SNSI®
scubasnsi.com

ADVANCED OPEN WATER DIVER

SPANISH - ESPAÑOL

SNSIREC RECREATIONAL
scubasnsi.com

SNSI
scubasnsi.com

¡Te llevamos donde quieras ir!

SNSI Advanced Open Water Diver – Spanish

Copyright © Octubre 2020 - Rev.00 Octubre 2020

Publicado por:
SNSI - Evolution Training LLC
www.scubasnsi.com
info@scubasnsi.com

Texto: SNSI

Diseño Gráfico: Alessio Dallai

Traducción y Adaptación al Español: Claudia Pastorino

PDF Interactivo

Este ícono indica un link.
Haz click en él para activarlo

www.scubasnsi.com

Este texto es una parte integral de un sistema educativo propiedad de SNSI. Ningún componente del sistema educativo puede reproducirse o transmitirse por ningún medio electrónico o mecánico, incluido el cine, la radio, la televisión y la fotografía, sin la autorización por escrito de SNSI.

Marca registrada.
Prohibida su reproducción, incluso parcial.

Importante:
El material didáctico por sí solo no constituye un curso SNSI Advanced Open Water Diver completo. Para realizar inmersiones como buceador avanzado es absolutamente necesario realizar un curso completo bajo la guía de un Instructor SNSI y ser evaluado como apto para recibir la certificación SNSI Advanced Open Water Diver.

CAPÍTULO 1:
LA INMERSIÓN, LA FLOTABILIDAD Y EL TRIM

01. INTRODUCCIÓN 7
02. FACTORES QUE AFECTAN LA FLOTABILIDAD 9
03. EL AGUA ES LA CAUSA DE TODO 13
04. EL EQUIPAMIENTO 15
05. LA VISUALIZACIÓN 20
06. EL RUIDO BAJO EL AGUA 20
07. PENSANDO EN LA FLOTABILIDAD 22
08. LA FLOTABILIDAD IDEAL 24
09. LA FLOTABILIDAD NEUTRA 25
10. LOS MOVIMIENTOS 26
11. LA FLOTABILIDAD EN LAS DISTINTAS FASES DE UNA INMERSIÓN 30
12. LA FLOTABILIDAD COMO RESPONSABILIDAD PARA LA PROTECCIÓN DE LA VIDA SUBMARINA 32
13. TÉCNICAS AVANZADAS 35
14. CONCLUSIÓN 36

CAPÍTULO 2:
LA NAVEGACIÓN

01. INTRODUCCIÓN 39
02. ORIENTARSE 40
03. MAGNETISMO 42
04. LOS INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN SUBACUÁTICA 43
05. LA DECLINACIÓN Y LA DESVIACIÓN 45
06. EL USO DE LA BRÚJULA 46
07. CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS 47
08. RELEVAR Y ENCONTRAR UN PUNTO DE BUCEO 48
09. LA NAVEGACIÓN NATURAL 49
10. COMBINAR NAVEGACIÓN NATURAL Y NAVEGACIÓN CON BRÚJULA 53
11. CONCLUSIÓN 54

CAPÍTULO 3:
LA INMERSIÓN NOCTURNA

01. INTRODUCCIÓN 57
02. BUCEO NOCTURNO, DÓNDE? 58
03. LA VISIÓN SUBMARINA 59
04. CÓMO ESTÁ COMPUESTO EL OJO 60
05. EL EQUIPO PARA LA INMERSIÓN NOCTURNA 61
06. LA ORIENTACIÓN NOCTURNA 68
07. VISIÓN EN LA OSCURIDAD 69
08. REALIZANDO LA INMERSIÓN NOCTURNA 70
09. LA VISIBILIDAD LIMITADA 76
10. BUCEAR CON VISIBILIDAD LIMITADA 78
11. CONCLUSIÓN 80

CAPÍTULO 4:
LA INMERSIÓN PROFUNDA

01. INTRODUCCIÓN 83
02. CUÁNDO ES PROFUNDA LA INMERSIÓN? 84
03. LA FÍSICA Y EL BUCEO 86
04. LA PRESIÓN 86
05. DENSIDAD 88
06. LOS GASES Y SUS LEYES 89
07. DALTON 91
08. LA RESPIRACIÓN Y LOS INTERCAMBIOS GASEOSOS 92
09. CUANDO EL AIRE RESPIRADO ESTÁ CONTAMINADO 100
10. HENRY 101
11. NARCOSIS DE NITRÓGENO 103
12. HIPEROXIA 104
13. EFECTOS DE LA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN 104
14. CONSUMO DE AIRE 108
15. CÓMO CUANTIFICAR EL CONSUMO DE AIRE 114
16. FORMA FÍSICA 116
17. LA COMPUTADORA/ORDENADOR Y LA INMERSIÓN 118
18. LA COMPUTADORA DESPUÉS DE LA INMERSIÓN 126
19. IR A LAS MONTAÑAS DESPUÉS DE BUCEAR 129
20. VOLAR DESPUÉS DE LA INMERSIÓN 129
21. REALIZAR LA INMERSIÓN PROFUNDA 130
22. CONCLUSIÓN 136

CAPÍTULO 5:
EL BUCEO DESDE EMBARCACIÓN Y EN CORRIENTE

01. INTRODUCCIÓN 139
02. LA MAREA 140
03. LAS CORRIENTES 142
04. BUCEO DESDE LA EMBARCACIÓN 144
05. DECIDES CÓMO BUCEAR DESDE EL BARCO 147
06. CONCLUSIÓN 149

DiveUpYourLife
www.scubasnsi.com

PROGRAMA DEL CURSO

EL CURSO SNSI ADVANCED OPEN WATER DIVER SE COMPONE DE:

- 6 Lecciones de Teoría.
- 6 Inmersiones en Aguas Abiertas.

LAS LECCIONES DE TEORÍA TRATARÁN LOS SIGUIENTES TEMAS:

- Lección de Teoría Nro.1: La Inmersión, la Flotabilidad y el Trim (Capítulo Nro.1).
- Lección de Teoría Nro.2: La Navegación (Capítulo Nro.2).
- Lección de Teoría Nro.3: La Inmersión Nocturna (Capítulo Nro.3).
- Lección de Teoría Nro.4: La Inmersión Profunda (Capítulo Nro.4).
- Lección de Teoría Nro.5: La Inmersión desde el barco y con Corriente (Capítulo Nro.5).
- Lección de Teoría Nro.6: Examen Final.

LAS INMERSIONES EN AGUAS ABIERTAS:

- Inmersión Nro.1: Especialidad Master Buoyancy & Trim Diver.
- Inmersión Nro.2: Especialidad Navigation Diver.
- Inmersión Nro.3: Repaso y perfeccionamiento de la especialidades anteriores.
- Inmersión Nro.4: Especialidad Night Diver.
- Inmersión Nro.5: Especialidad Deep Diver.
- Inmersión Nro.6: Especialidad Boat & Drift Diver.

Todos los Vídeos de los Ejercicios
de las Especialidades de este curso
están en nuestro Canal YouTube SNSI:
https://www.youtube.com/user/SNSIchannel

YouTube

PREFACIO

El curso concluido con la obtención de la certificación ***SNSI Open Water Diver*** que fue fundamental para aprender las técnicas básicas que te permiten bucear de forma independiente. El hecho de que el método de enseñanza incluya el buceo recreativo en pareja con un 'buddy', un acompañante, no significa que esta autonomía sea limitada, al contrario: de esta manera la independencia del buceador desde tierra firme o desde la embarcación de apoyo nunca se ve afectada en la seguridad, lo que lo hace más agradable y relajante una inmersión.

Aprender a divertirse bajo el agua no solo significa saber montar el equipo, planificar y gestionar la inmersión con tu pareja: también significa ser consciente de tus habilidades, utilizarlas al máximo para disfrutar de cada momento de tu vida submarina.

Para lograrlo, se debe sumar la formación a la formación básica recibida en el curso de primer nivel.

El curso ***SNSI Advanced Open Water Diver*** tiene como objetivo desarrollar aquellas habilidades que te convertirán en un buceador avanzado: enseñándote las técnicas necesarias para lograr un perfecto control de la flotabilidad, adquirir la habilidad de navegar bajo el agua tanto con el uso de instrumentos como sin ellos, asimilar las técnicas necesarias para gestionar una inmersión definida como "profunda" (hasta una profundidad de 39 metros/130 pies), aprender a bucear en corrientes y en áreas donde la visibilidad es limitada; descubrir las maravillas de la inmersión "nocturna" en la pálida luz de la luna en lugar de la luz del sol.

El desarrollo de todas estas técnicas te convertirá en un buceador verdaderamente "avanzado", capaz de conocer las múltiples situaciones de buceo y adaptarse a ellas pero, sobre todo, el método de enseñanza ***SNSI Advanced Open Water Diver*** te permitirá "acortar el tiempo. ", Adquirir con un curso de pocos días experiencias que, sí, se podrían hacer de forma independiente, pero con decenas y decenas de inmersiones, a través de prueba y error. Con el riesgo de que, pasando por este ciclo de experiencias, alguna resulte tan mal que te induzca a alejarte de una maravillosa actividad recreativa realizada por muy poco tiempo para poder pretender conocerla a fondo.

Si eres un buceador que ya ha realizado entre 30 y 50 inmersiones, este curso te ayudará a eliminar los "malos hábitos" adquiridos durante inmersiones anteriores y te dará "conciencia" bajo la guía de un Instructor SNSI.

Buena diversión y... ***Dive Up Your Life***!

SNSIREC RECREATIONAL
scubasnsi.com

SNSITEK TECHNICAL
scubasnsi.com

-12m -40ft			-51m -170ft
-18m -60ft			-60m -200ft
-30m -100ft			-72m -235ft
-39m -130ft			-90m -295ft
-45m -150ft			NO Limits

¡Te llevamos, donde quieras ir!

www.scubasnsi.com

CAPÍTULO 1:

LA INMERSIÓN, LA FLOTABILIDAD Y EL TRIM

01. INTRODUCCIÓN

Dicen que los humanos tenemos memoria desde lo más profundo de nuestra mente, de una sensación prenatal, de cuando durante nueve meses, antes de nacer, flotábamos ingrávidos en el líquido amniótico que lleva el útero de nuestra madre. Dicen que esta es una de las motivaciones inconscientes que empujan al ser humano a convertirse en buceador. En términos técnicos se llama flotabilidad neutra: una sensación verdaderamente memorable, la de la primera vez que permaneciste suspendido bajo el agua sin moverte, sostenido solo por la masa líquida, sin nadar ni agitar las manos, demasiado pesado para salir, demasiado ligero para hundirte. Es como controlar las fuerzas de la naturaleza, como ser un astronauta flotando ingrávido en el espacio. No es casualidad que hombres destinados a poner un pie en la superficie de otros planetas, o al menos a dejar la estación espacial para trabajar en el vacío, se entrenen para hacerlo en piscinas enormes y muy profundas, no en vano los estadounidenses llaman outerspace, espacio exterior y cósmico o innerspace, espacio interior, al "espacio" submarino. Con una clara referencia a las implicaciones psicológicas de las respectivas exploraciones espaciales: fuera de la atmósfera o inmersas en la hidrosfera.

La flotabilidad neutra es una de las tres condiciones que pueden ocurrir bajo el agua. Para descender debes ser negativo, para ascender debes ser positivo, para no ser empujado hacia arriba o hacia abajo debes ser neutral.

Es obvio y suena fácil. En la práctica, los buceadores novatos a menudo se ven tambaleándose y luchando enérgicamente en un intento por estabilizarse y lograr una flotabilidad neutra: aletean constantemente para evitar hundirse y continúan inflando y desinflando el chaleco (BCD). Con el siguiente resultado: son los primeros en quedarse sin fuerzas y sin aire.

La flotabilidad neutra y una posición hidrodinámica correcta, sin embargo, realzan la belleza, el encanto, el disfrute del buceo: ser hidrodinámico significa encontrar menos resistencia al movimiento atravesando el agua y usando menos energía para avanzar, por lo tanto, el cilindro/tanque durará más; además, estar neutral es lo mismo que estar relajado y tranquilo, y eso también significa menos consumo de aire.

En cuanto a un nadador, la posición correcta es la que lo hace lo más hidrodinámico posible, la que produce la menor fricción con el agua.

Por lo tanto, ciertamente vale la pena aprender a conducirse bajo el agua para alcanzar este estado de ligereza que tanto se asemeja a la dicha. Además, una flotabilidad incorrecta puede implicar dos peligros: uno para el buceador inexperto y otro para el medio ambiente. En realidad el buceador demasiado ligero (sublastrado) corre constantemente el riesgo de volver a la superficie de forma inesperada, no importa si es en un tramo de mar y en un momento de intenso tráfico de barcos, vela o motor, porque no solo las palas de una hélice, sino también una quilla pueden partir fácilmente el cráneo de la víctima golpeada por ellas. El buceador demasiado lastrado (sobrelastrado) termina inevitablemente por matar a las innumerables criaturas sésiles, vegetales y animales que viven adheridas al sustrato, abalanzándose sobre ellas, aplastándolas con su cuerpo o con el tanque, golpeándolas con las aletas o con las manos que agita en busca de estabilizar la flotabilidad; cuanto más se agita más precaria se vuelve su flotabilidad. La principal motivación para bucear, la nuestra y la de quienes vendrán después, es el propio entorno submarino y el placer de observar cómo vive este jardín bajo un cielo de agua, en un clima templado o tropical, no hace ninguna diferencia la temperatura.

Los buceadores que hayan aprendido los ejercicios del curso de primer nivel mientras se arrodillaban en el fondo, primero en la piscina, y luego en aguas abiertas, necesitarán más tiempo para comprender completamente el concepto de "gestión de la flotabilidad". En ausencia de un entrenamiento formal, realizan entre 30

y 50 inmersiones después del entrenamiento básico. Y esto significa que, durante este período, el buceador tendrá que dedicar en gran medida el tiempo de buceo a aumentar la confianza con el equipo, las técnicas básicas y con el entorno, a expensas de la diversión, que es el propósito del buceo recreativo.

