# Banche Dati di Profili

**Cosa sono le Banche Dati di Profili?**

Le Banche Dati di Profili sono ampie raccolte di profili di immersione contenenti i risultati e le condizioni. Per poter convalidare tabelle, misuratori e software all'interno di un modello computazionale, i profili e i risultati devono necessariamente essere compatibili con i parametri del modello con un (opportuno) rigore statistico. Le informazioni profilo-risultato vengono chiamate oggi Banche Dati (BD), e su un paio vale la pena discutere. Le altre si svilupperanno sicuramente con criteri analoghi. La loro importanza sta crescendo rapidamente nei settori tecnici e ricreativi, non soltanto per le informazioni che contengono, ma anche per la loro applicazione nell'analisi dei rischi legati alle immersioni e nello sviluppo di modelli.

Una BD molto famosa è la raccolta DAN Project Dive Exploration (PDE). Lo studio del PDE si è concentrato fino ad oggi sull'immersione ricreativa che utilizza aria e nitrox, ma si sta estendendo all'immersione tecnica, a quella con gas misto e decompressione. I computer del PDE contengono circa 87.000 profili, e circa 97 casi di MDD avvenuti durante immersioni ricreative con aria e nitrox. La PDE è stata messa online nel 1995, sotto la direzione di Dick Vann e Petar Denoble. Il DAN Europe, fondato da Alessandro Marroni, ha preso parte insieme al DAN USA al progetto del PDE che si stava estendendo negli anni del 2000. La loro attività in Europa prende il nome di Dive Safe Lab (DSL). Il DSL ha circa 50.000 profili con 8 casi di MDD. Per maggior chiarezza, metteremo insieme i dati del PDE con quelli del DSL come se fossero un'unica banca dati, dal momento che i loro computer si scambiano facilmente informazioni. Insieme il PDE e il DSL contengono 137.000 profili con 105 casi di MDD. Il tasso di incidenza è pressappoco 0.0008. Si tratta di una raccolta di dati imponente e importante.

Un'altra BD più recente, dedicata all'immersione tecnica, con gas misto e decompressione è la Banca Dati del Los Alamos National Laboratory (LANL DB). Contiene circa 2.900 profili con 20 casi di MDD. Ai fondatori si deve soprattutto il fatto di aver portato il LANL DB online nei primi anni del 2000. Gran parte della Banca Dati del LANL si basa sui dati estratti dalle operazioni del C&C Dive Team negli ultimi vent'anni circa. Nella Banca Dati del LANL, l'attuale tasso di incidenza è 0.0069, quasi 10 volte superiore a quello del PDE. Un valore del genere poteva essere previsto, dal momento che la Banca Dati del LANL contiene profili di immersione con gas misto e decompressione, attività subacquee probabilmente più rischiose e con maggiori incognite.

Nei due casi, la raccolta di dati è comunque un'attività continua. Le informazione relative al profilo possono essere ridotte alla loro forma più semplice, proveniente per lo più dai download dei computer subacquei. Questi ultimi dividono le informazioni in intervalli di tempo variabile (3 – 5 secondi), elaborandole poi in un formato più gestibile per le successive analisi statistiche:

1. mix di fondo/ppO2 , profondità, e tempo;
2. velocità di ascesa e discesa;
3. mix bombola stage e decompressione/ppO2 , profondità, e tempi;
4. intervalli di superficie;
5. tempo di volo;
6. età del subacqueo, peso, sesso e complicazioni di salute;
7. esiti valutati su scala crescente da 1 – 5, dal peggiore al migliore;
8. fattori ambientali (temperatura, corrente, visibilità, equipaggiamento).

Le varie Banche Dati applicheranno variazioni sui dati riportati, ma le sopra menzionate rispettano la maggior parte dei punti.

**Perché le Banche Dati di Profili sono importanti?**
Le soste sono davvero una preoccupazione davvero importante durante le immersioni. Le profondità, i tempi di esposizione, i gas misti, i cambiamenti di gas, le velocità di ascesa e discesa, i sistemi a circuito aperto (CA) e rebreather (RB), le soste poco profonde o molto profonde sono solo alcune tra le tante scelte che i sub affrontano. All'interno di queste, vi sono infinite possibilità di portare un subacqueo in superficie in modo sicuro.

