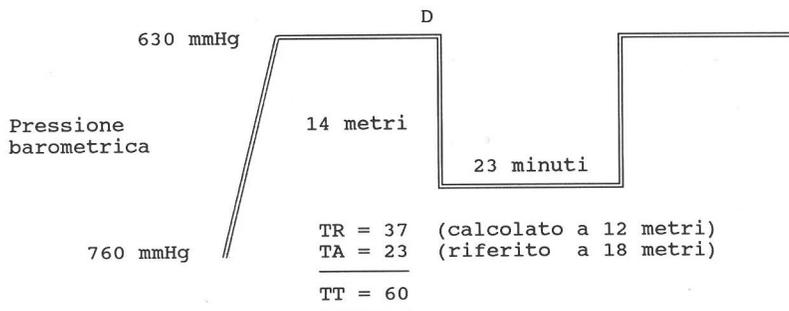
E qui si ritorna al primo dei nostri due rapporti, quello maggiore di 1. Nel nostro esempio avremo :

$$14 \times 1,21 = 16,94 = 18 \text{ metri}$$

Questa profondità sarà quella da utilizzare per il calcolo dell'immersione.

Il tempo massimo previsto dalla curva di sicurezza a 18 metri è di 60 minuti; la nostra immersione, considerando  $TR = 37$ , avrà quindi per differenza la durata massima di 23 minuti.

Siamo finalmente in grado di completare il nostro grafico :



Ma non abbiamo ancora finito; dobbiamo ancora calcolare la velocità di risalita e la quota della tappa di rispetto.

La velocità di risalita non sarà di 10 metri al minuto ma sarà ridotta in relazione alla minor pressione barometrica e lo stesso dicasi per la tappa di rispetto, e cioè :

- velocità risalita :  $10 \times 0,83 = 8,30 = 8 \text{ metri/minuto circa}$

- tappa di rispetto :  $5 \text{ metri} \times 0,83 = 4,15 = 4 \text{ metri circa}$

Se invece volessimo immergerci dopo tre giorni dall'arrivo in montagna, le cose sarebbero un po' più semplici perchè, ferme restando tutte le altre procedure, non dovremmo considerare il coefficiente di sovrasaturazione all'arrivo.

Sappiamo ora calcolare le immersioni in quota, ma questo non significa che siamo in grado di fare una corretta programmazione. Prima di affrontare questo tipo di esperienza dovremo completare la nostra preparazione frequentando corsi specifici ed affidarci a centri specializzati che ci consiglieranno le attrezzature più adatte e ci accompagneranno nel modo più sicuro.

### **Ripercorriamo insieme le varie tappe del calcolo :**

$$\frac{\text{Pressione a livello del mare}}{\text{Pressione all'arrivo in quota}} = X \quad (\text{n}^\circ \text{ maggiore di } 1)$$

$$\frac{\text{Pressione all'arrivo in quota}}{\text{Pressione a livello del mare}} = Y \quad (\text{n}^\circ \text{ minore di } 1)$$

**X** = coefficiente di sovrasaturazione all'arrivo (vedere la tabella a pag. 69 per la lettera corrispondente)

**Y** per profondità = profondità per calcolo TR

**X** per profondità = profondità per calcolo immersione

**Y** per 10 metri/minuto = velocità di risalita

**Y** per 5 metri = tappa di rispetto

**MAI AL LIMITE DELLA CURVA DI SICUREZZA !!!**  
**MAI SALIRE DI QUOTA DOPO L'IMMERSIONE !!!**