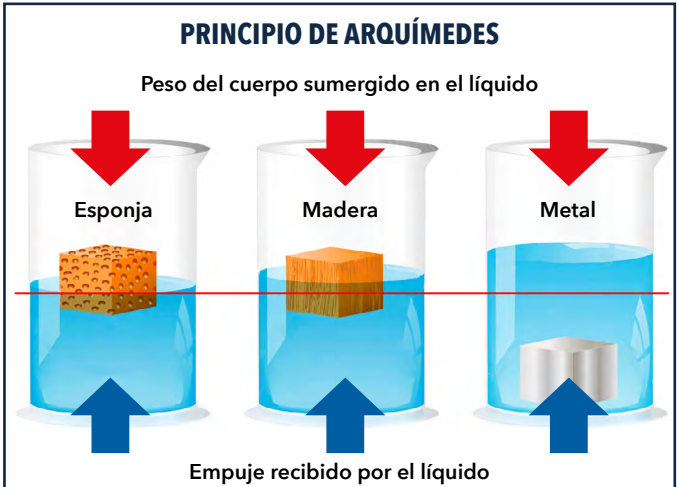
Los buzos ***SNSI Open Water Divers*** que han aprendido a bucear con la ayuda de la SNSI Buoyancy Bar ya entienden el concepto de control de flotabilidad, simplemente tienen que perfeccionarlo y completarlo a través de la experiencia en la práctica.

En este capítulo encontrarás información importante para adquirir un conocimiento completo del concepto de flotabilidad, así como la descripción de los ejercicios a realizar para aprender las técnicas necesarias y lograr de inmediato un control óptimo de tu posición en el agua.

02. FACTORES QUE AFECTAN LA FLOTABILIDAD

La razón por la que el hierro se hunde pero un barco de hierro flota nos ha sido aclarada desde la escuela secundaria, cuando se nos explicó el "Principio" desarrollado por el erudito siracusano Arquímedes en el siglo III A.C.: "*un cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del líquido desplazado*".

Se dice que este genio de la antigüedad clásica había adivinado la respuesta a la pregunta que desde hacía tiempo se formulaba, un día cuando estaba sumergido en el agua de una bañera, y que se había puesto de pie de un salto y había echado a correr, desnudo, por las calles de la ciudad gritando "¡Eureka! ¡Eureka! ¡Lo descubrí! ¡Lo encontré!"



En la figura, tres materiales diferentes con diferentes densidades. Un sólido menos denso que el fluido en el que está sumergido se sumergirá hasta tal punto que el peso del sólido sea igual al peso del fluido desplazado.

Del ***Principio de Arquímedes*** se deduce que un cuerpo sumergido, al mover una cantidad de agua cuyo peso es mayor que el del cuerpo mismo, tiene una ***flotabilidad positiva***, es decir, flota.

Cuando el peso del agua desplazada es igual al peso del cuerpo sumergido, éste tiene una ***flotabilidad neutra***, mientras que si el peso del agua desplazada es

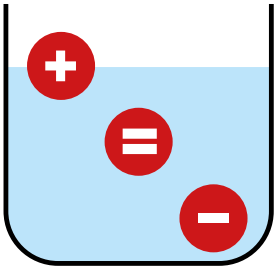
EFECTOS DEL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Un cuerpo sumergido en un líquido puede tener una flotabilidad:

(+) ***Positivo*** *cuando flota.*

(–) ***Negativo*** *cuando se hunde.*

(=) ***Neutro*** *cuando se queda en posición en la que se encuentra.*



menor que el peso del cuerpo sumergido, tendrá una ***flotabilidad negativa***.

La fuerza de empuje de un líquido depende de su ***densidad***, es decir, su peso por unidad de volumen. Por ejemplo, el agua dulce tiene una densidad de 1 kg por decímetro cúbico / 62.4 libras por pie cúbico (aproximadamente 1 litro / 0,26 galones); mientras que el agua de mar es más pesada: de hecho tiene una densidad de 1,026 kg por decímetro cúbico / 64 libras por pie cúbico (casi un 3% más): una diferencia evidente en términos de flotabilidad al pasar de la piscina al mar y viceversa.

Tomemos un ejemplo para comprender cuánto afecta esta diferencia al lastre que usamos. Al bucear, un buceador adulto de complexión media moverá unos 80 litros / 21 galones de agua y recibirá una flotabilidad de unos 80 kg / 176 lbs en agua dulce y unos 82 kg / 181 lbs en agua salada. Cuando el buceador pase de la piscina al mar, deberá entonces añadir al menos 2 kg / 5 lbs de lastre para poder descender.

La flotabilidad varía no solo de agua dulce a agua salada, sino también de un mar a otro, en relación con la salinidad de cada mar. Un ejemplo llamativo lo da el Mar Muerto donde la fuerte evaporación no se compensa con lluvias o afluentes: por lo tanto, la concentración de sal es muy alta y el peso específico del agua es el más alto del mundo. Hasta el punto de que las personas que se bañan en él (los efectos son prodigiosos para determinadas afecciones de la piel como algunas dermatosis y psoriasis) flotan sentadas confortablemente, con los pies fuera del agua y las manos cruzadas en la nuca, como en un sillón.

El Principio de Arquímedes, por lo tanto, explica la razón por la que debemos usar lastre para bucear.

El cuerpo humano sumergido en agua es más o menos neutral; cuando llevas equipo de buceo (excluyendo lastre) te vuelves positivo, porque con el traje y el chaleco aumenta el tamaño corporal, pero el peso del cuerpo equipado totalmente, no aumenta el peso suficiente para contrarrestar y superar el empuje positivo dado por el agua. Incluso el peso del cilindro bien cargado no es suficiente para hundirnos. De hecho, el cilindro, cada vez más ligero a medida que se consume el aire que contiene, planteará en sí mismo un problema adicional cuando la inmersión esté a punto de terminar. Por lo tanto, es necesario llevar el peso necesario para volverse neutral. Cuando comienzas a descender entran en juego otras leyes físicas que influyen en la flotabilidad del buceador: y esta es la razón por la que llevamos esa herramienta que, como era de esperarse, se llama

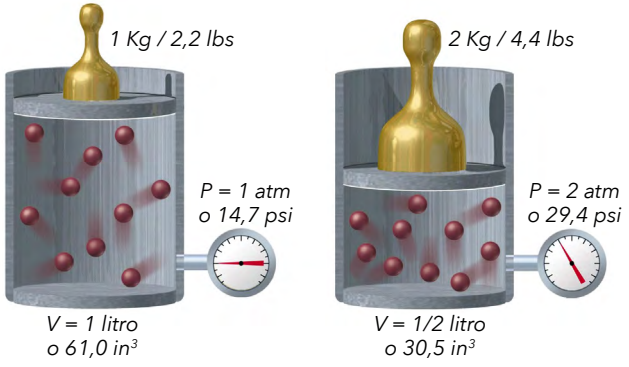
Chaleco Compensador de la Flotabilidad (BCD del Ingles Buoyancy Control Device) y que permite al buzo gestionar su posición en el agua.

Todo buceador se da cuenta de que cuando controla el peso correcto (determina la cantidad de lastre correcta) tiene una flotabilidad casi neutral en la superficie. Luego, a medida que alcanza mayores profundidades, se vuelve cada vez más negativo: esto se debe a los efectos de la ***Ley de Boyle*** sobre el equipo. Las celdas de aire del neopreno del que está fabricado el traje, y el aire, aunque poco, que queda dentro del chaleco, se comprimen por el aumento progresivo de la presión, provocando una disminución del volumen total del buceador equipado que, por tanto, tenderá a hundirse.

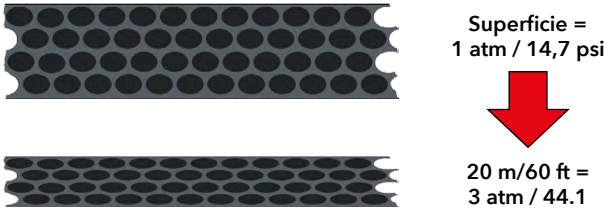
Por tanto, es necesario, mediante la introducción de aire en el BCD, contrarrestar la reducción de volumen provocada por el aumento de presión.

LEY DE BOYLE

A medida que aumenta la presión, el volumen disminuye.



EFECTOS DE LA LEY DE BOYLE



El dibujo de arriba muestra cómo el material del que están hechos los trajes húmedos (neopreno) reacciona a variaciones de profundidad: siendo un material que contiene celdas de aire se comprime más y más a medida que aumenta la presión.

Además de las leyes físicas, las acciones realizadas por el buceador, voluntaria o involuntariamente, inducen las variaciones de la flotabilidad: no solo es entonces inflar y desinflar el BCD, sino también los movimientos más ligeros, y los actos inspiratorios y espiratorios, que hacen que los pulmones funcionen como vejigas natatorias.

Desde el comienzo de la era submarina, el hombre ha intentado imitar a los peces, intentando comprender sus movimientos para luego aplicarlos a las técnicas de buceo. Cuando no se contaba con el BCD, el buceador solo podía confiar en sus propios pulmones para pequeños cambios de profundidad: inhalaba y contenía la respiración para ascender sin usar aletas, exhalaba para hundirse.

Si observas atentamente a un pez, aunque sea pequeño, intentando analizar sus movimientos, te darás cuenta de que los mismos son precisos y reducidos a lo esencial, siempre concentrados y dirigidos al tipo de movimiento que el animal quiere realizar.

Por otro lado, al observar a un buceador mientras bucea, notaremos inmediatamente cuántos movimientos de más realiza por cada simple movimiento que desea llevar a cabo. Esto significa que el buceador generalmente se mueve demasiado.

Sin embargo, tanto los buzos como los peces están equipados con herramientas similares: una vejiga natatoria y aletas propulsoras en el caso de los peces, pulmones y aletas propulsoras en el caso de los buzos. La diferencia radica fundamentalmente en cómo los dos sujetos interactúan con el entorno circundante: el agua.

Alcanzar un nivel de acuaticidad comparable al de los peces es francamente algo impensado: el hombre es un extraño en el planeta líquido hecho para ser habitado por criaturas que pertenecen a ese Planeta, un nadador desnudo es mucho más hidrodinámico que un buceador de cuyo cuerpo sobresalen los relieves de la máscara, el regulador, el chaleco y el cilindro. Sin embargo, tratar de imitar a los peces lo mejor posible es un paso importante para acercarnos al concepto ideal de movimiento en el agua. Debemos aprender a percibir hasta la más mínima variación en el aire que, expandiéndose o comprimiéndose, cambia nuestra flotabilidad. Los buceadores ciegos son los que aprovechan al máximo la variación del volumen de aire en los pulmones porque, debido a su deficiencia visual, desarrollan habilidades más agudas en otros sentidos.

El agua es de 700 a 800 veces más densa que el aire, y es fácil comprender cómo cada movimiento es más difícil y agotador para un animal terrestre como el hombre. La solución al problema de avanzar en un entorno líquido está en el deslizamiento, es decir, en utilizar, en la medida de lo posible, el empuje aplicado en cada movimiento. También se le puede llamar impulso, pero el concepto básico no cambia: el objetivo es poder aprovechar al máximo cada movimiento de propulsión para aplicar siempre la cantidad justa de fuerza que re-

USO DEL BCD

Cuando el buceador se sumerge y la presión aumenta, su flotabilidad se vuelve cada vez más negativa. El BCD te permite compensar la flotabilidad introduciendo gradualmente un poco de aire en el mismo y así aumentar el volumen.

Photo © Alessio Dallai

quiere el movimiento que se desea obtener. Los peces pueden practicar esta regla no solo porque usan su fuerza correctamente, sino también porque tienen una flotabilidad perfecta. Es decir, utilizan sus movimientos solo para moverse y no para mantenerse neutrales, lo que hacen muchos buceadores. Algo parecido les ocurre a los buceadores parapléjicos, quienes, al no poder utilizar las piernas y las aletas, tienen que utilizar los brazos para avanzar bajo el agua y, por tanto, necesitan encontrar -con su BCD y pulmones- una posición "ideal". Por tanto, podemos concluir que los factores que afectan la flotabilidad del buceador están relacionados con la combinación de las diferentes leyes físicas a las que se ve sometido el buceador durante la inmersión, más los movimientos que él mismo realiza.

03. EL AGUA ES LA CAUSA DE TODO

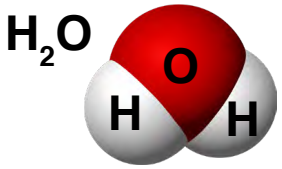
El agua es el elemento sin el cual no es posible ninguna forma de vida, tanto animal como vegetal. No solo en la Tierra, sino en todos los cuerpos celestes del universo.

Pero, ¿qué es el agua? Es un compuesto químico muy simple, cuya fórmula es probablemente la única conocida por todos: H_2O. Por tanto, cada molécula de agua está formada por 2 átomos de hidrógeno (cuyo símbolo químico es H) y un átomo de oxígeno (O). La forma en que los átomos que componen el agua están "vinculados" entre sí es particular. Debido a las considerables diferencias de tamaño entre el átomo de oxígeno y el átomo de hidrógeno, sucede que el átomo

de oxígeno atrae los electrones hacia sí mismo dándole a la molécula de agua una característica "muy especial", la de ser una molécula polar, es decir con un lado positivo y otro negativo. Sin entrar en conceptos químicos complicados, es fácil entender que el átomo de hidrógeno de una molécula de agua, que tiene carga positiva, atrae el átomo de oxígeno de una molécula de agua cercana. Por tanto, se crea un enlace entre las moléculas, llamado "***Enlace de Hidrógeno***", mucho más débil que el que une los átomos de una molécula, por lo que este enlace es, por así decirlo, "flotante": se rompe y se reforma fácilmente. Esto es lo que le da al agua características y propiedades físicas únicas, y sigue siendo el enlace de hidrógeno el que ejerce una gran influencia sobre los organismos que habitan el agua.

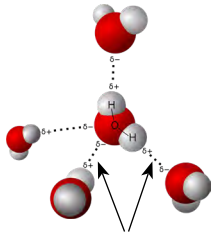
El enlace de hidrógeno, de hecho, determina la viscosidad del agua y, de ésta depende la capacidad de movimiento de las criaturas que la habitan. La temperatura es el factor que más incide en la formación de enlaces de hidrógeno, hasta el punto de que una disminución de 20°C/68°F duplica su viscosidad: por ejemplo, en agua fría el plancton gasta

MOLÉCULA DE AGUA



Dos átomos de hidrógeno que se unen al oxígeno formando un ángulo de 105 ° aprox.

