

BANCOS DE DATOS DE PERFILES

¿Qué son los bancos de datos de perfiles?

Los bancos de datos de perfiles son amplias colecciones de perfiles de buceo con condiciones y resultados. Para validar tablas, aparatos de medición y software con cualquier modelo informático, es necesario vincular los perfiles y los resultados a parámetros de modelos con rigor estadístico (de ajuste). La información del resultado de los perfiles se denomina en la actualidad Banco de datos (BD), y hay un par de ellos que merece la pena considerar.

Probablemente, los demás se desarrollarán de manera similar. Su importancia crece rápidamente en sectores técnicos y recreativos, no sólo por la información que contienen, sino también por su aplicación al análisis de riesgos en el buceo y a la puesta a punto de modelos.

Un BD muy conocido es la colección PDE (Project Dive Exploration, Proyecto de exploración del buceo) de DAN. La colección PDE se ha centrado hasta ahora en el buceo recreativo con aire y nitrox, pero se está ampliando al buceo técnico, con mezclas de gases y descompresión. En los ordenadores de PDE residen aproximadamente 87.000 perfiles, con unos 97 casos de enfermedad descompresiva (ED) entre el buceo recreativo con aire y con nitrox. El PDE se puso en marcha en 1995, bajo la dirección de Dick Vann y Petar Denoble.

DAN Europe, con Alessandro Marroni al frente, unió sus fuerzas a las de DAN USA en la década del 2000 para ampliar el PDE. Su trabajo en Europa se conoce como DSL (Dive Safe Lab, Laboratorio de seguridad en el buceo). El DSL tiene aproximadamente 50.000 perfiles, con 8 casos de ED. Para simplificar, vamos a considerar el PDE y el DSL como si fueran un único BD, dado lo fácil que resulta intercambiar información entre sus equipos. En conjunto, PDE y DSL albergan más de 137.000 perfiles, con 105 casos de ED. La tasa de incidencia es de, aproximadamente, un 0,0008. Se trata de una enorme e importante colección.

Otro BD más reciente, centrado en el buceo técnico, con mezclas de gases y descompresión, es el banco de datos del Laboratorio Nacional de Los Alamos (BD LANL). Contiene unos 2.900 perfiles, con 20 casos de ED. Los autores son los principales responsables de la puesta en marcha del BD LANL a principios de la década del 2000. Gran parte del BD LANL se apoya en datos extraídos de las operaciones del Equipo de buceo de C&C a lo largo de los últimos 20 años, aproximadamente. En el BD LANL, la tasa de incidencia real es de un 0,0069, unas 10 veces mayor que en el PDE. Se trata de un dato que cabía esperar, dado que el BD LANL alberga perfiles con mezclas de gases y descompresión, una actividad de buceo probablemente más arriesgada y menos conocida.

En ambos casos, la recogida de datos es un trabajo continuo, y la información de los perfiles puede limitarse a su forma más sencilla, dado que la mayor parte procede de descargas de ordenadores de buceo en los que la información se etiqueta a intervalos variables de tiempo (de 3 a 5 segundos) y, a continuación, se procesa en un formato más manejable para futuros análisis estadísticos:

1. Mezcla de fondo/ppO₂ , profundidad y tiempo;
2. Velocidades de ascenso y descenso;
3. Mezclas de etapa y descompresión/ppO₂ , profundidades y tiempos;
4. Intervalos en superficie;
5. Tiempo hasta poder volar;
6. Edad, peso, sexo y problemas de salud del buceador;
7. Resultado calificado de 1 a 5, por orden de malo a bueno;
8. Factores ambientales (temperatura, corriente, visibilidad, equipo).

Los datos que recogen los diferentes BD varían, pero los que acabamos de mencionar cubren la mayor parte de ellos.

¿Por qué son importantes los bancos de datos de perfiles?

Las etapas son un asunto importante en el buceo. Las profundidades, los tiempos de exposición, las mezclas y cambios de gases, las velocidades de ascenso y descenso, los sistemas de circuito abierto (CA) y de recirculación o reciclaje (RC), y las paradas someras o profundas son sólo algunas de las muchas decisiones a las que se enfrentan los buceadores. Dentro de ellas, existe una infinidad de posibilidades para devolver a un buceador de manera segura a la superficie.