La questione dei dati d'immersione, dunque, diventa importante. Molti ritengono che la compatibilità dei modelli e dei dati richieda informazioni su uno spettro di attività subacquee (più ne sono e meglio è) piuttosto che soltanto su test clinici diretti, ma dispersivi. Mentre i test dei singoli profili effettuati dalle persone sono senza dubbio rilevanti, generalmente è difficile estrapolare i risultati da tutti gli altri casi a causa della molteplicità dei possibili eventi, dovuta a profondità differenti, gas misti, velocità di ascesa, soste regolari e dalla combinazione di tutti questi aspetti. In altre parole, i testi isolati non sono semplici da combinare insieme. Per questo motivo, è preferibile avere il più ampio spettro possibile di profili-risultati d'immersione. Probabilmente, inoltre, non c'è abbastanza denaro né tempo per esaminare tutti i gas misti e i profili di decompressione interessanti per ogni tipo di immersione. Allo stesso tempo, le Banche Dati si occupano dell'immersione operativa, e non dei test clinici.

Un altro interesse sono i dati relativi alle soste profonde durante le immersioni a circuito aperto e con rebreather. Il paradigma di Haldane della sosta poco profonda ha resistito per quasi un secolo, e la maggior parte dei dati rilevati nel corso degli anni mostra che l'effettuare tappe a basse profondità sia al centro dell'interesse dei test e dei programmi d'immersione. Anche se si può dimostrare che sia le immersioni con sosta profonda che quelle con sosta poco profonda possono essere realizzate con gli stessi livelli di rischio relativo, le immersioni con sosta in profondità sono più efficienti dal punto di vista temporale (più brevi), rispetto a quelle con sosta poco profonda. Per colmare il vuoto nei dati delle soste profonde, le Banche Dati devono impegnarsi nella raccolta di profili-risultati riguardanti i modelli (a bolle) con sosta profonda così da relazionare questi modelli a bolle con i dati sia delle soste profonde che delle soste poco profonde.

Ricordiamo che i modelli a bolle, normalmente, richiedono soste di decompressione più profonde rispetto ai modelli a gas dissolto (Haldane), e un collasso per annullare i modelli a gas, mantenendo la crescita e l'eccitazione delle bolle minima o assente. Il vero lavoro consiste nel collegare i dati relativi alla decompressione con sosta profonda, dal momento che è stato dimostrato che i modelli a bolle riprendono la sosta poco profonda come opzione di sicurezza. Per essere onesti con Haldane, dobbiamo considerare, però, che egli ha analizzato le soste profonde 100 anni fa e per motivi diversi. Queste ultime non sono mai state fatte all'interno delle sue prime tabelle, né delle tabelle successive dei gas dissolti create da altri.

**Cosa contengono le Banche Dati di Profili?**
Come già riassunto, entrambe le Banche Dati registrano informazioni importanti sulle immersioni. I punti d'ingresso specifici del profilo abbracciano le immersioni ricreative e tecniche, con CA e con RB, con aria e gas misti, poco profonde e profonde. Si tratta di un settore molto vasto. Il PDE e il DSL si concentrano sulle immersioni senza decompressione, mentre la Banca Dati del LANL sulle immersioni con gas misto, con CA e RB e sulle immersioni profonde con decompressione. Naturalmente ci sono sovrapposizioni.

**Project Dive Exploration e Dive Safe Lab**
Il PDE e il DSL contengono insieme circa 137.000 profili con 105 casi di MDD. Il tasso di incidenza sottostante è approssimativamente p =105/137, 000 = 0.0008, ben al di sotto dell' 1%. Entrambe le Banche Dati raccolgono dati sulle immersioni, sulle condizioni, e sui risultati per valutare la MDD e i fattori

di rischio. Uno studio interessante ha messo a paragone il fattore di rischio in 3 gruppi di subacquei: nei subacquei d'acqua calda, d'acqua fredda, e nei sub all'interno della camera USN (con acqua). I risultati sono visibili nella Tabella 1. Lo scopo principale per cui è stata presa in considerazione la camera USN era quello di adattare il modello ai dati di 3 gruppi. Anche i subacquei nella camera USN erano immersi e in allenamento.