ENLACE DE HIDRÓGENO



Enlace de Hidrógeno

TENSIÓN SUPERFICIAL

poca energía para no hundirse, mientras que los organismos que se mueven nadando luchan mucho más para moverse en agua fría que en agua cálida.

Además, la naturaleza polar del agua hace que se forme una especie de "película" en su superficie, tan consistente que puede soportar objetos del tamaño de un insecto. Este fenómeno se llama "***Tensión Superficial***" y el agua tiene la tensión superficial más alta entre los líquidos más comunes, siempre proporcional, sin embargo, a la temperatura: cuanto más fría está el agua, más fuerte es la película. Esto es muy importante porque es dentro de la "película" donde viven bacterias, protozoos, huevos de peces e incluso algunas medusas, el primer eslabón de la gigantesca cadena de la que proceden la mayoría de las proteínas alimentarias del planeta.

Debemos distinguir y no confundir ***viscosidad*** con ***densidad***: la primera define el grado de fricción existente dentro de un líquido, la segunda define la masa por unidad de volumen de un elemento. Sin embargo, la densidad es muy importante para determinar las características de la vida marina: los grandes cetáceos tienen estructuras óseas relativamente

ligeras, en comparación con las de los animales terrestres, y las plantas no necesitan troncos y raíces grandes como sus parientes terrestres. Es gracias a la densidad del agua que animales como las ballenas pueden nadar con tanta gracia en el mar, mientras que en tierra serían aplastados por su propio peso, y que las algas como el kelp puedan alcanzar hasta 40m/130ft de longitud sin tener la estructura y el sistema radicular robustos de un árbol: flotan en el agua gracias a numerosas células especializadas llenas de aire que funcionan como flotadores. La densidad del agua también depende de la temperatura: cuanto más se enfría el líquido y más se juntan las moléculas, el movimiento molecular se ralentiza y se forman un mayor número de enlaces de hidrógeno.

La densidad máxima se alcanza con agua destilada a una temperatura de 4°C/40°F, para la cual un litro pesa exactamente un kilogramo. Por debajo de esta temperatura, las moléculas de agua cristalizan distanciándose, provocando así un aumento de volumen. Es por ello que el hielo flota en el agua y que se rompe una botella llena de líquido, tapada y colocada en el congelador de un refrigerador. Si este no fuera el caso (es decir, si el agua en estado sólido fuera más densa que el agua en estado líquido), el hielo recién formado se hundiría y se formaría nuevo hielo en la superficie, de modo que la mayor parte del agua de la Tierra formaría una masa de hielo permanente.

04. EL EQUIPAMIENTO

En la gestión de la flotabilidad, el equipamiento juega un papel preponderante. Todo lo que se usa durante el buceo y la forma en que se usa influye directa o indirectamente en el logro de una flotabilidad neutra.

Aprender a optimizar el uso del equipo y conocer todas las posibilidades de uso, hará del buceador un verdadero experto en el manejo de la flotabilidad en la inmersión.

Entonces analicemos el equipo directamente involucrado con las posibles variaciones de la configuración.

SISTEMAS DE LASTRE

Ha pasado mucho tiempo desde que los cinturones se fabricaban a partir de cuero y pesas fundidas en forma doméstica. Hoy existe una oferta más amplia para la elección del sistema de lastre: desde los históricos cinturones en nylon tejido, pasando por los arneses, y los sistemas integrados en el chaleco y, en cuanto a los plomos, el uso de las materias primas clásicas se reduce mayoritariamente a las existencias de los centros de buceo, mientras que por la protección del medio ambiente se prefieren plastificados o bolsas que contengan perdigones de plomo. Todos tienen el mismo propósito: superar el empuje positivo que el buceador recibe del agua.

En el sistema a elegir, cada buceador tiene sus propias ideas, sus propios hábitos y gustos. Pero lo que deben tener en común los diferentes tipos de lastre es la posibilidad de repartir el peso total. Por regla general,

BCD CON SISTEMA DE LASTRE INTEGRADO

Los BCD con sistemas de lastre integrados te permiten eliminar total o parcialmente las pesas del cinturón. Las pesas se colocan en bolsillos especiales, con un sistema de liberación rápida. Recuerda insertar los bolsillos solo antes de la inmersión y quitarlos tan pronto como salgan para aligerar la unidad SCUBA y hacerla fácilmente transportable "en seco".

se tiende a no colocar pesos en la línea de los riñones, debajo del tanque, para evitar dolores lumbares y equilibrar el peso del propio tanque, o se suele colocar un par de kilos de plomo justo en la correa que sujeta el tanque al cuerpo del BCD.

Un sistema correcto de lastre prevé la distribución de los pesos en igual medida en la cintura y la posibilidad de un desenganche rápido, hasta el punto de que el cinturón debe llevarse, por convención, con la apertura de izquierda a derecha. También recomendamos el uso del "fija-lastre" para evitar deslizamientos que, en inmersión, provocarían cambios no deseados en el centro de gravedad.

TRAJE HÚMEDO

Con la llegada del neopreno, la actividad subacuática ha experimentado un aumento exponencial. La protección térmica y mecánica del buceador son las razones por las que esta "goma" sintética ha conquistado un lugar de excelencia en todo el mundo. Propuesta en diferentes espesores, sus beneficios se aprecian tanto en mares tropicales, como en templados y desde luego en los fríos.

Hay muchos modelos, pero los tipos más utilizados son: dos piezas, una pieza y semisecos.

La flotabilidad positiva que proporciona en el agua depende en gran medida del grosor del traje de neopreno. Todos los neoprenos deben ser ceñidos pero no apretados, de manera que la poca agua filtrada entre el neopreno y la piel se caliente con el calor corporal del buzo pero sin obstaculizar el movimiento ni su respiración. Es importante prestar atención a las condiciones del traje de neopreno cuando controles el peso, especialmente cuando uses trajes de neopreno de más de 4 milímetros. Cuando usas un traje de neopreno seco para el primer descenso del día, al entrar en el agua el líquido comienza a penetrar en el interior con bastante lentitud, por lo que realizar la "prueba de flotabilidad" con un traje de neopreno aún no completamente impregnado, implica un cambio en la flotabilidad durante la inmersión, ya que el traje se empapa y al mismo tiempo sufre el efecto de la presión hidrostática que lo

TIPOS DE TRAJES HÚMEDOS

Traje Húmedo Monopieza 5 mm

Traje Semiseco 7 mm

comprime, reduce su volumen y por lo tanto disminuye su empuje positivo.

Se debe tener una consideración similar cuando se usa un traje de neopreno nuevo por primera vez. En este caso, el neopreno nunca ha sido sometido a presión hidrostática, las celdas están completamente expandidas y para encontrar la flotabilidad óptima de seguro será necesario sumar algo de lastre. Solo cuando se ha utilizado el mismo traje de neopreno durante algún tiempo se pueden eliminar los kilos/libras de más. Esto se debe a que, con el uso, el neopreno tiende a perder su elasticidad original, las celdas que lo componen se vuelven más pequeñas y, por lo tanto, la presión hidrostática tiene efectos menos sensibles sobre el volumen total de la prenda protectora.

Es por eso que un buceador atento y responsable debe recordar verificar la corrección de su peso al comienzo de cada nueva temporada de buceo.

TRAJE SECO

Este tipo de traje aísla casi por completo al buceador. Los materiales utilizados para la fabricación de esta prenda de protección van desde el caucho al neopreno, desde el trilaminado al poliuretano o, más recientemente, a los materiales compuestos.

La principal diferencia entre el uso de traje seco y el

TIPOS DE TRAJES SECOS

Traje Seco de Neoprene

Traje Seco Trilaminado

de neopreno radica precisamente en la influencia que tiene el primero en la flotabilidad. En SNSI estamos convencidos de que la difusión del traje seco puede hacer que el buceo sea más accesible para un público muy amplio ya que, además de la comodidad de una inmersión "caliente" en todos los mares, este equipo elimina efectivamente la "estacionalidad" de las inmersiones. Sobre todo porque el uso del traje seco es tan sencillo que se ha incluido como opción en el programa ***SNSI Open Water Diver***. Sin embargo, usar el traje seco requiere un mínimo de entrenamiento, precisamente por la influencia que éste, como hemos visto, tiene en la flotabilidad. Aquellos interesados en aprender su correcto uso, y que aún no hayan aprendido sus técnicas durante el curso ***SNSI Open Water Diver***, pueden solicitar al Instructor SNSI recibir una formación específica con el curso ***SNSI Dry Suit Diver***.

CHALECO COMPENSADOR DE LA FLOTABILIDAD

Era el momento en que al SCUBA lo llamaban "*el aparato*"; o "*el bibo*", porque los cilindros eran dos, con una capacidad de 10 litros cada uno, cargados a 150 atmósferas, por lo que contenían 3.000 litros de aire respirable. Los cilindros iban unidos en la base por un doble fondo en goma negra y dura, en la parte superior por una conexión entre los respectivos grifos, "de doble válvula", y portando una palanca que, accionada mediante una varilla deslizante en un surco del fondo, habilita-

SNSI Dry Suit Diver

ba "la apertura de la reserva" para dar rienda suelta a los últimos bares de aire: en definitiva, como el depósito de combustible de una motocicleta. Para variar su flotabilidad, en el buzo de aquella época (todavía a principios de los años 80 del siglo XX), sólo podía confiar en sus propios pulmones: una buena inspiración profunda y subía; una exhalación generosa y bajaba. Como la vejiga natatoria de un pez.

Entonces, tímidamente, comenzaron a aparecer los "*Fenzys*" de fabricación francesa, tomados de los equipos de salvamento que se suministraban a los submarinistas. Se inflaban con la boca o mediante un botellón de aire comprimido de 1 litro colocado horizontalmente a la altura del abdomen del buceador. Más como un salvavidas en realidad.

Los primeros modelos que extraían aire de una manguera conectada a una salida de baja presión de la primera etapa del regulador, también conservaban la forma de "collar". Lentamente, la producción industrial comenzó a despegar en el camino que llevaría al BCD, acrónimo de Bouyancy Control Device, el equivalente español del BC en inglés: Buoyancy Compensator, Chaleco Compensador de la Flotabilidad (aunque usamos las siglas en inglés).

Hoy nadie duda que la invención del BCD fue un evento revolucionario en el buceo moderno. No más "hombres rana", sino turistas del mar; no más destreza física sino solo uso técnico. Fue el BCD el que permitió la verdadera difusión del buceo en el mundo. Un instrumento de tal importancia que se convirtió en obligatorio para todas las agencias internacionales.

A estas alturas ya se sabe todo sobre el BCD, lo que aún se puede hacer es aprender a utilizarlo de la forma más adecuada para aprovechar al máximo sus extraordinarias cualidades.

De hecho, lo que las Agencias de Enseñanza se ha olvidado de hacer con la llegada del BCD es modificar el sistema de entrenamiento explotando las particularidades del equipo. Más bien, se limitaron a "reemplazar" la mochila con el chaleco (BCD) como soporte del tanque, pero continuaron enseñando en los cursos básicos manteniendo a los estudiantes "de rodillas" en el fondo de la piscina, por otro lado esa era la única forma posible antes de la advenimiento del BCD.

SNSI, la primera agencia que en 2019, cambió el sistema de enseñanza de los cursos básicos e introdujo el uso de la ***SNSI Buoyancy Bar*** (una barra simple) que permite al Instructor enseñar "como primera destreza" el uso del BCD y la flotabilidad neutral. Si has realizado un curso ***SNSI Open Water Diver*** con el sistema ***SNSI Buoyancy Bar***, sin duda estás más adelantado en la gestión y control de la flotabilidad que tus compañeros que han asistido a un curso básico con otros métodos de enseñanza.

Hay una infinidad de modelos BCD en el mercado. Las diferencias están en los accesorios, tejidos, sistemas de control de carga y descarga. Recientemente ha habido una gran difusión en el mercado de los modelos

TIPOS DE BCD

BCD Recreativo de Chaleco Tradicional

BCD Recreativo de Volumen Posterior

BCD con control ergonómico para carga/descarga del aire

"all-back" o "back bag", heredados del buceo técnico. Actualmente hay una vuelta al modelo que es un cruce entre el "todo atrás" y el clásico "todo adelante".

Muchos de los BCD modernos tienen la ventaja de estar equipados con un sistema de "lastre integrado", reduciendo o evitando por completo la necesidad de tener lastres en el cinturón que, si están mal colocados o sin tope, terminan pesando en la espalda o desbalanceando al buzo.

05. LA VISUALIZACIÓN

Es una técnica de aprendizaje que consiste en repasar los movimientos que quieres realizar como en un cómic o una secuencia de video, pero imaginándolos: si miras una carrera de esquí puedes observar a los deportistas que se concentran, con los ojos cerrados, ayudándose con los movimientos del cuerpo, recorren mentalmente la ruta en todas sus curvas y dificultades, así lo hacen los paracaidistas deportivos antes de saltar uno a uno y tomarse de la mano durante la caída libre para componer sus figuras en el cielo.

Es lo mismo que debe hacer el buceador antes de intentar un camino o una aproximación: concentrarse y visualizarse mientras realiza los movimientos, para entender de antemano dónde es bueno prestar más atención. En esta fase de preparación es muy importante "pensar" también en tu propia forma de respirar, para así optimizar los efectos en la flotabilidad de la inmersión; una vez que hayas aprendido esta técnica podrás, en poco tiempo, lograr ese control automático y gestionar las variaciones de flotabilidad propias de los buzos experimentados.

Para ello, el ejercicio del "péndulo" puede resultar muy útil (veremos en qué consiste más adelante).