La cuestión de los datos de buceo cobra entonces importancia. Muchos piensan que para relacionar entre sí modelos y datos se necesita un espectro de actividades de buceo, cuantas más mejor, y no sólo pruebas clínicas planificadas, pero dispersas. Aunque no cabe duda de que las pruebas controladas de perfiles únicos son importantes, suele ser difícil extrapolar resultados a todos los demás casos, debido a la multiplicidad de situaciones posibles para diferentes profundidades, mezclas de gases, velocidades de ascenso, etapas en diferentes niveles y combinaciones de todos estos factores. En otras palabras, las pruebas aisladas son difíciles de relacionar entre sí y, en consecuencia, es preferible un espectro lo más amplio posible de resultados de perfil. Además, es probable que no haya dinero ni tiempo suficientes para probar todos los perfiles necesarios de mezclas de gases y descompresión que son de interés para todos los sectores del buceo. En esa misma línea, los bancos de datos se centran en el buceo operativo, y no en las pruebas clínicas.

Otro motivo de preocupación son los datos sobre paradas profundas en el buceo con CA y RC. El paradigma de parada a poca profundidad de Haldane ha persistido durante casi un siglo, y la mayoría de los datos recogidos a lo largo de los años reflejan las etapas de parada a poca profundidad como el punto de interés para las pruebas y la planificación del buceo. Aunque es posible demostrar que se puede bucear con paradas profundas y con paradas someras dentro de los mismos niveles de riesgo relativos, el buceo con paradas profundas hace un uso más eficaz del tiempo que el buceo con paradas someras. Para llenar el hueco en los datos sobre paradas profundas, los bancos de datos deben implicarse en la recogida de resultados de perfil para modelos de parada profunda (de burbujas), para la correlación de los modelos de burbujas tanto con datos de paradas profundas como de paradas someras.

Hay que recordar que los modelos de burbujas requieren en general etapas de descompresión más profundas que los modelos de gases disueltos (de Haldane), y se asimilan a los modelos de gases disueltos en el límite en el que la excitación y el crecimiento de las burbujas son mínimos o inexistentes. La tarea real consiste en correlacionar los datos de descompresión de paradas profundas, puesto que se ha demostrado que los modelos de burbujas recuperan las etapas de parada somera como opción infalible. No obstante, para ser justos con Haldane, tenemos que observar que probó las paradas profundas hace 100 años pero, por diversas razones, nunca se incorporaron en sus primeras tablas, ni en las tablas posteriores de gases disueltos de otros autores.

¿Qué hay en los bancos de datos de perfiles?

Ambos BD almacenan importante información sobre buceo, como se resume a continuación. Los puntos específicos de entrada de perfiles van de lo recreativo a lo técnico, de CA a RC, del aire a las mezclas de gases, y del buceo a poca profundidad al buceo profundo. El territorio es muy extenso. El PDE y el DSL están centrados en el buceo sin descompresión, mientras que el BD LANL se centra en el buceo con mezclas de gases, CA y RC, profundo y con descompresión. Por supuesto, hay áreas que se solapan.

Project Dive Exploration y Dive Safety Laboratory

El PDE y el DSL albergan más de 137.000 perfiles con 105 casos de ED. La tasa de incidencia subyacente es de aproximadamente $p = 105/137.000 = 0,0008$, muy por debajo del 1%. Ambos recopilan datos sobre inmersiones, condiciones y resultados para evaluar los factores de riesgo y de ED. Un interesante estudio comparó el riesgo entre 3 grupos de buceo: buceadores en aguas cálidas, buceadores en aguas frías y buceadores en cámara de la USN (armada estadounidense) (cámara húmeda). Los resultados se muestran en la Tabla 1. El principal propósito de incluir inmersiones en cámara de la USN es la calibración del modelo con datos de las 3 clases. Los buceadores de la USN también se sumergieron y realizaron esfuerzos.

