

L'importanza della densità dei gas – intervista al Prof. Simon Mitchell,

Ci sono molti aspetti che vanno approfonditi. Simon è corretto che la densità dei gas è fondamentale per l'anidride carbonica? Assolutamente sì ... è vero. Uno dei pericoli della respirazione di un gas denso è che aumenta il lavoro respiratorio [Work Of Breathing – WOB] e quando gli esseri umani incontrano WOB anormalmente alti alcuni di noi rispondono respirando di meno. In altre parole preferiamo semplicemente non respirare e così la CO₂ aumenta.

%He	0	0	0	0	25	35	45	55	60	70				
%N ₂	78	68	64	60	50	44	37	30	28	20				
%O ₂	21	32	36	40	25	21	18	15	12	10				
M↓	Aria	EAN32	EAN36	EAN40	Helitrox 25/25	Trimix 21/35	Trimix 18/45	Trimix 15/55	Trimix 12/60	Trimix 10/70	Maximum	Absolute maximum	D Aria- Maximum	D Aria- Abs Maximum
25	4,46	4,58	4,60	4,63	3,60	3,20	2,80	2,41	2,20	1,81	5,20	6,20	-0,74	-1,74
33	5,49	5,62			4,42	3,93	3,44	2,96	2,70	2,23	5,20	6,20	0,29	-0,71
40	6,38				5,14	4,56	4,00	3,44	3,15	2,59	5,20	6,20	1,18	0,18
56	8,42					6,03	5,28	4,54	4,15	3,42	5,20	6,20	3,22	2,22
80								6,19	5,66	4,66	5,20	6,20		
100									6,92	5,70	5,20	6,20		

Nella tabella leggiamo come la densità (g/l grammi per litro) cresce all'aumentare della pressione, quindi della profondità. A seconda della composizione della miscela questo effetto è più o meno accentuato. In particolare: è massimo per le miscele iperossiche come EAN40/36/32 e minimo nei Trimix con una maggiore frazione di elio. Da notare che la densità della miscela Trimix 10/70 (10% ossigeno e 70% elio) a 100 metri (5,70 g/l) è inferiore a quella dell'aria a 40m (6,38 g/l).

Quelle persone sono a volte indicate come “**trattenitori di CO₂**” [CO₂ retainers]. Il rischio maggiore è quando respiri profondamente un gas denso, trattenendolo, ed effettui nello stesso tempo uno sforzo, come nuotare. Questa è una cattiva combinazione. Cercare di mantenere il livello di densità del gas ad un livello sicuro è importante perché è ciò che ti impedisce di trattenere l'anidride carbonica e riduce il rischio di tossicità dell'ossigeno.