06. EL RUIDO BAJO EL AGUA

El Mundo Silencioso. Así, el comandante Jacques-Yves Cousteau tituló su primer largometraje submarino, realizado a mediados de la década del '50 del Siglo XX. Quizás porque los peces no tienen cuerdas vocales, quizás porque "agua en la boca" es una frase que equivale a "cállate, por favor", la mayoría cree que el mundo submarino es un mundo absolutamente silencioso. En realidad, ocurre lo contrario, incluso aunque

SNSI CCR Diver

los ruidos bajo el agua son siempre tenues. De hecho, el sonido es el efecto sensorial que percibe el órgano auditivo (oído) como consecuencia de un determinado estímulo de carácter físico (ondas acústicas). Éstas no se propagan a través del vacío sino solo a través de la materia, a una velocidad que aumenta con la densidad de esa materia y disminuye con su elasticidad, por lo que en la superficie de un planeta sin atmósfera (por ejemplo la Luna) ningún sonido puede propagarse, mientras que en el aire atmosférico de la tierra la velocidad del sonido es de unos 330 m/seg / 740 mph, en agua dulce es de 1.440 m/seg /3200 mph, en el acero supera los 5.000 m/seg / 11200 mph. En el agua de mar (o más bien en el rango de profundidad que interesa al buceador, hasta los 40m/130ft) la velocidad horizontal y vertical de propagación del sonido es de aproximadamente 1.445m/seg / 3230 mph. Por pura curiosidad mencionemos que aumenta en 3m/seg / 7 mph por cada grado centígrado adicional de temperatura; de 0,81m/seg /2 mph por cada 0,1% de aumento de salinidad; y 0,75m/seg / 1,5 mph por cada atmósfera adicional de presión. Y ahora intenta calcular la velocidad de propagación del sonido emitido por el llamador subacuático de tu Instructor durante la última inmersión... Estamos bromeando con esto último!

En una inmersión, sin embargo, uno suele estar rodeado de "silencio". Los ruidos submarinos tienen una naturaleza diferente a la del "aire", muchas de las percepciones de peces, crustáceos y mamíferos se basan más en ondas de movimiento que en ondas sonoras.

¿Cómo "escuchan" los peces a un depredador que se aproxima y de qué forma hace "ruido" ese depredador? Cada movimiento en el agua produce una presión que se transmite a través del entorno. Los órganos predispuestos para percibir ese cambio de presión, con los que están equipados los peces (la línea lateral), reciben y analizan el mensaje que, si revela un posible peligro, les hace adoptar conductas defensivas como escapar.

Por supuesto, el buceador no es un depredador. Pero sin embargo genera "ruido". La emisión de burbujas, los llamadores subacuáticos (shakers), los movimientos excesivos, las patadas o "aterrizajes" pesados en el fondo: son todos ejemplos del "ruido" de los buceadores que alarman a los habitantes del mar. La necesidad de los buzos de imitar el movimiento de los peces surge no solo del deseo de ahorrar energía y por tanto consumir menos aire, sino también de la posibilidad de incrementar los "encuentros cercanos". Para un buzo, el moverse tranquilamente, sin movimientos bruscos y sobre todo conscientemente de su tamaño, sin duda mejora la técnica del buceo y aumenta la diversión.

07. PENSANDO EN LA FLOTABILIDAD

Tenemos en cuenta que la flotabilidad es un conjunto de técnicas, que deben ser pensadas antes de ser aplicadas. Los párrafos anteriores han anticipado algunos de los comportamientos que permiten lograr una buena flotabilidad. Para mejorar, debes pensar en la flotabilidad de un modo correcto, ten en cuenta que estás operando en el campo técnico.

Pocos piensan en sus propias dimensiones (perfil corporal), es decir en la relación que existe entre la propia masa corporal y el entorno circundante. En la tierra podemos evaluar si podemos pasar por debajo de un obstáculo porque el cerebro conoce el tamaño del cuerpo. En el agua la situación cambia: el tamaño del buceador es mucho mayor tanto en altura (perfil corporal) como en ancho. Pero la gestión de estas nuevas dimensiones no es tan inmediata ni instintiva. Es un poco como montar a caballo. Si pasas por debajo de una rama que sobresale, el animal evalúa si puede pasar por sí mismo, y en esto es infalible. Pero no es capaz (no sería un animal) de calcular el tamaño de su jinete que, si no está atento y no se apresura a esquivar la rama, seguramente le golpeará en la cara y caerá al suelo.

Entonces, ¿cómo puede un buceador acercarse a un organismo marino con la certeza de no dañar el hábitat en el que vive?. Acercarse lo más posible a un objetivo (animal o vegetal), sin afectar el medio ambiente circundante, es uno de los objetivos principales de esta parte de la formación ***SNSI Advanced Open Water Diver***.

El primer paso para lograr este resultado es tener en cuenta las nuevas dimensiones de tu cuerpo pero, sobre todo, empezar a pensar en la flotabilidad no solo como el conseguir un peso neutro, sino como una perfecta integración con el hidroespacio. Hasta que no participaste en este curso ***SNSI Advanced Open Water Diver*** probablemente habías gestionado tu flotabilidad desde un punto de vista completamente frontal, en el sentido de que te has basado solo en la vista, por demás

limitada solo al campo de visión frontal, que permite la máscara. A partir de ahora, es necesario adquirir nuevo nivel de sensibilidad, tomando conciencia de que la gestión de la propia flotabilidad debe tener en cuenta toda la masa del buceador, incluido el equipo. Con el método de visualización y concentración sabrás en todo momento el espacio que ocupas. Probar ejercicios con los ojos cerrados o sin máscara te enseñará a "pensar en la flotabilidad", además de verla.

Al acercarte a una pared sin máscara, por ejemplo, la evaluación de distancias será más difícil, pero con la práctica, refinando las habilidades perceptivas y usando las técnicas de movimiento de la manera correcta, los resultados no fallarán. Con la guía del Instructor SNSI, tu progreso será muy rápido.

La clave es pensar antes de actuar.

No toda la inmersión se realiza aleteando continuamente, la mayoría de las veces estás cerca del fondo, ves una grieta en la roca, pasas tocando una pared llena de vida y todo esto sucede usando varios estilos de patadas y movimientos equilibrados.

Cualquier movimiento podría causar daños involuntarios al fondo marino y sus habitantes si no piensas en tu flotabilidad antes de asumir posiciones potencialmente peligrosas para la vida acuática. Para obtener una buena flotabilidad, es necesario tener en cuenta el equipamiento, la capacidad respiratoria y la conciencia de las propias dimensiones. El control de empuje hidrostático es una de las técnicas más importantes que debe aprender un buceador, y no es difícil adaptarse

a los cambios que sufres durante el buceo: se pueden aprender estas técnicas a través del entrenamiento y la práctica con la ayuda tu Instructor SNSI.

08. LA FLOTABILIDAD IDEAL

Se dice que el buceador suspendido en medio del agua, inmóvil, en una condición de peso neutral, está en "Hovering", es decir, flotando como un helicóptero en el aire, relajado, en un estado ideal para observar el entorno que lo rodea. La flotabilidad neutra elimina cualquier esfuerzo por permanecer inmóvil y te permitirá sentirte "distendido en el agua"; dejarse llevar por la corriente con el control total de la propia posición hace que sea fácil acercarse a objetos y seres vivos sin miedo a chocar con ellos y dañarlos.

El primer paso para lograr un excelente control de flotabilidad es llevar la cantidad correcta de "lastre", por lo que es bueno recordar que cada vez que el ambiente o el equipo cambia, es necesario repetir la operación de control de lastre. La misma se efectúa así: completamente equipado y sumergido, desinfla completamente el chaleco, toma una posición vertical y, sin moverte, debes contener una respiración normal para llenar en poco menos de la mitad tus pulmones.

Necesitamos ajustar el peso hasta que puedas flotar con el agua al nivel de los ojos, de modo que al exhalar empieces a hundirte y al inhalar aumente tu flotabilidad.

Una vez que tengas el peso adecuado es el momento de comenzar el descenso. Es importante llevarlo a cabo manteniendo contacto visual con un punto fijo (que puede ser una línea especial de descenso o incluso la línea de amarre de la embarcación), esto facilita el control de la velocidad de descenso y la compensación que, es importante recordar, debe comenzar cuando abandonas la superficie.

Mantener la posición correcta: vertical con la cabeza en alto, desinflas el chaleco, exhalas el aire de los pulmones y, manteniendo el contacto visual con la cuerda, comienzas a descender. Es importante, durante la primera fase del descenso, no ejercer empujes opuestos como dar patadas hacia arriba o inhalar grandes cantidades de aire. Una vez debajo de la superficie (a unos 4-5m/10-15 pies de profundidad) te colocas en posición horizontal y continúas descendiendo. Es fundamental realizar un descenso controlado, que te permita monitorear los instrumentos y realizar correctamente las maniobras de compensación, para ello debes mantener un ritmo respiratorio normal.

A medida que aumenta la profundidad, te vuelves cada vez más negativo, por lo que deberás inflar lige-

ramente el chaleco para contrarrestar el empuje hacia abajo. El chaleco debe inflarse presionando brevemente el botón de carga y haciendo una pausa con cada golpe de carga, para permitir que el aire se expanda hacia adentro y "sientas" si es necesario volver a inflarlo.

El buceador experto en el control de la flotabilidad alcanza la flotabilidad neutra al mismo tiempo que alcanza la profundidad establecida, este es el objetivo que debes fijarte para convertirte en un "Master Bouyancy & Trim Diver". Si el lastrado es correcto, será suficiente agregar muy poco aire para alcanzar la flotabilidad neutral.

09. LA FLOTABILIDAD NEUTRA

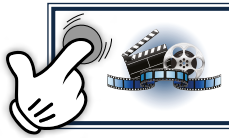
La flotabilidad neutra es el estado al que hay que tender durante toda la inmersión, es el que realmente permite la protección y salvaguarda del fondo marino y la vida marina.

La neutralidad se logra ajustando todos los componentes de la flotabilidad como parte de un conjunto: la respiración, el BCD, el lastre, los movimientos. Antes de abandonar la línea de descenso, debes asegurarte de que todo esté bien.

El volumen pulmonar y el BCD se pueden comparar con los cohetes de frenado de una nave espacial, cuando nos damos cuenta de que estamos bajando demasiado rápido, primero intentamos inhalar y si eso no es suficiente, entonces introducimos aire en el BCD. Las aletas nunca deben usarse para controlar la flotabilidad, sino solo para moverse en varias direcciones.

Notarás que eres verdaderamente neutral cuando los cambios de flotabilidad dependan de la cantidad de aire introducido en los pulmones y no de los cambios volumétricos del BCD.

Comprender la relación entre el uso de BCD y los volúmenes respiratorios es un paso fundamental, que te permite evitar por completo el contacto con el fondo. La repetición de los ejercicios "Péndulo" y "Hovering", ya realizados en el curso ***SNSI Open Water Diver***, son la base para una gestión avanzada de la flotabilidad en la inmersión.



Mira el Video del
Péndulo, Hovering y Trim

No basta con tener una flotabilidad neutra, sino que también se debe tener una flotabilidad adecuada para el movimiento, es decir, estar lastrados correctamente, con los pesos adecuados y convenientemente dispuestos alrededor del cuerpo para poder flotar en horizontal o con los pies ligeramente altos. Cuando el buceador puede mantener una posición horizontal correcta, se dice que tiene un "buen *Trim*". Si no logras esta posición horizontal, tienes que conseguirla moviendo tus pies y manos o moviéndote en el agua en una posición en ángulo, lo que implicará una enorme resistencia hidrodinámica al avance y, en ambos casos, deberás realizar más trabajo muscular y por tanto resignarte a un mayor consumo de mezcla respiratoria.

Mira el Video del
Trim Neutro, Positivo y Negativo

Una vez neutral y en posición hidrodinámica, te mueves prácticamente sin esfuerzo. Relájate y mantén los brazos en una posición cómoda, nada con un ligero movimiento de las aletas, sin empujar demasiado, deslízate silenciosamente en el agua, mantén un ritmo lento, detente a menudo para observar, todo esto te permite disfrutar plenamente de la belleza del entorno que te rodea.

Con cada inhalación ascenderás ligeramente y al exhalar bajarás. Estos cambios en el volumen pulmonar los puedes utilizar a tu favor. Si tienes que subir un poco para esquivar un obstáculo, bastará con hacer una inhalación un poco más profunda y subirás lo justo para alcanzar ese propósito, para descender y volver a la profundidad anterior bastará con exhalar.

Nunca contengas la respiración bajo el agua, por ningún motivo y bajo ninguna circunstancia.

10. LOS MOVIMIENTOS

El volumen del cuerpo no siempre es constante, y la distribución de ese volumen puede variar según los movimientos de las aletas y los brazos, por lo que es necesario aprender los movimientos correctos y optimizarlos.

Comencemos con la visualización, antes de la ejecución. Observa, con el ojo de tu mente, esos movimientos de brazos y piernas, definidos como "detenidos" (casi imperceptibles, mínimos), que permiten una técnica refinada de flotabilidad a media agua.

MANOS Y BRAZOS

Antes de realizar cualquier movimiento bajo el agua, dado que el agua es un medio elástico y denso, es necesario saber exactamente cuál será la evolución completa del movimiento. En este sentido, es importante tener siempre una percepción correcta del propio centro de gravedad, para utilizarlo al máximo.

Un principio de la física, fácilmente demostrable en el agua, establece que cada acción corresponde a una reacción igual y opuesta. El movimiento demasiado "potente" de un brazo hacia arriba obligará al buceador a corregir la respuesta del entorno. Esto significa que no calcular la cantidad exacta de energía que se aplicará en cada movimiento requiere el uso de energía adicional para cancelar los efectos que se producirán en consecuencia. Esta es la razón por la cual los movimientos de los brazos cuando están sumergidos generalmente solo realizan una función de equilibrio o en correcciones menores.

Para conocer la fuerza a aplicar en cada movimiento, es recomendable entrenar cerca del fondo, ejerciendo presión lateral, hacia arriba y hacia abajo con las manos en "cuchara" para comprender todas las combinaciones posibles y sus efectos.

Mira el Video de la Rotación usando las Manos

A medida que aumenta la experiencia y la habilidad del buceador para manejar la flotabilidad y la posición en el agua, disminuye el uso de las manos y su movimiento. Al final de tu entrenamiento ***SNSI Advanced Open Water Diver***, podrás realizar toda la inmersión con movimientos mínimos de manos y brazos.

PIERNAS Y ALETAS

Normalmente, un buceador recreativo tiene como principal interés la exploración del fondo marino, por lo que difícilmente recurre a las patadas fluctuantes por mucho tiempo. Durante la inmersión, las posiciones adoptadas dependen del tipo de fondo y de los intereses del buzo, pero los movimientos son siempre mínimos y controlados por diferentes movimientos de las piernas y por tanto de las aletas.