Tabla 1. Muestra de población en tres grupos

Grupo de buceo	Inmersiones	Casos de ED	Incidencia
Aguas cálidas	51497	8	0.0002
Aguas frías	6527	18	0.0028
Cámara USN	2252	70	0.0311

La tasa máxima de incidencia total se da entre los buceadores en cámara de la USN, y la mínima entre los buceadores de aguas cálidas. No obstante, hay más información en esta muestra de clase 3, como muestra el análisis estadístico detallado. Aunque los riesgos de bucear en cámara de la USN son absoluta y relativamente superiores, un análisis más preciso de los riesgos en aguas frías frente a los riesgos en Scapa Flow (exclusivamente) demuestra que en Scapa Flow los riesgos son también inherentemente menores en comparación con los riesgos en otras aguas frías. Scapa Flow se encuentra en la costa norte de Escocia, en las Islas Orcadas, y es un cementerio histórico con pecios que datan hasta de la época de los vikingos. Durante la Primera y la Segunda Guerra Mundial, Scapa Flow fue base de la Royal Navy. Es razonable especular que las largas inmersiones con descompresión sometieron a los buceadores a un riesgo mayor, debido al estrés térmico (temperatura), que las inmersiones cortas, sin descompresión, en aguas cálidas. En particular, se cree que el menor nivel de riesgo para los buceadores de Scapa Flow es el resultado del uso generalizado de trajes secos para combatir la pérdida de calor como consecuencia del estrés térmico.

Un importante subproducto de la colección de DSL son los datos Doppler recogidos de buceadores recreativos con aire que realizan paradas a media profundidad durante 2 a 3 minutos sin haber estado expuestos a descompresión. Bennett y Marroni registraron valores Doppler (recuentos de burbujas) mínimos en buceadores que realizaban paradas a media profundidad después de haber estado a punto de haberse expuesto a los antiguos límites de no descompresión (LND) de la armada estadounidense a varias profundidades. Análisis paralelos con perfiles del BD LANL muestran una minimización del riesgo en los mismos intervalos de tiempo para las paradas a media profundidad dentro de los modelos de burbujas, pero no de los modelos de sobresaturación. Esto se muestra en la Tabla 2. El riesgo de sobresaturación aumenta monótonicamente con el tiempo de parada profunda. Aunque relativamente pequeño, el riesgo de burbujas alcanza un mínimo en algún punto de la parada de 2 a 3 minutos a media profundidad después de inmersiones que llegan hasta los antiguos LND de la USN. Esto representa una útil simbiosis entre los BD del DSL y del LANL.

Tabla 2. Minimización del riesgo de burbujas y Doppler

Profundidad/tiempo		Riesgo de burbujas				Riesgo de sobresaturación		
(fsw/min)	(m/min)							
		<i>Sin parada</i>	<i>1 min</i>	<i>2.5 min</i>	<i>4 min</i>	<i>1 min</i>	<i>2.5 min</i>	<i>4 min</i>
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

En todos los casos, el riesgo de sobresaturación es superior al riesgo de burbujas, pero todos son relativamente pequeños. Esto no resulta sorprendente, dado que los LND de la USN se han utilizado de forma segura y con éxito, tanto con paradas de seguridad profundas como sin ellas, durante muchos años. Dicho esto, no obstante, los valores Doppler son ciertamente una preocupación en la actualidad para todos los buceadores, y la mayoría preferirían bucear bajo regímenes que minimizaran los recuentos Doppler.

Banco de datos del LANL

Actualmente, el BD LANL contiene unos 2.879 perfiles. Hay 20 casos de ED en el archivo de datos. La tasa de incidencia de ED subyacente es de $p = 20/2879 = 0,0069$, inferior pero cercana al 1%. Los perfiles almacenados van de 150 fsw (45,7 m) de profundidad hasta 840 fsw (256 m), si bien la mayoría está por encima de 350 fsw (106,7 m). Todas las entradas de datos las realizan los autores; es decir, se filtran los buceadores, los perfiles y los resultados.

Lo siguiente es un resumen de los casos de ED:

1. Perfiles invertidos de nitrox en profundidad con CA: 5 casos (3 de ED I, 2 de ED II)
2. Nitrox en profundidad con CA: 3 casos (2 de ED I, 1 de ED II)
3. Perfiles invertidos de trimix en profundidad con CA: 2 casos (1 de ED II, 1 de ED III)
4. Trimix en profundidad con CA: 2 casos (1 de ED I, 1 de ED III)
5. Heliox en profundidad con CA: 2 casos (2 de ED II)
6. Nitrox en profundidad con RC: 2 casos (1 de ED I, 1 de ED II)
7. Trimix en profundidad con RC: 2 casos (1 de ED I, 1 de ED III)
8. Heliox en profundidad con RC: 2 casos (1 de ED I, 1 de ED II)