**Tabella 1. Campione di tre gruppi di popolazione**

| **Gruppo d'immersione** | **Immersioni** | **Casi di MDD** | **Incidenza** |
|---|---|---|---|
| acqua calda | 51497 | 8 | 0.0002 |
| acqua fredda | 6527 | 18 | 0.0028 |
| camera USN | 2252 | 70 | 0.0311 |

Il tasso più alto di casi di MDD si manifesta nei subacquei all'interno della camera USN, e quello più basso nei subacquei d'acqua calda. Ma ci sono più informazioni in questi 3 esempi, che nell'ampia analisi statistica.

Mentre il fattore di rischio nelle camere USN è assolutamente e relativamente più elevato, il rischio di un'altra corrente d'acqua fredda verso (solo) Scapa Flow mostra che i rischi di Scapa Flow sono proporzionalmente minori se paragonati ad altri pericoli in acqua fredda. Scapa Flow si trova al largo della costa settentrionale scozzese, nelle isole Orcadi, ed è il cimitero storico dei relitti risalenti al periodo dei vichinghi. Durante la prima e la seconda guerra mondiale, Scapa Flow fu la sede della marina militare britannica. È plausibile ipotizzare che lunghe immersioni con decompressione espongano i subacquei USN ad un rischio maggiore, di quello causato dagli stress termici (temperatura) delle brevi immersioni in acqua calda senza decompressione. In particolare, i minori rischi dei sub di Scapa Flow si pensa siano dovuti all'ampio uso di mute stagne che controbilanciano la perdita di calore come uno stress termico.

Un importante risultato del DSL sono i dati Doppler raccolti dai sub che fanno immersioni ricreative ad aria con 1/2 soste profonde per 2-3 min dopo esposizioni senza decompressione. Bennett e Marroni hanno cronometrato i minimi Doppler (conteggio delle bolle) nei subacquei che effettuavano 1/2 soste profonde dopo esposizioni vicine ai vecchi NDL dell'USN per diverse profondità. Analisi parallele che utilizzano i profili dalla banca dati del LANL mostrano una minimizzazione del rischio negli stessi intervalli di tempo per le 1/2 soste profonde all'interno dei modelli a bolle, ma non nei modelli di sovrasaturazione. Si veda la Tabella 2. Il rischio di sovrasaturazione cresce monotonicamente con il tempo di sosta profonda. Sebbene relativamente piccolo, il rischio di bolle raggiunge una minima da qualche parte nelle 1/2 soste profonde di 2-3 min, seguendo le immersioni fino ai vecchi NDL con aria dell'USN. Questo rappresenta una simbiosi utile tra le BD del DSL e quelle del LANL.

**Tabella 2. Doppler e minimizzazione del rischio bolle**

| **Profondità/tempo** | | **Rischio bolle** | | | | **Rischio sovrasaturazione** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(fsw/min)** | **(m/min)** | | | | | | | |
| | | *no stop* | *1 min* | *2.5 min* | *4 min* | *1 min* | *2.5 min* | *4 min* |
| 80/40 | 24,4/40 | 0.0210 | 0.0193 | 0.0190 | 0.0191 | 0.0212 | 0.0218 | 0.0226 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 90/30 | 27,4/30 | 0.0210 | 0.0187 | 0.0183 | 0.0184 | 0.0213 | 0.0220 | 0.0229 |
| 100/25 | 30,5/25 | 0.0210 | 0.0174 | 0.0171 | 0.0172 | 0.0215 | 0.0223 | 0.0234 |
| 110/20 | 33,5/20 | 0.0220 | 0.0165 | 0.0161 | 0.0162 | 0.0224 | 0.0232 | 0.0241 |
| 120/15 | 36,6/15 | 0.0200 | 0.0150 | 0.0146 | 0.0147 | 0.0210 | 0.0220 | 0.0238 |
| 130/10 | 39,6/10 | 0.0170 | 0 .0129 | 0.0125 | 0.0126 | 0.0178 | 0.0191 | 0.0213 |