El estilo más sencillo para moverse cerca del fondo, sin contacto indeseado, es sin duda el que imita a la rana: serie de aberturas laterales de las aletas, seguidas de cierres que ejercen el empuje. Esta técnica permite mantener las piernas en el mismo plano que el cuerpo, moviendo el agua lateralmente y hacia atrás; además, al aumentar su superficie, hay mayor sustentación y, por tanto, mayor estabilidad horizontal.

Mira el Video del Aleteo de Rana

Otra técnica son las patadas laterales, natación lateral, muy utilizada para pasajes intermedios, por ejemplo en entornos mixtos arena-roca. La combinación y perso-

nalización de estas técnicas permite elegir la mejor forma de acercarse a un objetivo interesante sin levantar nubes de arena ni dañar ningún organismo sésil.

También hay movimientos "detenidos" para las piernas, que afectan la sección de la extremidad entre la rodilla y la punta de las aletas. El uso de estas técnicas es fundamental para mantener el centro de gravedad "centrado", especialmente durante la semi inmovilidad horizontal, por ejemplo cuando estás muy cerca de una pared o del fondo. La ejecución de estas técnicas implica movimientos circulares de los tobillos combinados con movimientos laterales de los mismos. El video educativo de este curso y la demostración práctica junto con el Instructor SNSI harán más comprensible esta técnica. La combinación de los movimientos "detenidos" de los brazos, manos, piernas y aletas, te permiten alcanzar niveles de flotabilidad que de otra manera serían casi imposibles. Una vez que hayas aprendido individualmente las diferentes formas de moverte, tendrás que usarlas juntas, aplicando así la técnica de flotabilidad de inmersión. Ahora está claro por qué la capacidad de manejar la flotabilidad pasa por la combinación de respiración, uso del chaleco, movimientos detenidos, etc. Es fácil entender que, al equilibrar el uso del BCD con los volúmenes respiratorios, bastará con recurrir con menor frecuencia a los movimientos y actitudes del propio cuerpo.

EL TRIM

En la última década, el término "Trim" se ha vuelto muy popular en el mundo del buceo. No debes con-

Photo © Francesco Pacienza

fundirlo con la capacidad de controlar la flotabilidad; el Trim es el logro, por parte del buceador, de una perfecta posición horizontal que reduce al mínimo la resistencia del agua a su avance.

El ángulo del cuerpo del buceador con respecto al plano horizontal en la dirección longitudinal representa su Trim, en sentido transversal su Equilibrio.

Los principales factores que influyen en estos dos elementos y sobre los que podemos intervenir fácilmente son:

- cantidad y distribución de lastre;
- posicionamiento del cilindro;
- respiración lenta y controlada;
- forma y tamaño del BCD;
- equipos y accesorios adecuados bien distribuidos y fijos;
- postura corporal.

Nuestra postura ciertamente juega un papel decisivo en todo esto. Aquí hay algunos trucos que pueden ayudarnos a mantener una posición que minimice los

ángulos excesivos para mantener el balance y el trim:

- cuerpo estirado desde el pecho hasta las rodillas;
- rodillas dobladas y aletas horizontales para aumentar la estabilidad;
- los pies (y las aletas) deben ser la parte más alta de nuestro cuerpo;
- brazos adelante del cuerpo.

Este tipo de postura es sin duda la preferida en la fase de avance, pero ciertamente no es la mejor y más cómoda posición para todas las fases de la inmersión.

Nada más iniciado el descenso es preferible mantener una posición un poco más vertical para facilitar la descarga del chaleco (y traje seco si lo usaras), y sobre todo para facilitar la compensación de los oídos y los senos paranasales, especialmente en los primeros metros donde las variaciones de volumen es mayor. La misma consideración también se puede hacer en la fase de ascenso cuando hay que descargar el chaleco (y el traje seco).

11. LA FLOTABILIDAD EN LAS DISTINTAS FASES DE UNA INMERSIÓN

Dado que el plan de buceo siempre establece que la parte más profunda de la inmersión se alcanza al principio de la misma para finalizar con profundidades cada vez menores, podemos esperar ser cada vez más positivos a medida que avanza la inmersión.

El aire introducido en el BCD al comienzo de la inmersión se expande a medida que disminuye la profundidad.

Pueden ocurrir pequeñas variaciones en la flotabilidad hasta que de repente te des cuenta de que estás subiendo. Debemos actuar con rapidez, sin pánico.

Aunque expulsar el aire es más fácil cuando estás en posición vertical, la maniobra se puede realizar desde una posición horizontal, de dos formas que detallamos a continuación. Para usar la válvula estándar del power, lleva el hombro izquierdo a una posición más alta que el hombro derecho, sostén la válvula de drenaje hacia arriba y presiona el botón de purga.

Si el chaleco que llevas tiene una válvula especial en la parte inferior trasera, el aire también se puede des-

VÁLVULAS DE DESCARGA DEL BCD

Válvula de Descarga Posterior del BCD

Válvula de Descarga del Power del BCD

cargar usándola: desde la posición horizontal del Trim baja la cabeza y los hombros para que la válvula esté más alta que el resto del BCD, gira ligeramente para dirigir esa válvula hacia la superficie y descarga aire tirando de la perilla correspondiente.

Mira el Video del Uso de la Válvula Posterior del BCD

El Trim se practica normalmente durante la inmersión y también es muy útil durante la parada de seguridad.

Incluso cuando hay una cuerda o un trapecio, sigue siendo útil flotar en la posición Trim como ejercicio, utilizando la cuerda o el trapecio como puntos de referencia. Chequea constantemente el profundímetro para evitar ascensos accidentales.

El control del peso correcto se realiza al inicio de la inmersión, cuando el tanque está completamente cargado. Con el paso del tiempo de inmersión, la presión de carga disminuye gradualmente y, dependiendo del tipo y volumen del tanque utilizado, el buceador experimentará un mayor empuje positivo. De hecho, como el aire tiene peso (1 litro = 1.293 gramos), un cilindro de 15 litros cargado a 200 atmósferas al inicio de la inmersión contiene 3.879 gramos (3,879 kilos) de peso correspondiente al aire, que sin duda representa un buen lastre. Cuando comienza el ascenso a superficie, generalmente cuando la presión en el cilindro ha bajado a 50 atmósferas, el peso del aire equivalente será 50x15x1.293 = 969.75 gramos, poco menos de un kilogramo: una diferencia que se siente especialmente cuando se usan cilindros de aluminio, que es más ligero que el acero y que podría dificultar una parada de seguridad, a menos que el lastrado haya sido el correcto.

Photo © Stefano Cerbai

En cualquier caso, la capacidad de permanecer a media agua con una flotabilidad neutral constante durante una parada de seguridad depende sobre todo de lo relajado que estés y de cómo respires. Llegar a la profundidad de la parada en un estado de agitación hará que sea difícil mantener una respiración lenta y constante sin detenerse nunca. La respiración adecuada es una de las claves para una buena flotabilidad en el buceo.

12. LA FLOTABILIDAD COMO RESPONSABILIDAD PARA LA PROTECCIÓN DE LA VIDA SUBMARINA

Si no hubiera vida en los mares, no habría interés en visitarlos: por lo tanto, como buceadores, sin duda somos responsables de proteger el medio ambiente. En el pasado, la situación era ciertamente diferente a la actual: los buceadores que bucearon en mares tropicales en la década de 1960 creían que no era necesario usar traje de neopreno, ya que la temperatura del agua no lo requería; era importante "protegerse" de los corales por eso se sumergían con un par de jeans y una camisa de trabajo y las manos estrictamente "protegidas" por guantes con palmas de cuero. La mayoría de esos buzos regresaban de bucear con "babas de coral" (mucosa que protege al coral) y trozos de coral arrancados de seres vivos y atrapados en esa ropa inadecuada, estaban orgullosos de no haber sufrido cortes o abrasiones, porque sabían que las heridas infligidas por organismos marinos son difíciles de curar. Los más avanzados fotografiaban en lugar de cazar con fusiles; pero a menudo, para tomar imágenes hermosas, rompían un erizo o un caparazón para atraer a todos los peces del área circundante al ángulo de visión de su lente. Cosas que horrorizan al buceador moderno, educado en la atención y el respeto por el medio ambiente desde que asistió a su primer curso de buceo. El papel que juegan los buzos en el impacto con el medio ambiente sumergido es hoy un tema de gran interés y, a la luz de los resultados de los estudios realizados por biólogos y ecologistas,

las autoridades de los países involucrados están tomando importantes decisiones en materia de gestión ambiental acuática y en relación con la actividad submarina que se desarrolla en esos paises.

De los estudios realizados hasta el momento, se observa que el daño que sufre el fondo marino causado por los buceadores es responsabilidad de una minoría, y que la mayoría de las fallas son consecuencia de contactos involuntarios debido a un control deficiente de la flotabilidad. Esta es una de las razones por las que decidimos dedicar la primera parte de este curso ***SNSI Advanced Open Water Diver*** a mejorar las técnicas de control de flotabilidad. El uso incorrecto de los equipos podría convertir a éstos en armas mortales para muchos organismos acuáticos. Gestionar el equipo de la mejor manera es tarea de todos los buceadores, sea cual sea el mar o el entorno en el que buceen.

Con respecto a la protección del medio ambiente, existen muchas "pequeñas acciones" que todo buceador puede realizar, incluso en la vida cotidiana. Por este motivo hemos desarrollado el curso ***SNSI Ocean Guardian*** que tiene como objetivo enseñar buenas prácticas que se pueden realizar todos los días y que ayudan a mejorar el medio ambiente.

Todos los BCD del mercado ahora están equipados con ganchos para fijar los instrumentos. De hecho, es importante que la "consola" y la fuente de aire alterna u otra instrumentación "colgante" estén aseguradas a los ganchos adecuados, para evitar contactos peligrosos tanto para el fondo marino como para el propio equipo. La mejor ubicación para evitar que los instrumentos cuelguen, pero también para tenerlos con un acceso fácil en caso de necesidad (como identificar rápidamente el FAA), es en un "*triángulo virtual*" con el vértice en la parte superior del esternón y la base en los músculos pectorales inferiores. Es recomendable mantener siempre bajo control la posición de los instrumentos para poder intervenir con las correcciones adecuadas en caso de necesidad.

Es importante acostumbrarse a no tocar ningún ser vivo, especialmente cuando se usan guantes. El simple contacto suele eliminar la mucosa que protege a los animales de las invasiones de otros organismos, hasta el punto de que en algunos mares del mundo incluso está prohibido bucear con guantes. Dar patadas con las aletas cerca del fondo o una pared ciertamente hace daño. No solo de tipo traumático (golpe), sino también porque la arena levantada puede asfixiar colonias enteras de pólipos cuando la arena cae sobre el coral.

Ser consciente del propio tamaño y entrenar en la percepción de tus aletas mejorará tu técnica de movimiento, salvaguardando el medio ambiente.

CÓMO CONSEGUIR LA FLOTABILIDAD IDEAL

Hasta ahora hemos ilustrado la situación ideal de

buceo, el control de flotabilidad perfecto, la ubicación correcta de todos los componentes del equipo. Pero, ¿cómo se obtienen estos resultados?

En primer lugar con la ejecución de algunos ejercicios que te permitirán comprender la flotabilidad, verla, sentirla y controlarla.

Una flotabilidad incorrecta es peligrosa para uno mismo, para tu pareja de buceo y para el medio ambiente. Pero mejorarlo y luego perfeccionarlo es sencillo, sólo requiere técnica y mucha práctica. Comienza con el lastrado correcto, avanza con buen control en descenso y ascenso y finaliza con el "Hovering", tanto en profundidad como durante la parada de seguridad.

Hacer que mejorar la flotabilidad represente un desafío personal en cada inmersión hará que el buceo sea más cómodo y divertido.

EMPECEMOS POR LA BASE

El primer ejercicio a realizar para "entender" y "sentir" la flotabilidad es el llamado "péndulo", que mencionamos al principio. Así es como se hace: boca abajo, descarga el chaleco completamente, estira las piernas y, con las aletas (las puntas) adheridas al fondo, sin doblar las rodillas, comienza a inflar el chaleco introduciendo muy poco aire cada vez, hasta que estés casi neutral. Ahora, inhalando, levanta el torso desde abajo, exhala y vuelve a hundirte.

Una vez que hayas aprendido a realizar este ejercicio correctamente, tendrás un conocimiento exacto de los movimientos que se experimentan como consecuencia de los cambios volumétricos en tus pulmones.

Para descargar completamente el BCD: en posición vertical, levanta la manguera del power por encima de tu cabeza y presiona el botón de purga. Repite el ejercicio del péndulo, esta vez inflando el chaleco con la boca. Este ejercicio ayuda a tomar conciencia de la cantidad de aire que debe introducirse en el chaleco para volverse neutral. En posición de "boca abajo", toma el control del BCD en tu mano izquierda y la segunda etapa con tu mano derecha, inhala, retira la segunda etapa de tu boca y sopla dentro de la válvula de purga del power. Sopla solo la mitad del aire almacenado en los pulmones, así podrás usar la otra mitad para vaciar de agua la segunda etapa al volverla a colocar en tu boca. Respira con normalidad y observa el efecto que tiene en la flotabilidad la maniobra que acabas de realizar. Repite la operación hasta que estés casi neutral y luego encuentra el balance usando tus pulmones.

Pasar del ejercicio del péndulo a flotar en la "posición de paracaidista" es relativamente fácil. Pon muy poco aire en el chaleco, levanta las aletas desde abajo, mantén los brazos abiertos, dobla las rodillas y, con la respiración, permanece suspendido en el agua; con

pequeños movimientos de la mano, mantén el balance hasta encontrar el equilibrio perfecto. Ahora juega, usando tus manos como remos para girar hacia la izquierda o hacia la derecha.

13. TÉCNICAS AVANZADAS

Por "técnicas avanzadas" nos referimos a la capacidad de aplicar diferentes movimientos en diferentes tipos de fondos marinos o necesidades de buceo. Aprenderlos requiere algunas habilidades que son el resultado de la práctica y la sensibilidad.