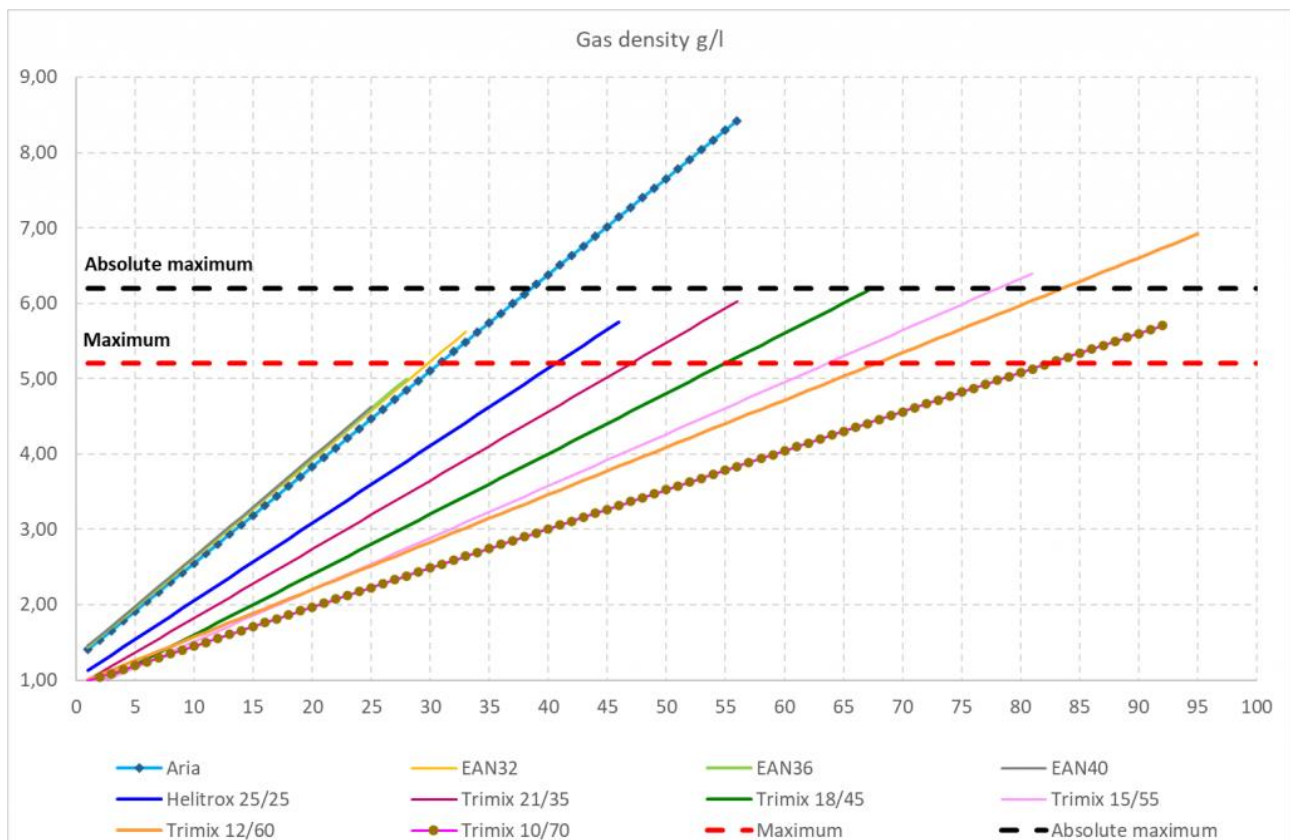
Fortunatamente di solito respiriamo un gas denso all'inizio dell'immersione, quando l'esposizione all'ossigeno è più bassa, mentre, alla fine dell'immersione, quando stiamo decomprimendo in acque poco profonde, la densità del gas è solitamente bassa, perché siamo quasi in superficie.

GAS	Aria	EAN32	EAN36	EAN40	Helitrox: 25/25	Trimix: 21/35	Trimix: 19/45	Trimix: 15/55	Trimix: 12/60	Trimix: 10/70				
Density (g*L ⁻¹)	1,276	1,308	1,315	1,322	1,027	0,913	0,800	0,688	0,629	0,518				
END (alla MOD)	56	27	21	17	26	27	27	26	32	26				
MOD (PPO ₂ =1,4bar)	56	33	28	25	46	56	67	83	106	130				
MinOD (PPO ₂ =0,18bar)	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8				
%He	0	0	0	0	25	35	45	55	60	70				
%N ₂	78	68	64	60	50	44	37	30	28	20				
%O ₂	21	32	36	40	25	21	18	15	12	10				
M _L	Aria	EAN32	EAN36	EAN40	Helitrox 25/25	Trimix 21/35	Trimix 19/45	Trimix 15/55	Trimix 12/60	Trimix 10/70	Maximum	Absolute maximum	D Aria- Maximum	D Aria- Abs Maximum
80								6,19	5,66	4,66	5,20	6,20		
81								6,26	5,72	4,72	5,20	6,20		
82								6,33	5,79	4,77	5,20	6,20		
83								6,40	5,85	4,82	5,20	6,20		
84									5,91	4,87	5,20	6,20		
85									5,98	4,92	5,20	6,20		
86									6,04	4,98	5,20	6,20		
87									6,10	5,03	5,20	6,20		
88									6,16	5,08	5,20	6,20		
89									6,23	5,13	5,20	6,20		
90									6,29	5,18	5,20	6,20		
91									6,35	5,23	5,20	6,20		
92									6,42	5,29	5,20	6,20		
93									6,48	5,34	5,20	6,20		
94									6,54	5,39	5,20	6,20		
95									6,60	5,44	5,20	6,20		
96									6,67	5,49	5,20	6,20		
97									6,73	5,55	5,20	6,20		
98									6,79	5,60	5,20	6,20		
99									6,86	5,65	5,20	6,20		
100									6,92	5,70	5,20	6,20		

È una buona cosa ma, se stai effettuando un'attività pesante, puoi avere ugualmente un sequestro di ossigeno all'inizio di un'immersione e, di conseguenza, puoi accumulare anidride carbonica proprio perché la densità della tua miscela è troppo alta. In sintesi, la densità dei gas è un aspetto che devi considerare nella pianificazione.