In tutti i casi, il rischio di sovrasaturazione è maggiore rispetto al rischio di bolle, ma entrambi sono relativamente bassi. Ciò non sorprende dal momento che gli NDL dell'USN sono stati impiegati in modo sicuro e con successo, con o senza soste profonde di sicurezza, per molti anni. Detto questo, tuttavia, i punti Doppler sono naturalmente una preoccupazione moderna per tutti i subacquei e molti probabilmente preferirebbero programmi di esercizi subacquei che minimizzassero i calcoli di Doppler.

**Banca Dati del LANL**

Circa 2.879 profili sono presenti oggi nella Banca Dati del LANL. Ci sono 20 casi di MDD nel file contenente i dati. Il tasso di incidenza sottostante della MDD è p = 20/2879 = 0.0069, inferiore ma vicino all' 1%. I profili registrati oscillanno dai 150 fsw (45.7 m) sott'acqua agli 840 fsw (256 m), con una maggioranza al di sopra dei 350 fsw (106.7 m). Tutti i dati sono inseriti dagli Autori, il che vuol dire che le informazioni relative ai subacquei, i profili e i risultati vengono filtrate.

Un resoconto riassuntivo dei casi di MDD (delle sindromi da decompressione) si compone delle seguenti informazioni:

1. Profili inversi in immersioni profonde CA con nitrox – 5 casi (3 MDD I, 2 MDD II)
2. Immersioni profonde CA con nitrox – 3 casi (2 MDD I, 1 MDD II)
3. Profili inversi in immersioni profonde CA con trimix – 2 casi (1 MDD II, 1 MDD III)
4. Immersioni profonde CA con trimix– 2 casi (1 MDD I, 1 MDD III)
5. Immersioni profonde CA con heliox – 2 casi (2 MDD II)
6. Immersioni profonde RB con trimix – 2 casi (1 MDD I, 1 MDD III)
7. Immersioni profonde RB con heliox – 2 casi (1 MDD I, 1 MDD II).

La MDD I è la sindrome da decompressione che coinvolge gli arti, la MDD II interessa il sistema nervoso centrale (SNC), e la MDD III manifesta disturbi all'orecchio interno (che si verificano soprattutto con miscele d'elio). Sia la MDD II che la MDD III sono malattie piuttosto gravi, mentre la MDD I è meno traumatica. Le immersioni profonde con nitrox spaziano oltre i 150 fsw (45.7 m), le immersioni profonde con il trimix vanno oltre i 200 fsw (61 m), e quelle con l'heliox oltre i 250 fsw (76.2 m), giusto per fare una categorizzazione approssimativa. L'abbreviazione CA sta per circuito aperto, mentre RB per rebreather. I profili inversi sono una sequenza di immersioni in cui l'ultima immersione è più profonda della precedente. Il nitrox è una miscela d'azoto arricchita con ossigeno (con aria), il trimix è una miscela di respirazione con ossigeno, elio e azoto, e l'heliox è una miscela di respirazione contenente elio e ossigeno.

Nessuno dei casi con trimix o heliox ha implicato misture arricchite con ossigeno nei circuiti aperti, e i casi con RB non hanno coinvolto pressioni parziali di ossigeno elevate, oltre 1.4 atm. I passaggi da un gas all'altro, da azoto-a-elio (da pesante a leggero) si sono verificati in 4 casi, violando i protocolli contemporanei dell'ICD (controdiffusione isobarica). La controdiffusione isobarica si ha quando due gas inerti (solitamente azoto ed elio) si muovono in direzioni di marcia opposte nei tessuti e nel sangue. Se sommate, le tensioni totali dei gas pressioni parziali) possono far aumentare la sovrasaturazione e la probabilità di formazione delle bolle.