La técnica más utilizada entre las que se pueden definir como "avanzadas" es, sin duda, la posición vertical al revés, que se suele utilizar para mirar dentro de las grietas de una roca muy cerca del fondo, y es la única forma de evitar apoyarse en el sedimento que tiene el lecho marino.

Mira el Video de la Flotabilidad Vertical de Cabeza al revés

Para alcanzar esta posición es fundamental estar consciente del propio tamaño y del equilibrio. Todas las extremidades deben estar quietas, de esta forma el centro de gravedad siempre estará dentro del cuerpo. Los cambios de flotabilidad se deberán exclusivamente a los volúmenes respiratorios, para tener un "hovering" no estático, pero dinámico en un plano vertical.

"Sentir" la posición, tanto para esta como para otras figuras, es muy importante: de lo contrario, podría suceder que te derrumbes contra la pared (si estás mirando por una grieta).

En este sentido, si te equivocas y sientes que te hundes, no debes resistir, sino dejarte llevar suavemente al fondo. Una vez

que entiendas la situación, elévate usando el chaleco y, cuando estés a unos dos metros del fondo marino, restablece la flotabilidad neutral y continúa buceando. Tratar de recuperar la posición de inmediato, utilizando las aletas, hará más daño que dejarse asentar en el fondo.

Usando los distintos componentes de la flotabilidad, todos podrán encontrar movimientos personales y propios con los que realizar figuras avanzadas.

Un paso importante, que debe preceder al enfrentarse con figuras (posturas) potencialmente peligrosas para el medio ambiente, es sin duda aprender a mantener los brazos quietos. Mantener los brazos quietos, uniendo las manos, permite corregir la flotabilidad utilizando únicamente el desplazamiento del centro de gravedad.

Entender cómo corregir los desplazamientos del centro de gravedad sin realizar movimientos incómodos y excesivos es una de las bases desde las que se puede acceder a técnicas avanzadas de flotabilidad.

14. CONCLUSIÓN

Varias veces, desde el curso ***SNSI Open Water Diver***, se hemos repetido que tener una buena flotabilidad es la clave para una inmersión divertida. Al final de este capítulo del curso ***SNSI Advanced Open Water Diver***, ciertamente has entendido cómo lograr un control óptimo de la flotabilidad. Los ejercicios prácticos completarán las experiencias que harán que seas consciente y confiado en el control de tus inmersiones.

Mira el Video de la Especialidad
SNSI Master Buoyancy
& Trim Diver

Photo © Alessio Dallai

PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 1

1. **Un cuerpo sumergido en un líquido flota o se hunde según el Principio de:**
   - O Dalton.
   - O Arquímedes.
   - O Boyle.

2. **Según la ley de Boyle, a una temperatura constante cuando aumenta la presión, el volumen:**
   - O Disminuir.
   - O Aumenta.
   - O Permanece invariable.

3. **Hay un "enlace de hidrógeno" cuando:**
   - O El átomo de hidrógeno atrae a otro átomo de hidrógeno.
   - O El átomo de hidrógeno atrae a un átomo de oxígeno.
   - O El átomo de hidrógeno atrae a cualquier otro átomo.

4. **La viscosidad:**
   - O Es la masa por unidad de volumen.
   - O Determina la densidad.
   - O Determina el grado de fricción.

5. **Cuando sube la temperatura, la densidad del agua:**
   - O Aumenta.
   - O Disminuye.
   - O Sigue siendo la misma, pero el volumen disminuye.

6. **Para flotabilidad en posición vertical cabeza abajo hay que expulsar el aire del BCD:**
   - O Desde la válvula posterior.
   - O Desde la válvula del hombro.
   - O Desde la manguera del power.

- Más tiempo de Inmersión
- Menos Fatiga
- Intervalos de Superficie más Cortos

SNSI Recreational Nitrox Diver

CAPÍTULO 2:

LA NAVEGACIÓN

01. INTRODUCCIÓN

Incluso en la vida cotidiana, pero de forma inconsciente, se utilizan procedimientos de navegación sencillos. Basta pensar en las referencias que utilizas para moverte por las calles de una ciudad o cuando viajas en vehículo a un nuevo destino y necesitas "orientarte", consultando el mapa de carreteras y observando las indicaciones en las señales.

Se encuentran "señales" ambientales submarinas, que son utilizadas por el buceador para reconocer un camino y regresar al punto de inicio de tu inmersión. Pero el buceador sumergido, además de estos puntos de referencia o indicaciones naturales, puede volver a encontrar su camino utilizando la brújula submarina. Aprender a utilizar este tipo de instrumentos, además de facilitarte la orientación, también te permite al detectar un punto de buceo interesante, poder volver en un futuro si así lo quisieras.

El uso correcto de las técnicas de control de flotabilidad aprendidas en el capítulo anterior de este manual, combinado con el uso de la brújula, te permitirá divertirte aún más, haciéndote consciente de tu posición en el agua en cada momento de la inmersión y del recorrido a seguir para volver al punto de partida. Muchos, además, encuentran en la navegación submarina un momento de "desafío" a su propia capacidad y superan este desafío, demostrando dominar el territorio donde están sumergidos, siendo capaces de mantenerse

y moverse, en una dirección conocida. Esto es sin duda una experiencia gratificante tanto para un buceador, como para un navegante recreativo, y pocas cosas son tan importantes como estar consciente de su propia posición bajo el agua.

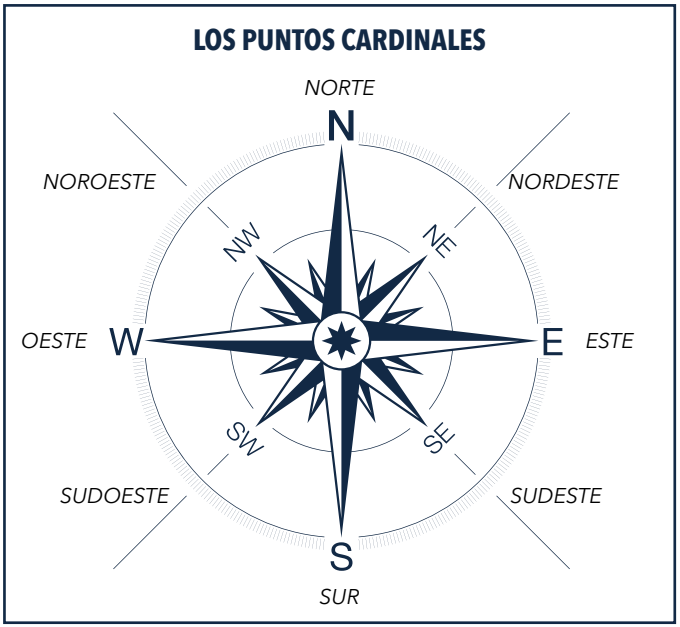
02. ORIENTARSE

El significado literal de "*oriéntate!*" es "encuentra el este!": el lugar donde sale el sol, el "oriente". Para los viajeros de antaño, desconocidos del magnetismo terrestre, de la existencia de un polo norte y sur y por tanto de la brújula, fue un referente fundamental.

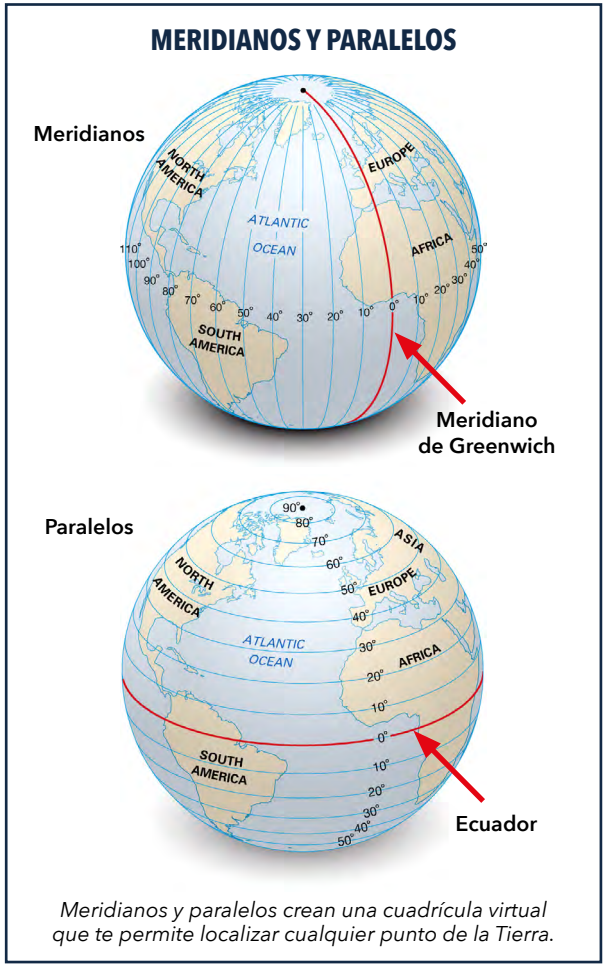
Para aprender a utilizar una brújula, además de conocer el instrumento en sí, es necesario conocer los puntos cardinales en los que se divide la Tierra. Todos conocen los 4 puntos cardinales: Norte, Sur, Este y Oeste que a su vez se dividen en puntos intermedios.

Los que navegan por mar saben que los nombres de los puntos cardinales corresponden a nombres de vientos, por ejemplo el Norte corresponde a Tramontana. De ahí el nombre de *Rosa de los Vientos*.

Los viajeros y navegantes siempre tuvieron y tienen la necesidad de identificar con certeza un punto del globo terráqueo en el que ellos mismos se encuentran en un momento determinado o hacia el que se dirigen. Para lograr este resultado, el globo se ha dividido en muchas partes mediante líneas imaginarias que forman círculos. Los círculos verticales que se cruzan en los dos polos, todos tienen las mismas dimensiones y se llaman **Meridianos** y son 180.



Las circunferencias horizontales (también 180) son paralelas entre sí y se llaman precisamente, **Paralelos**. La circunferencia más grande se llama **Ecuador** y es la que divide el planeta en dos partes iguales llamados hemisferios, ambos, uno por encima y por debajo de esta línea, se denominan respectivamente *Hemisferio Norte* y *Hemisferio Sur*. A medida que nos alejamos del ecuador, los paralelos se vuelven cada vez más pequeños hasta que se reducen a un solo punto en cada uno de los dos polos.



Meridianos y paralelos crean una cuadrícula virtual que te permite localizar cualquier punto de la Tierra.

Dado que todos los meridianos tienen la misma longitud, se ha elegido uno, el de Greenwich (nombre de un distrito de Londres que es atravesado por este meridiano) como meridiano de referencia: por tanto en navegación (marítima y aérea) la posición de un buque o una aeronave se lee como "al Este de Greenwich" o "al Oeste de Greenwich" y se utiliza la hora estándar de Greenwich como hora de referencia, independientemente de la zona horaria en la que se encuentre "el punto a ubicar" en un momento dado.

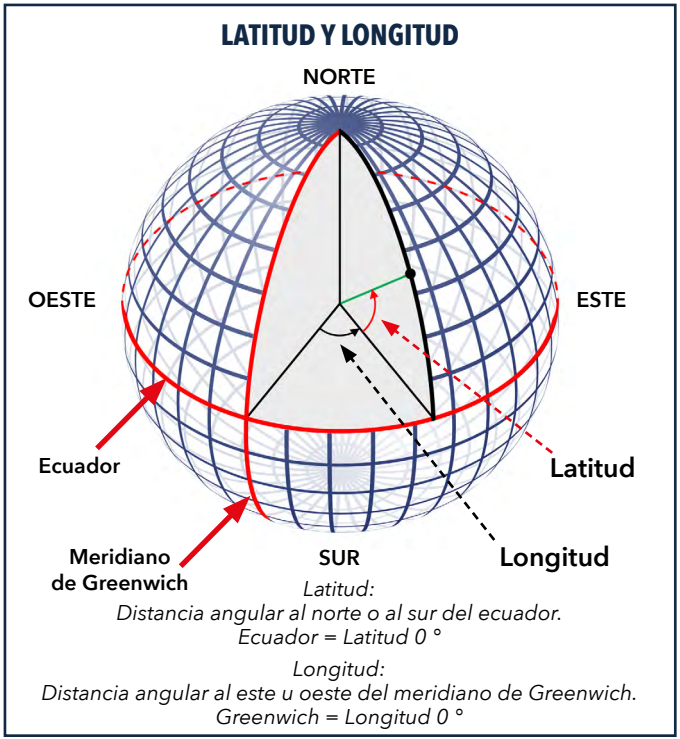
Los meridianos y paralelos se cruzan y envuelven la Tierra en una especie de red virtual.

Para indicar un punto fijo en la Tierra, es necesario indicar la Latitud y Longitud.

La **Latitud** viene dada por el ángulo formado en el eje terrestre por el arco meridiano entre el punto dado y el ecuador, mientras que la **Longitud** viene dada por el ángulo formado en el eje terrestre por el arco paralelo entre el punto dado y el meridiano de Greenwich.

Hasta hace unos años, para poder determinar con precisión la posición en mar abierto o en medio del desierto (es decir, en ausencia de referencias visuales) era fundamental, además de la brújula, disponer de un sextante, un cronómetro y un "mapa del cielo" o "tabla de astros", tabla que muestra las posiciones del sol y las estrellas fijas (para mediciones nocturnas) en un momento determinado de un día determinado en un año determinado.

Hoy en día, con los modernos sistemas de navegación basados en señales enviadas desde satélites, calcular con precisión dónde te encuentras es extremadamente sencillo y al alcance de todos. Por lo general, las herramientas electróni-



Latitud:
Distancia angular al norte o al sur del ecuador.
Ecuador = Latitud 0 °

Longitud:
Distancia angular al este u oeste del meridiano de Greenwich.
Greenwich = Longitud 0 °

cas como el GPS, que ahora está disponible incluso en todos los teléfonos inteligentes, lo hacen al instante. Cuando preguntamos a las distintas aplicaciones de mapas "dónde estamos" o enviamos a nuestros amigos "el punto de localización en Whatsapp" usamos el GPS interno de nuestro smartphone para enviar nuestras coordenadas geográficas.