Por ED I se entiende la que afecta a las extremidades; la ED II afecta al sistema nervioso central (SNC); y la ED III afecta al oído interno (y se produce principalmente con mezclas de helio). La ED II y la ED III son afecciones muy graves, mientras que la ED I es menos traumática. Nitrox en profundidad significa una profundidad máxima superior a los 150 fsw (45,7 m); trimix en profundidad se refiere a una profundidad máxima superior a 200 fsw (61 m); y heliox en profundidad supone una profundidad máxima superior a 250 fsw (76,2 m), aproximadamente. La abreviatura CA significa circuito abierto, mientras que RC denota un aparato de recirculación o reciclaje de aire. Los perfiles invertidos son cualquier secuencia de inmersiones en las que la inmersión en curso sea más profunda que la inmersión anterior.

El nitrox es una mezcla de nitrógeno enriquecida con oxígeno (incluido el aire); trimix denota una mezcla para la respiración compuesta por nitrógeno, helio y oxígeno; y heliox es una mezcla para la respiración de helio y oxígeno. En ninguno de los casos de trimix ni heliox se utilizaron mezclas enriquecidas en CA, y los casos de RC no implicaron presiones parciales de oxígeno elevadas por encima de 1,4 atm. En 4 casos se produjeron cambios de gas de nitrógeno a helio (pesado a ligero), lo que incumple los protocolos actuales de CI (contradifusión isobárica). Por contradifusión isobárica se entiende que dos gases inertes (habitualmente, nitrógeno y helio) se mueven en direcciones opuestas en los tejidos y en la sangre. Al sumar las tensiones totales de los gases (las presiones parciales) puede aumentar la sobresaturación y la probabilidad de formación de burbujas.

En ninguno de los casos se observó toxicidad por oxígeno generalizada en todo el organismo ni en el SNC (sistema nervioso central). Los 20 casos llegan tras el suceso, es decir, enfermedad del buceador con tratamiento en cámara hiperbárica tras la enfermedad. Los perfiles proceden de buceadores veteranos, así como de pruebas de campo más amplias de las que se nos ha informado, en las que participaron buceadores con tablas de descompresión fijadas en la muñeca y ordenadores de apoyo. La mayoría de los perfiles nos llegaron directamente como descargas de ordenador, que traducimos al formato necesario. Aproximadamente el 88% de las entradas del BD LANL proceden de descargas de ordenador.

Los datos son de una granulación relativamente gruesa, lo que hace difícil elaborar estadísticas compactas. La tasa de incidencia en todo el conjunto es pequeña, del orden del 1% o menor. La granulación fina en profundidades no es aún significativa, así que desglosamos los datos por categorías de gases (nitrox, heliox, trimix), como en la tabla anterior. La Tabla 3 indica el desglose.

Tabla 3. Resumen de perfiles por gas-ED

Mezcla	Perfiles totales	Casos de ED	Incidencia
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
total	2879	20	0.0069

La tasa de incidencia de ED con nitrox es superior, pero no es estadísticamente significativa en este (pequeño) conjunto. La última entrada son todas las mezclas vistas previamente. En el conjunto anterior hay 35 casos límite, es decir, no se diagnóstico ED pero el buceador llegó a la superficie sintiéndose mal. En tales casos, muchos no consideran la inmersión como un caso de ED.

También es interesante desglosar los perfiles de mezcla de gases en incrementos de 100 fsw (30,5 m), aunque no hacemos estadísticas dependientes de la profundidad sobre estos perfiles. Es evidente que 500 fsw (152,4 m), aproximadamente, es el límite estadístico para el conjunto de datos. Éste es el motivo por el que limitamos la aplicación del algoritmo del LANL a 540 fsw (164,6 m).

Tabla 4. Resumen de perfiles por gas-profundidad

	100 a 199 fsw (30 a 60 m)	100 a 199 fsw (30 a 60 m)	300 a 399 fsw (90 a 120 m)	400 a 499 fsw (121 a 150 m)	500 a 599 fsw (151 a 180 m)	>600 fsw (>181m)	total
Nitrox en CA	268	76					344
Nitrox en RC	213	246	91				550
Trimix en CA	10	388	226	26	4	2	656
Trimix en RC	22	358	226	108			754
Heliox en CA		42	49	25			116
Heliox en RC	12	195	143	107	2		459
total	525	1305	775	266	6	2	2879

El resumen de casos de ED correspondiente a la Tabla 4 se da en la Tabla 5.