Nessun esempio ha rivelato una tossicità dell'ossigeno su tutto il corpo o sul SNC (sistema nervoso centrale). I 20 casi si sono presentati dopo il fatto, ovvero dopo il trattamento di soccorso in camera iperbarica successivo al distress. I profili provengono sia da subacquei allenati che da test su settori più ampi, riportati a noi da subacquei che utilizzano le tabelle di decompressione delle lavagnette da polso, supportate da computer. La maggior parte dei profili ci arriva direttamente come download del computer, e noi lo traduciamo nel formato richiesto. Quasi l'88% delle voci della Banca Dati del LANL proviene da download di computer.

I dati sono a granularità piuttosto grossa e rendono difficile una statistica compatta. Il tasso di incidenza in tutto il sistema è minimo, sull'ordine dell'1% e inferiore. Una granularità fine per quanto riguarda le profondità non è significativa per ora, quindi dividiamo i dati in categorie di gas (nitrox, heliox, trimix), come nello schema precedente. La tabella 3 mostra la suddivisione.

| **Miscela** | **Totale profili** | **Casi di MDD** | **Incidenza** |
|---|---|---|---|
| OC nitrox | 344 | 8 | 0.0232 |
| RB nitrox | 550 | 2 | 0.0017 |
| all nitrox | 894 | 10 | 0.0112 |
| OC trimix | 656 | 4 | 0.0061 |
| RB trimix | 754 | 2 | 0.0027 |
| all trimix | 1410 | 6 | 0.0042 |
| OC heliox | 116 | 2 | 0.0172 |
| RB heliox | 459 | 2 | 0.0044 |
| all heliox | 575 | 4 | 0.0070 |
| **totale** | **2879** | **20** | **0.0069** |

Il tasso di MDD con il nitrox è più alto, ma non significativo dal punto di vista statistico in questa serie (rada). L'ultima voce sono tutte le miscele, viste precedentemente. Nella serie ci sono 35 marginali, il che vuol dire che la MDD non era stata diagnosticata, ma il subacqueo era risalito in superficie sentendosi male. In casi del genere, molti non considerano l'immersione come un caso di MDD.

È interessante, inoltre, dividere i profili con gas misto in fasi di 100 fsw (30.5 m), anche se non facciamo statistiche dipendenti dalla profondità su questi profili. Ovviamente 500 fsw (152.4 m) sarà il limite statistico per il gruppo di dati. Per questa ragione limitiamo le applicazioni dell'algoritmo del LANL a 540 fsw (164.6 m).

**Tabella 4. Sintesi gas-profondità nei profili**

| | da 100 a 199 fsw (da 30 a 60 m) | da 200 a 299 fsw (da 61 a 90 m) | da 300 a 399 fsw (da 90 a 120 m) | da 400 a 499 fsw (da 121 a 150 m) | da 500 a 599 fsw (da 151 a 180 m) | 600+ fsw (181+ m) | totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OC nitrox | 268 | 76 | | | | | 344 |
| RB nitrox | 213 | 246 | 91 | | | | 550 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OC trimix | 10 | 388 | 226 | 26 | 4 | 2 | 656 |
| RB trimix | 22 | 358 | 226 | 108 | | | 754 |
| OC heliox | | 42 | 49 | 25 | | | 116 |
| RB heliox | 12 | 195 | 143 | 107 | 2 | | 459 |
| **totale** | **525** | **1305** | **775** | **266** | **6** | **2** | **2879** |

Il riassunto dei casi corrispondenti di MDD per la Tabella 4 è dato dalla Tabella 5.