03. MAGNETISMO

En la naturaleza existen minerales que tienen la propiedad de atraer cuerpos ferrosos, ferromagnéticos o imanes naturales. La misma propiedad puede conferirse artificialmente a una pieza de hierro, produciendo así imanes artificiales o magnetos.

En los imanes artificiales la propiedad de atraer el hierro y sus derivados se encuentra en los extremos de la barra, que tienen una naturaleza magnética diferente

La Tierra tiene su propio campo magnético.
En cualquier parte del globo la aguja de la brújula apuntará al norte magnético.

y opuesta - polo positivo y polo negativo - mientras que en la parte central ésta es casi nula. El magnetismo ejerce su atracción por medio de líneas de fuerza que en cada punto del campo tienen un valor y una dirección bien definidos.

Si colocas una aguja magnetizada en un campo magnético, la aguja se posicionará en cada punto tangente a las líneas de fuerza. Los polos del signo opuesto se atraen entre sí, por lo que el polo positivo de la aguja será atraído por el polo negativo del imán.

La Tierra es un gran imán: si observas la aguja magnetizada de una brújula, notas que asume una determinada posición y si cambia de lugar (mueves la brújula) vuelve a la misma posición, y esto donde sea que se encuentre la brújula en el planeta.

Esto significa que el campo magnético se extiende por toda la Tierra y actúa en cada punto con una fuerza particular. En la práctica, debido al efecto del campo magnético terrestre, la aguja se coloca en la dirección del meridiano del lugar que indica la posición del Norte Magnético.

04. LOS INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN SUBACUÁTICA

LA BRÚJULA SUBACUÁTICA

La brújula está constituida por un contenedor de líquido en el que se sumerge un cuadrante dividido en 360 grados y con los 4 puntos cardinales claramente visibles. Se fija un imán en la esfera, debajo de los flotadores que sostienen el conjunto, apoyado en un punto de suspensión que permite que éste gire. El líquido permite que el cuadrante gire incluso con la brújula ligeramente inclinada y frena las oscilaciones del propio cuadrante. Además, en los compases/brújulas destinados a uso subacuático, el líquido ayuda a soportar la presión hidrostática sin daños.

En el exterior de la brújula hay un **Bisel Giratorio** graduado de 0° a 360° que lleva en el cero (coincidiendo

con 360°), una marca de referencia (generalmente una flecha). Las brújulas de calidad también tienen una marca de referencia opuesta a cero, que indica 180°.

En el cristal de la brújula hay una línea recta, la **Línea de Navegación** que, al usar el instrumento, debe apuntar en la dirección de avance.

Las brújulas de buceo de calidad están equipadas con una ventana que permite la lectura lateral de la dirección, una función muy conveniente al bucear.

La brújula se puede colocar en la muñeca o insertar en la consola, la elección es subjetiva: sin embargo, la brújula de muñeca permite un mejor control de la posición de navegación bajo el agua.

Como se mencionó en el párrafo anterior, dado que el imán de la brújula está suspendido y puede girar libremente, indicará el Norte magnético en cualquier lugar de la Tierra.

OTROS INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN SUBACUÁTICA

Además de las brújulas tradicionales, hoy en día también se encuentra en el mercado el compás subacuático electrónico, una herramienta de orientación fabricada con las tecnologías más modernas y que se puede utilizar tanto dentro como fuera del agua.

Esta herramienta puede mostrar correcciones de rumbo a la dirección que deseas mantener, almacenar diferentes rutas realizadas durante una inmersión y reconstruir las rutas mantenidas y así determinar la dirección de regreso.

Los buceadores que deseen utilizar la brújula electrónica con la que suelen estar equipados los ordenado-

Photo © Francesco Pacienza

res/computadoras de buceo modernos de "alta gama", deberán leer atentamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante antes de utilizarlos bajo el agua.

05. LA DECLINACIÓN Y LA DESVIACIÓN

Mencionamos anteriormente que el cero del cuadrante móvil siempre indica el norte magnético. En este sentido, se debe hacer una consideración, que no es importante para propósitos submarinos sino para el conocimiento de la brújula: el norte indicado por la brújula es el magnético y no corresponde al polo norte geográfico de la Tierra. La diferencia entre el norte magnético y el norte geográfico varía en el espacio y el tiempo.

El ángulo entre el Norte magnético y el Norte geográfico se llama **Declinación Magnética**.

Aquellos que navegan largas distancias por el océano deben hacer las correcciones de rumbo adecuadas de acuerdo con el valor de declinación magnética, de lo contrario llegarían a un destino diferente al planeado.

Dado que los buceadores cubren rutas muy cortas y no utilizan cartas náuticas para la "navegación subacuática", la declinación magnética es un factor de corrección insignificante en una inmersión.

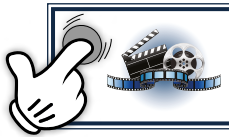
Por lo tanto, el cero del cuadrante móvil de la brújula debería indicar el norte magnético. Pero en realidad, el imán de la brújula puede verse afectado por otros campos magnéticos producidos por objetos metálicos o circuitos eléctricos, lo que provocaría que el cuadrante desvíe el cero en una dirección diferente llamada norte de la brújula. Las brújulas de las embarcaciones sufren influencias considerables debido a los motores y la presencia de mucha cantidad de metal (estructura) en las embarcaciones, por lo que su instrumentación debe ser corregida (esferas de Thomson) y las desviaciones volcadas en una tabla. Este ángulo se denomina **Desviación Magnética** y es un valor que los navegantes deben tener en cuenta para determinar la dirección (rumbo) a seguir para alcanzar el destino deseado.

La Declinación Magnética es un ángulo que indica la diferencia entre el Norte Magnético y el Norte Geográfico. También depende de la posición en la Tierra: los puntos A y B tienen dos ángulos diferentes de Declinación Magnética.

El buceador que utilice la brújula tendrá que llevarla lejos de relojes metálicos o computadoras que puedan afectar su dirección, sin embargo, debido a las cortas distancias recorridas, la desviación magnética también es insignificante.

06. EL USO DE LA BRÚJULA

Aprender a manejar una brújula es relativamente sencillo, requiere un mínimo de atención y algunas pequeñas precauciones: antes de aprender a usar una brújula bajo el agua es recomendable familiarizarse con el instrumento en la superficie: una vez que hayas aprendido las técnicas de uso, aplicarlas en la inmersión será sencillo y divertido.



Mira el Video
del Uso de la Brújula en Seco

El primer paso que debes recordar es la posición correcta del Bisel móvil de la brújula de acuerdo con la dirección que desees tomar. Por ejemplo, si desea seguir un rumbo de 240°, debes colocar la marca de 240° en correspondencia con la Línea de Navegación y luego el cero del Bisel Giratorio coincidiendo con el cero del Cuadrante móvil.

Ahora, para seguir el curso deseado, simplemente avanza en la dirección de la Línea de Navegación manteniendo el cero del Cuadrante móvil en correspondencia con el cero en el Bisel. Supongamos que avanzamos en la dirección de 240° durante 50 pasos y luego regresamos al punto de partida. Después de los 50 pasos, para encontrar la ruta de regreso, debes girar el Bisel 180°. La Línea de Navegación coincidirá con 60 °. Gira nuevamente la brújula hasta que el cero del Cuadrante móvil esté en correspondencia con el cero del Bisel giratorio, mantén los dos ceros en correspondencia y avanza en la dirección de la Línea de Navegación: si das 50 pasos de la misma amplitud que los que diste para la ida, volverás al punto de partida. Este viaje de ida y vuelta se denomina Rumbo Recíproco o Rumbo Contrario.

Mira el Video del Rumbo
Recíproco con la Brújula

Una vez que estés familiarizado con el ejercicio del Rumbo Recíproco, puedes tomar rumbos más complicados, por ejemplo, cuadrados, rectángulos y triángulos.

Para un cuadrado debes cubrir cuatro lados iguales, haciendo en cada lado, una rotación de 90° recordando que las rotaciones deben realizarse siempre en el mismo sentido de giro, de lo contrario el cuadrado no se cerrará nunca.

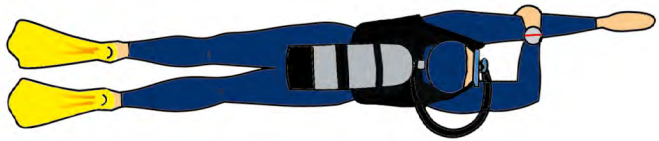
Mira el Video del Rumbo
Cuadrangular con la Brújula

Para un rectángulo tienes que pasar por cuatro lados, cuyos opuestos deben tener la misma longitud. El ángulo de rotación sigue siendo de 90° y las rotaciones deben realizarse en el mismo sentido de giro.

Para un triángulo deberás recorrer tres lados de la misma longitud y hacer tres rotaciones de 120° cada una, también en el mismo sentido de giro.

Mira el Video del Rumbo Triangular con la Brújula

Al navegar en una dirección con la brújula, debes mantener el instrumento nivelado para evitar que el Cuadrante móvil se bloquee contra la pared interior. Para un mejor control de la dirección, es preferible extender un brazo hacia adelante en la dirección de la Línea de Navegación de la cual el brazo se convierte, en la práctica, en una extensión.



La posición correcta de los brazos para usar la Brújula.

Una vez que hayas adquirido la práctica en superficie, es hora de repetir las mismas rutas bajo el agua.

07. CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS

Describir recorridos geométricos submarinos es relativamente fácil, sin embargo es importante calcular la distancia para cada tramo recorrido, y para ello es necesario aprender a aletear constantemente y considerar la posible presencia de corrientes.

Se pueden utilizar dos métodos para calcular distancias:

DISTANCIAS RECORRIDAS POR CICLOS DE PATADAS

Consiste en contar los ciclos de patadas para calcular el camino recorrido: si por ejemplo, haces un recorrido recíproco contando 20 ciclos de patadas para la ida, una vez completada la rotación de 180° deberás completar otros 20 ciclos de patadas para volver al punto de partida.

Lo anterior es solo parcialmente cierto, porque bajo el agua, además de mantener constante la amplitud y la fuerza de la patada, se debe considerar la intensidad y dirección de la corriente. Si el camino de ida se ha hecho a favor de la corriente, se requerirá un mayor número de ciclos de patadas para el regreso y viceversa. Si la corriente mueve al buceador hacia los lados, se deben hacer correcciones para compensar la desviación.

DISTANCIAS RECORRIDAS POR TIEMPO

El otro método de cálculo de la distancia recorrida se basa en calcular el tiempo del trayecto mediante un reloj o un temporizador. También en este caso es necesario recordar las consideraciones realizadas sobre la posible presencia de corriente.

Una vez que aprendas a manejar la brújula y a calcular distancias, la navegación puede convertirse en un juego divertido y un desafío que apasiona a muchos buceadores. Desafiarse a sí mismo en la habilidad de usar el instrumento es una de las razones que empuja a los buceadores a bucear en aguas con visibilidad limitada.

08. RELEVAR Y ENCONTRAR UN PUNTO DE BUCEO

La brújula también es muy útil para relevar un sitio de buceo y luego poder así, volver a encontrarlo más tarde.

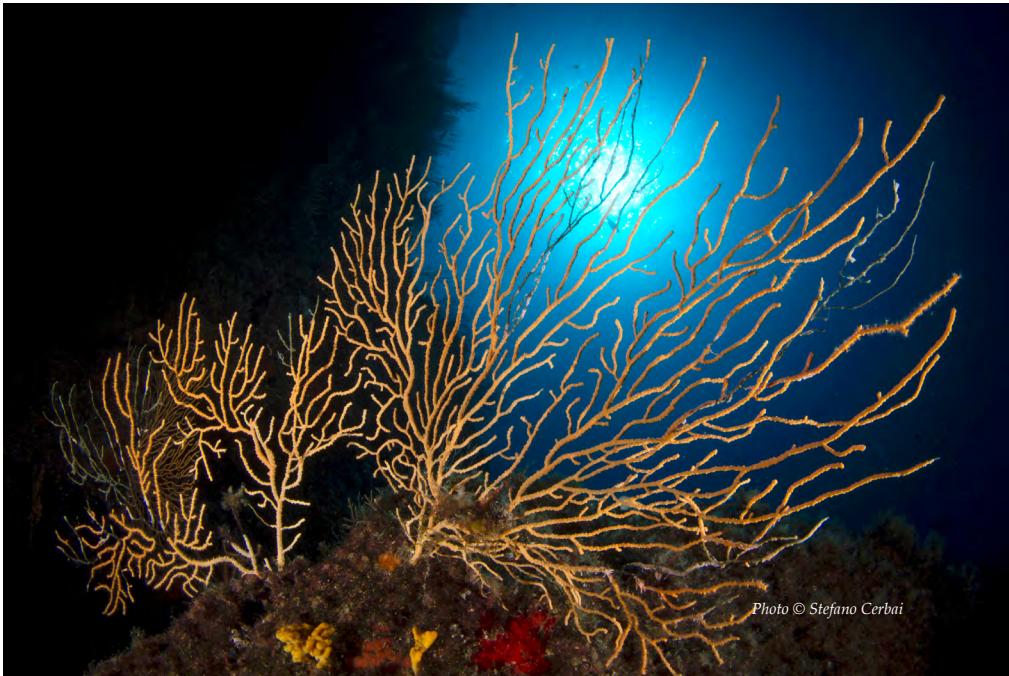
RELEVAR UN PUNTO DE BUCEO

Si durante una inmersión descubres un punto interesante al que deseas regresar directamente sin repetir la ruta que acabas de tomar, puedes utilizar la brújula para obtener las referencias correctas. Todos los buzos deben tener en su equipo una boya de señalización (SMB), abierta por la parte inferior. También contar con un Reel o carrete con una línea delgada, lo suficientemente larga para lanzar la boya desde la profundidad máxima que se alcanzará. La boya debe doblarse sobre sí misma y guardarse en el bolsillo del chaleco o del traje.

Cuando llegues al punto que quieres relevar, abre el SMB y sujeta el reel o carrete para que el cabo no se enrede ni forme nudos, introduce un poco de aire utilizando el gas que exhalas de la segunda etapa. Un par de exhalaciones serán suficientes para que la boya suba hacia la superficie. Una vez que el SMB esté en la superficie, asciende con tu compañero manteniendo la referencia de la línea.