Tabla 5. Resumen de ED por gas-profundidad

	100 a 199 fsw (30 a 60 m)	200 a 299 fsw (61 a 90 m)	300 a 399 fsw (90 a 120 m)	400 a 499 fsw (121 a 150 m)	500 a 599 fsw (151 a 180 m)	>600 fsw (>181m)	total
Nitrox en CA	5	3					8
Nitrox en RC							2
Trimix en CA							4
Trimix en RC							2
Heliox en CA							2
Heliox en RC							2
total	5	6	5	3		1	20

Los perfiles proceden de una selección de buceo técnico, esencialmente mezclas de gases, buceo profundo, descompresión y buceo extremo. No se incluyen perfiles del grupo de buceo recreativo, a menos que impliquen exposiciones extremas con aire o nitrox (muchas inmersiones sucesivas, profundidad superior a 150 fsw (45,7 m), exposición la altitud, etc.). Esta baja tasa dificulta el análisis estadístico, y utilizamos un enfoque global para definir el riesgo, una vez ajustado el modelo a los datos utilizando máxima probabilidad. Dicho ajuste de máxima probabilidad está directamente vinculado a la estructura de

probabilidad binomial de la incidencia de la ED en buceadores y aviadores. Es de esperar que unos pocos comentarios basten para resumir el complejo proceso matemático aplicado al modelo y a los datos en los que se denomina ajuste de máxima probabilidad. Este enfoque se utiliza ampliamente con los datos de buceo.

¿Cómo analizamos los datos de los bancos de datos de perfiles?

Para analizar riesgos, debe utilizarse un sistema de cálculo de riesgos que debe ajustarse a los datos. Hay dos muy populares: las funciones de riesgo de crecimiento de burbujas y de sobresaturación. Se explican con detalle en *Diving Physics With Bubble Mechanics And Decompression Theory In Depth*, por ejemplo. Pueden resumirse en términos sencillos de la manera siguiente:

1. Sistema de cálculo de riesgo (proporción) de sobresaturación: utiliza como medida del riesgo la diferencia entre la tensión total del gas inerte y la presión ambiental, dividida entre la presión ambiental;
2. Sistema de cálculo de riesgo (proporción) de burbujas: utiliza como medida del riesgo la tasa de crecimiento de burbujas dividida entre el volumen inicial de burbujas excitadas por la compresión-descompresión. Las expresiones matemáticas, y los parámetros arbitrarios que contienen, se ajustan entonces a los datos en el proceso de máxima probabilidad, es decir, se hace coincidir de la mejor manera posible los parámetros y el espacio de resultados de una función de probabilidad de todos los perfiles de inmersión y todos los resultados del BD. Para la vinculación de los parámetros a los resultados se utilizan ordenadores de muy alta velocidad y sofisticado software matemático. Aquí en el LANL, los superordenadores mayores y más rápidos del mundo, funcionando en modo paralelo, acortan el proceso de ajuste.

En muchos estudios, la función de riesgo de sobresaturación no correlaciona bien los datos de paradas profundas, mientras que la función de riesgo de burbujas resulta adecuada tanto para los datos de paradas profundas como de paradas someras. La función de riesgo de burbujas que empleamos se deriva, por supuesto, del modelo de burbujas del LANL (RGBM), que se ha utilizado de manera segura en muchos sectores del buceo y en diversas aplicaciones. No obstante, no es arriesgado decir que muchos modelos de burbujas modernos sugerirían básicamente lo mismo, en general, en comparación con los modelos de gas disuelto.

¿Qué hemos aprendido de los bancos de datos de perfiles?