**Tabella 5. Sintesi MDD per gas-profondità**

| | **da 100 a 199 fsw (da 30 a 60 m)** | **da 200 a 299 fsw (da 61 a 90 m)** | **da 300 a 399 fsw (da 90 a 120 m)** | **da 400 a 499 fsw (da 121 a 150 m)** | **da 500 a 599 fsw (da 151 a 180 m)** | **600+ fsw (181+ m)** | **totale** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OC nitrox | 5 | 3 | | | | | 8 |
| RB nitrox | | | | | | | 2 |
| OC trimix | | | | | | | 4 |
| RB trimix | | | | | | | 2 |
| OC heliox | | | | | | | 2 |
| RB heliox | | | | | | | 2 |
| **totale** | **5** | **6** | **5** | **3** | | **1** | **20** |

I profili sono dati da immersioni tecniche scelte in modo selettivo, da immersioni estreme, con decompressione, con campo d'azione esteso e, soprattutto, con gas misto. I profili ricreativi non sono stati inseriti, a meno che non abbiano implicato esposizioni estreme con nitrox o aria (molte immersioni ripetitive, oltre i 150 fsw (45.7 m), esposizioni all'altitudine, ecc.). Questo tasso basso rende l'analisi statistica complessa. Noi ci serviamo di un approccio globale per definire il rischio dopo aver adattato il modello ai dati, usando la verosimiglianza massima. La verosimiglianza massima si collega direttamente alla struttura a probabilità binomiale dell'incidenza di MDD nei subacquei e negli aviatori. Alcune osservazioni saranno probabilmente sufficienti a delineare il complesso processo matematico applicato al modello e ai dati, in ciò che viene chiamata massima verosimiglianza. Questo metodo è ampiamente usato per i dati delle immersioni.

**Come Analizziamo i Dati nelle Banche Dati di Profili?**

Per analizzare il rischio, si deve utilizzare uno stimatore di rischio e adattarlo ai dati. Due sono molto noti: le funzioni di sovrasaturazione e quelle del rischio di crescita bolle. Sono spiegate nel dettaglio in Diving Physics With Bubble Mechanics And Decompression Theory In Depth, per esempio. Possono essere sintetizzate in termini profani come segue:

1. stimatore di rischio (tasso) di sovrasaturazione – utilizza come una misura di rischio la differenza tra la tensione totale del gas inerte e la pressione ambientale diviso la pressione ambientale;
2. stimatore di rischio (tasso) di bolle – utilizza come una misura di rischio il tasso di crescita delle bolle diviso il volume iniziale delle bolle stimolato dalla compressione-decompressione.

Le espressioni matematiche e i parametri arbitrari qui contenuti vengono poi adattati ai dati nel metodo della massima verosimiglianza: una funzione di probabilità di tutti i profili e i risultati dei subacquei presenti nella BD viene calcolata in parametri e spazi di risultato nel miglior modo possibile. Sono indispensabili computer molto veloci e software matematici sofisticati per adeguare i parametri ai risultati. Qui alla LANL, i computer più grandi e veloci nella modalità di elaborazione parallela accelerano il lavoro del processo di adattamento.

In molti studi, la funzione del rischio di sovrasaturazione non si correla bene con i dati della sosta profonda, mentre la funzione di rischio di bolle si adatta sia ai dati della sosta profonda che a quelli della sosta poco profonda. La funzione di rischio bolle di cui ci serviamo deriva dal modello a bolle (RGBM) della LANL, essendo stata molto utile dal punto di vista della sicurezza in molto settori delle immersioni e in diverse applicazioni. Ma non è difficile notare che molti modelli a bolle moderni, in linea di massima, suggerivano quasi le stesse cose, paragonati ai modelli a gas.

**Cosa Abbiamo Appreso dalle Banche Dati di Profili?**
Questo articolo potrebbe andare avanti per pagine e pagine, ma come alimento aggiuntivo per la riflessione, consideriamo un numero di spigolature delle Banche Dati:

**Project Dive Exploration e Diving Safety Laboratory**
Le analisi a banda larga dei dati del PDE e del DSL mostrano delle caratteristiche interessanti:

1. i modelli non rivelano sempre i loro punti (dati) di calibrazione;
2. le tecniche probabilistiche unite ai modelli reali sono mezzi utili per la stima del rischio di un subacqueo;
3. le condizioni delle immersioni (stress ambientali) possono influenzare in modo significativo il rischio;
4. l'indice di massa corporea (IMC) spesso viene collegato al rischio di MDD, soprattutto nei subacquei più anziani e sovrappeso;
5. i fattori umani come l'età, il sesso e il livello di certificazione influenzano la probabilità di morbilità e mortalità nelle immersioni;
6. le cause principali di morbilità e mortalità nelle immersioni sono gli annegamenti, i quasi annegamenti, il barotrauma durante la risalita e la MDD;
7. solo il 2% dei subacquei ricreativi utilizza tabelle per la pianificazione delle immersioni, il resto si affida ai computer subacquei;
8. le immersioni con nitrox stanno esplodendo nel settore ricreativo.