Nello studio [“Respiratory Physiology of Rebreather diving” \(2016, G. Anthony, S. J. Mitchell\)](#) emerge che **la densità dei gas utilizzati in immersione, indipendentemente dalla performance degli erogatori, dovrebbe diventare parte integrante della corretta pianificazione di un'immersione.**

Un gas ad alto peso molecolare come l'azoto dovrebbe essere sostituito da un gas leggero come l'elio già alla profondità di 30 metri. Il dato si ricava dal limite di 5,2 g/L imposto come massimo, tenendo conto della percentuale soglia per accumulo di diossido di carbonio CO₂ (l'absolute maximum è fissato a 6,2 g/L).



Nel grafico, derivato dalla tabella precedente, possiamo notare che, respirando aria in immersione, già a 31 metri si raggiunge la prima soglia di allerta indicata dal Prof. Mitchell (maximum: 5,2 grammi per litro) e a 40 metri si supera il limite dei 6,2 g/l (absolute maximum).

Questo risultato implica che una Equivalent Narcosis Depth (END) di 30 metri è un limite raccomandabile sia per il problema della narcosi che per lo sforzo respiratorio?

No ... è una bella domanda. Per riassumere velocemente: Gavin Anthony, che lavora presso la *testing house* per la **Underwater Breathing Apparatus** nel Regno Unito, aveva molti dati dai test di diversi rebreather a diverse densità di gas, e **quello che ha scoperto è che una volta che il gas supera i 6,2 g/l, si verifica un elevato aumento della percentuale di subacquei che sviluppano livelli elevati di anidride carbonica.**

In altre parole, il rischio aumenta notevolmente quando associato ad una densità del gas superiore a 6g/L, ovvero **alti livelli di CO²**, come ho sottolineato in precedenza, sono un fattore di rischio per la tossicità dell'ossigeno. Anche l'anidride carbonica stessa ha i suoi sintomi avversi, causando mal di testa e disorientamento, respiro corto e panico, infine anche perdita di sensi. Ad ogni modo, penso che quest'incremento del rischio a 6g/l, che **Gavin Anthony** evidenzia, costituisce un argomento

molto valido per includere i calcoli della densità del gas nella pianificazione dell'immersione.

In altre parole, non dovremmo parlare solo di MOD per l'ossigeno e di Equivalent Narcosis Depth per l'azoto, ma anche dei calcoli della densità del gas.

Ci sono alcune immersioni in cui è necessario meno azoto di quanto avresti per un'END di 30 metri per soddisfare i requisiti di densità del gas. Fondamentalmente, i subacquei tecnici devono imparare a calcolare la densità del gas. Non è difficile, basta calcolarla per ogni immersione che pianificano, perché ci sono alcune immersioni in cui è necessaria un'END inferiore a 30m per rimanere entro i limiti della densità del gas. Fissare 30 metri come END funziona per molte immersioni, ma ci sono immersioni nei quali è insufficiente.

Una volta che sei abbastanza in profondità, un centinaio di metri o giù di lì, hai bisogno di ancora meno azoto di quello che avresti con un'END di 30m. Quindi, non c'è alternativa. Sottolineo che attenersi ad una densità di gas di 6g/l è una buona idea, ma se hai più di 6g/L non questo non significa che morirai o che avrai un trauma terribile. Significa solo che il rischio sarà maggiore. È un fatto da considerare nella pianificazione delle immersioni.

Molte persone si sono attaccate al 6g/l dicendo fondamentalmente che chiunque si immerga con più di 6g/l dovrebbe subire uno shock più forte del gettarsi in un vulcano o qualcosa del genere. È solo un altro strumento per la pianificazione delle immersioni, e puoi integrare in modo intelligente ciò che stai facendo. **Ribadisco che non significa che morirai se superi i 6g/l. Personalmente cerco di rispettare quel limite ma può essere abbastanza difficile per immersioni molto profonde.**

Fonte : <https://www.ocean4future.org/savetheocean/archives/61955>