Este artículo podría continuar durante páginas y páginas pero, para tener algo en qué pensar, considere algunos de los resultados obtenidos por los BD:

Project Dive Exploration y Dive Safe Lab

El análisis de banda ancha de los datos del PDE y el SDL muestra varios hechos interesantes:

1. Los modelos no siempre pueden extrapolarse fuera de sus puntos (datos) de calibración;
2. Las técnicas probabilísticas vinculadas a modelos reales son vehículos útiles para el cálculo del riesgo para el buceador;
3. Las condiciones de buceo (estrés ambiental) pueden afectar significativamente al riesgo;
4. El índice de masa corporal (IMC) suele correlacionarse con el riesgo de ED, en particular para los buceadores de más edad y con sobrepeso;
5. Características de las personas tales como la edad, el sexo y el nivel de certificación afectan a la probabilidad de padecer enfermedades o de sufrir un accidente mortal en el buceo;
6. Las principales causas de morbilidad y mortalidad en el buceo son el ahogamiento, el cuasiahogamiento, el barotraumatismo durante el ascenso y la ED;

7. Sólo el 2% de los buceadores recreativos utilizan tablas para planificar las inmersiones; el resto utiliza ordenadores de buceo;
8. El buceo con nitrox se está expandiendo en el sector recreativo.

Banco de datos del LANL

El análisis de perfiles del BD LANL de etapas de gas disuelto frente a etapas de burbujas y parámetros relacionados sugiere, en general, lo siguiente:

1. Los datos de paradas profundas son intrínsecamente diferentes de los datos recogidos en el pasado para la validación del buceo, dado que los datos anteriores se basaban principalmente en etapas de buceo con paradas someras, un posible sesgo en la planificación de las inmersiones;
2. Los datos de paradas profundas y los de paradas someras producen los mismos resultados en el cálculo del riesgo para el buceo nominal, poco profundo y sin paradas, porque los modelos de burbujas y los de gas disuelto convergen en el límite de una separación de fases muy pequeña;
3. Si sólo se emplean datos de paradas someras en los análisis, los valores del cálculo de riesgo de gas disuelto serán normalmente más altos que los que se calculan con datos de paradas profundas;
4. El O₂ puro o el EAN80 son gases de cambio de CA estándar en la zona de 20 fsw (6 m);
5. Las paradas profundas son un estándar en el buceo con mezclas de gases, y los picos de ED son inexistentes;
6. Los buceadores técnicos evitan los cambios profundos a mezclas de nitrógeno desde mezclas de helio; en su lugar, se aumenta la fracción de oxígeno reduciendo la fracción de helio;
7. Los ordenadores de buceo de paradas profundas sirven principalmente como sistema de apoyo o rescate, siendo las tablas y el software de planificación de inmersiones la opción preferida para el buceo con paradas profundas;
8. Los picos de ED en el buceo con mezclas de gases, descompresión y paradas profundas son inexistentes si se utilizan tablas, aparatos de medición y software para paradas profundas;
9. Las tasas de incidencia de ED son superiores para el buceo técnico frente al buceo recreativo, pero continúan siendo pequeñas;
10. El uso de RC está aumentando en diferentes sectores del buceo;
11. Los ordenadores de buceo de muñeca poseen velocidades de chip que permiten la máxima resolución, incluso para los modelos de burbujas más amplios;
12. Los datos del buceo técnico son de importancia capital para la correlación de modelos y datos;
13. Los buceadores técnicos no bucean con aire, especialmente en profundidad, siendo trimix y heliox las opciones preferidas para las excursiones profundas;
14. Las tablas, el software y los aparatos de medición para paradas profundas se utilizan ampliamente y de manera segura entre los buceadores profesionales;
15. El buceo técnico está creciendo a pasos agigantados, así como los datos correspondientes procedentes de ordenadores y cronómetros de fondo.

Agradecimientos

Dick Vann, Petar Denoble, Peter Bennett y Alessandro Marroni nos proporcionaron mucha información sobre el PDE y el DSL, y les agradecemos sinceramente su colaboración y su ayuda. También queremos agradecerles que pusieran en marcha el primer banco de datos de perfiles a través de internet. Un agradecimiento especial a los miembros del equipo y al Laboratorio Nacional de Los Alamos. Las increíbles instalaciones de cálculo del LANL facilitaron la resolución de difíciles problemas. Gracias, además, a las agencias de formación (NAUI, ANDI, GUE, IDF, FDF), a los proveedores de aparatos de medición (Suunto,

Mares, Dacor, HydroSpace, Atomic Aquatics, UTC, Plexus, Zeagle, Steam Machines) y a los suministradores de software (GAP, ABYSS, HydroSpace) por proporcionarnos datos y estadísticas de usuarios sobre los regímenes de entrenamiento de RGBM, tablas y ejecuciones en aparatos de medición.