**Banca Dati del LANL**
L'analisi dei profili della Banca Dati del LANL che contrappone le soste del modello a gas dissolto a quelle del modello a bolle e relativa metrica, indica in generale che:

1. i dati sulle soste profonde sono intrinsecamente differenti dai dati raccolti in passato per la convalida delle immersioni: i dati precedenti si basavano essenzialmente sulle soste poco profonde dei subacquei, un bias possibile nella pianificazione dell'immersione;
2. i dati delle soste profonde e quelli delle soste poco profonde producono le stesse previsioni di rischio nelle immersioni nominali, poco profonde e senza soste perchè i modelli a bolle e a gas dissolto convergono nel limite di una separazione delle fasi molto piccola;
3. se i dati delle soste poco profonde sono utilizzati soltanto nelle analisi, le previsioni di rischio di gas dissolto saranno generalmente più alte rispetto a quelle calcolate con i dati delle soste profonde;

4. O2 puro o EAN80 sono i gas normalmente scambiati nelle immersioni con CA nel raggio di 20 fsw (6 m).
5. le soste profonde sono tipiche delle immersioni con gas misto e i picchi di MDD sono inesistenti;
6. in profondità i cambiamenti da miscele di azoto a miscele di elio sono evitati dai subacquei tecnici. Si aumenta, invece, la quantità di ossigeno diminuendo la quantità d'elio;
7. i computer subacquei per le soste profonde servono soprattutto come supporto o salvataggio perché contengono software con tabelle e piani di immersioni selezionabili durante le immersioni con soste profonde;
8. i picchi di MDD nelle immersioni con gas misto, con decompressione e soste profonde sono inesistenti se si utilizzano tabelle per le soste profonde, misuratori e software;
9. i tassi di incidenza dell'MDD sono maggiori nelle immersioni tecniche rispetto a quelle ricreative, ma ancora di piccola entità;
10. l'utilizzo dell'RB sta aumentando nei settori delle immersioni;
11. i computer subacquei da polso hanno chip veloci che permettono la risoluzione perfetta perfino dei modelli a bolle più estesi;
12. i dati delle immersioni tecniche sono più importanti per correlare modelli e dati;
13. i subacquei tecnici non utilizzano aria, in particolare aria profonda, con trimix e heliox, scelti per le escursioni profonde;
14. le tabelle per le soste profonde, i software e i misuratori godono di una vasta e sicura utilità tra i subacquei professionisti;
15. le immersioni tecniche stanno facendo passi da gigante, e i loro dati sono accessibili grazie a computer e cronometri di fondo;

**Ringraziamenti**

Dick Vann, Petar Denoble, Peter Bennett, e Alessandro Marroni hanno fornito una grande quantità di informazioni sul PDE e il DSL, e vogliamo ringraziarli di cuore per il loro contributo e sostegno. Li ringraziamo anche per aver messo la prima banca dati di profili online. Un ringraziamento speciale va ai Membri del Team e al Laboratorio Nazionale di Los Alamos. Le incredibili risorse di calcolo del LANL velocizzano l'elaborazione di problemi difficili. Un ulteriore ringraziamento è per le Agenzie di Addestramento (NAUI, ANDI, GUE, IDF, FDF), i Distributori di Strumenti di Misurazione (Suunto, Mares, Dacor, HydroSpace, Atomic Aquatics, UTC, Plexus, Zeagle, Steam Machines), gli Approvvigionatori di Software (GAP, ABYSS, HydroSpace) per aver fornito statistiche e dati sui regimi di addestramento dell'RGBM, sulle tabelle e l'implementazione dei misuratori.