Una vez en la superficie, es hora de utilizar la brújula para tomar el valor de alineación del instrumento con dos puntos fijos visibles en la superficie terrestre y luego anotar esta información en la pizarra.

En la realización del relevamiento se debe tener cuidado de tomar como referencia puntos que NO puedan

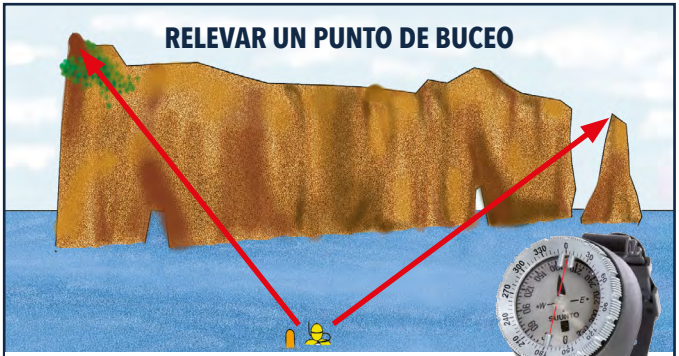


sufrir cambios en su apariencia a corto plazo, como la cima de una montaña, una torre, un edificio característico.

Mira el Video del Relevamiento de un Punto de Inmersión

ENCUENTRA EL PUNTO DE BUCEO

Si el relevamiento del punto se ha realizado correctamente, será muy sencillo volver a él. El buceador deberá descender en el punto donde las dos referencias tomadas anteriormente, se alinean con las mediciones anotadas en la pizarra. Como muestra la figura, las dos líneas se cruzan en un solo punto que es el mismo que se tomó al momento de relevarlo.



Para encontrar un punto necesitas rutas (marcados por los ángulos de la brújula) de al menos dos puntos claramente visibles (fijos).

09. LA NAVEGACIÓN NATURAL

Al comienzo de este capítulo leíste que bajo el agua hay elementos naturales que ayudan a la orientación. El buceador avanzado debe ser capaz de reconocerlos y utilizarlos para realizar correctamente la inmersión, incluyendo el regreso al punto de partida, hasta sin la ayuda de la brújula. Reconocer las señales naturales permite evitar largos trayectos de natación en superficie que son consecuencia de un ascenso realizado lejos del punto de salida deseado. El orientarse utilizando referencias naturales es una destreza conocida como "**Navegación Natural**".

Los elementos a tener en cuenta para la navegación natural son varios y es importante saber reconocerlos a todos.

ILUMINACIÓN

La fuente de los rayos del sol puede ayudar a determinar la dirección para el regreso. El buceador que anotó mentalmente la posición del sol antes de sumergirse bajo la superficie del agua podrá observar la dirección de los rayos del sol mientras bucea, lo que le ayudará a orientarse. Esto es posible cuando el sol tiene cierta inclinación respecto de la superficie del agua, por lo tanto, temprano en la mañana y en la tarde. Quienes buceen alrededor del mediodía tendrán el sol casi perpendicular a la superficie del agua, por lo que los rayos de luz no serán útiles para la orientación.

Para usar el sol en la navegación natural, supongamos la esfera de un reloj: el sol está representado por la

La dirección de los rayos del sol puede ayudarnos en la orientación subacuática.

Una formación particular de corales es un hito natural ideal.

manecilla de las horas, nuestra dirección está a las 12 en punto y el sol está a las 3 hs en punto, con el sol a las 9 en punto y volveremos al punto de partida.

Incluso la luna, en las inmersiones nocturnas, puede tener la misma función que el sol: a menudo es visible desde el agua y puede ser una ayuda para la orientación.

PUNTOS FIJOS

Son referencias claras y evidentes, que destacan bien en el fondo marino y que pueden ser puestas allí por el hombre o creadas por formaciones marinas.

Los puntos fijos hechos por el hombre son naufragios, anclas sumergidas, viejas trampas para pescar o incluso señales colocadas a propósito. Representan excelentes referencias para la navegación submarina, algunas, como un naufragio, pueden ser el objetivo mismo de la inmersión. También pueden representar el inicio de la inmersión o el punto desde el que debes regresar al lugar de entrada al agua.

Los puntos fijos creados por las formaciones marinas son detalles del fondo marino que se destacan del entorno circundante: una particular torre de coral, una gran esponja, formaciones rocosas y afloramientos. Todos estos puntos claramente visibles pueden ser utilizados por el buceador como referencias: más adelante veremos cómo utilizar los distintos puntos de referencia para la orientación y cómo podrías combinarlos con el uso de la brújula.

COMPOSICIÓN DEL FONDO

Es otra de las características de los sitios de buceo que debe observar el buceador para gestionar el desarrollo de su propia inmersión. Sobre un fondo arenoso, las ondulaciones de la arena, que son provocadas por el movimiento de las olas, se forman paralelas a la costa. Si te encuentras en un fondo arenoso, por lo tanto, sabrás que la costa está en uno de los lados de las ondas.

La pendiente del fondo marino es otro indicio importante, bucear en "descenso" casi con certeza te aleja de la costa, por el contrario, al moverse "pendiente arriba" será más probable acercarse a la orilla, o en todo caso hacia un sitio de menor profundidad.

Las paredes también pueden ayudarte con la orientación: por ejemplo, cuando los buceadores se sumergen a lo largo de las paredes rocosas, el barco suele estar anclado en la meseta que precede al inicio de la pared; entonces, desplazarse por el "borde" de la pared de roca es una buena forma de volver al ancla: de hecho, si en el camino de ida hemos mantenido la pared a la derecha, en el camino de regreso tendremos que mantenerla a la izquierda y viceversa.

Las ondulaciones de un fondo arenoso son provocadas por el movimiento del agua y son paralelas a la costa.

Los cambios de fondo son otro elemento útil para la navegación, tomar una nota mental de ellos o registrarlos en una pizarra te permitirá volver al punto de partida con facilidad.

MOVIMIENTO DEL AGUA

Este también es un elemento útil para la navegación. Se sabe que el oleaje provoca un movimiento de "alternancia" por el cual la masa de agua se aleja y se acerca a la costa a un ritmo determinado. Las corrientes son un buen indicador de dirección, tanto es así que ya desde el curso básico hemos aprendido que la inmersión debe iniciarse siempre a contracorriente para poder afrontar la parte más cansadora de la inmersión al inicio y luego volver a favor de la corriente y por lo tanto con menos esfuerzo y fatiga.

PROFUNDIDAD

Todos los elementos mencionados anteriormente son importantes y útiles siempre que se consideren en relación con la profundidad a la que te encuentras. El buceador que tome como referencia un punto fijo o una formación marina a 18 metros de profundidad y posteriormente la busque a otra profundidad perderá la orientación. Esta es la razón por la que siempre es

necesario recordar la profundidad a la que se encuentra el ancla del barco o la línea de ascenso.

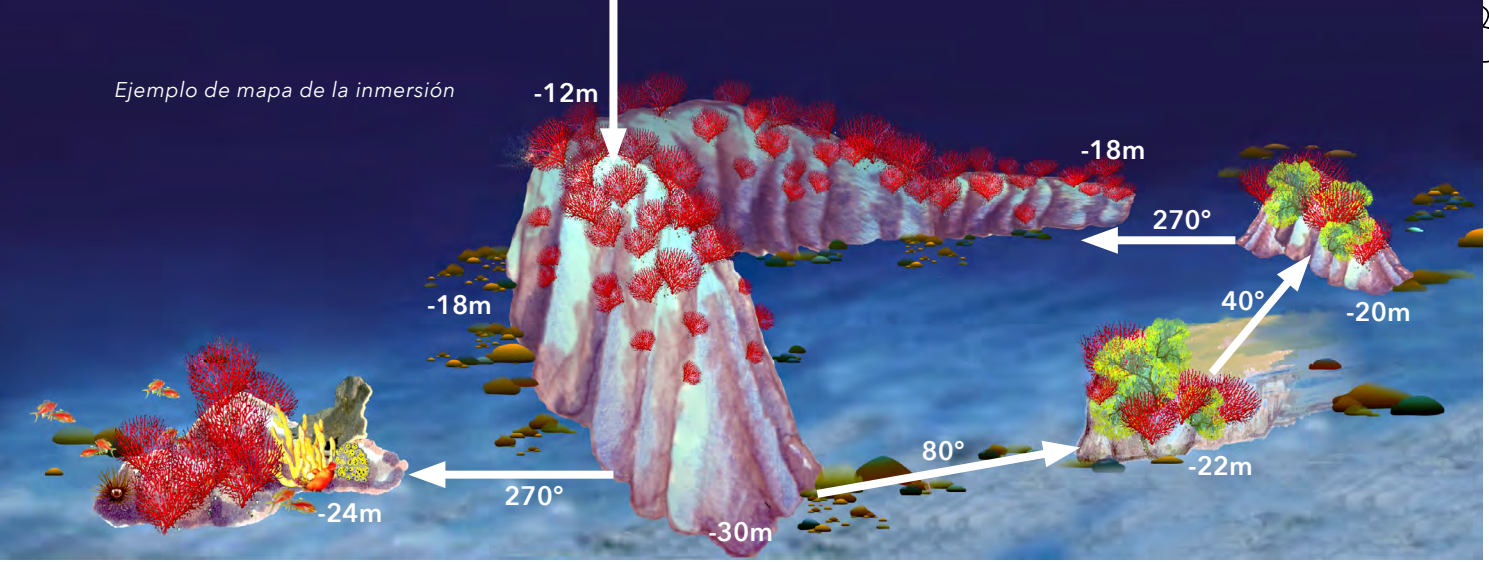
OTROS ELEMENTOS ÚTILES PARA LA ORIENTACIÓN

El briefing previo a la inmersión es otro elemento útil para la navegación. Debes escuchar con atención la descripción del camino a seguir y, si es necesario, tomar nota de las referencias enumeradas por el líder o guía del grupo. Si estás buceando en un determinado lugar por primera vez, sin duda es muy útil dibujar un mapa de buceo en la pizarra submarina para que puedas consultarlo si es necesario.

Otro parámetro fundamental a tener en cuenta es la reserva de aire. Al planificar la inmersión, es necesario planificar un camino que permita a los compañeros de buceo volver a la superficie con al menos 40atm/600psi en el cilindro. La regla para todos es llevar adelante la inmersión por el tiempo que toma consumir el primer tercio del suministro de aire disponible y luego regresar (la Regla de los tercios). En la práctica, se considera un tercio para el recorrido de ida, un tercio para el regreso y un tercio para el ascenso y cualquier otra necesidad que pudiera surgir. El cálculo se debe hacer sobre el acompañante que más consume, independientemente de la cantidad de aire disponible para los que tienen mayor suministro.

Al bucear con referencias naturales, se debe observar cuidadosamente el escenario ambiental; durante el recorrido de ida, cada vez que quieras memorizar una referencia, tienes que dar la vuelta y observar cómo aparecerá esta referencia haciendo el recorrido de regreso. Un buen observador aprenderá muy pronto a orientarse bajo el agua.

Aprender a gestionar la inmersión de forma autónoma, sin tener que "seguir" a alguien que indique el camino, aumenta enormemente el grado de comodidad y tranquilidad en el agua, características típicas del buceador avanzado.



10. COMBINAR NAVEGACIÓN NATURAL Y NAVEGACIÓN CON BRÚJULA

La brújula se convierte en una herramienta muy útil a la hora de aprender a combinar su uso con la navegación natural. Por sí sola, la brújula solo es útil para recorridos recíprocos o trazados geométricos, para conseguir más de este instrumento hay que utilizarla en combinación con referencias naturales.

Al combinar el uso de la brújula con la navegación natural, puedes estar seguro (siempre que utilices el instrumento y las referencias de la manera correcta) que terminarás la inmersión en el punto de partida.

El equipo necesario se limita a una brújula de buceo de calidad y una pizarra. El ejemplo típico de la combinación del uso de la brújula con la navegación natural ocurre cuando realizas una inmersión que implica llegar a un banco de arena sumergido o un naufragio/pecio lo suficientemente alejados de la zona de fondeo para no ser visibles. Conociendo la dirección para ir desde el punto de descenso al lugar en cuestión, será suficiente, una vez que llegues al fondo programado, nadar en esa dirección siguiendo los rumbos con la brújula y llegar así al destino deseado. Una vez en el naufragio/pecio o promontorio rocoso buscado, es recomendable anotar

Mira el Video
de Combinación de la Brújula
con la Navegación Natural

en la pizarra los grados necesarios para llegar hasta allí y establecer un punto de referencia natural al que se ha llegado, registrando sus características y la profundidad a la que se encuentra. La elevación rocosa o naufragio encontrado se puede explorar utilizando referencias naturales y, para regresar al punto de ascenso, simplemente comienza desde el punto fijo anotado y sigue la ruta recorrida en sentido inverso al comienzo de la inmersión (Rumbo Recíproco).

Otro ejemplo típico de la utilidad de la brújula combinada con la navegación natural que podemos mencionar, se da cuando ingresamos al agua desde tierra. El sitio que estás interesado en visitar podría estar lejos de la costa y bucear inmediatamente, acercándose bajo el agua siguiendo el rumbo marcado para llegar a él, reduciría el tiempo de permanencia en el fondo. Si la distancia desde la entrada al agua hasta el sitio de buceo se cubre en la superficie y con la brújula, el buceador guarda el aire del cilindro y no absorbe nitrógeno inútilmente. Debes recordar que, cuando no hay un bote de apoyo (donde lo permita la ley aunque la mayoría de las veces lo requiere), siempre es fuertemente recomendable utilizar una boya de señalización para todos los buceadores del grupo.

Cuando se usa la brújula en combinación con la navegación natural, los buceadores deben aprender a seguir las instrucciones dadas por el instrumento en lugar de sus propias "sensaciones" o percepciones, que pueden llevar a un rumbo equivocado.

Así como el buceador confía en su computadora para los parámetros de profundidad y tiempo, así también debe confiar en la brújula para tomar un rumbo y dirigirse hacia él.

11. CONCLUSIÓN

En esta parte del curso ***SNSI Advanced Open Water Diver*** se explicaron y desarrollaron las técnicas de uso de la brújula y los conocimientos sobre cómo orientarse bajo el agua, tanto usando una brújula como siguiendo las referencias ambientales. El Instructor SNSI aplicará todas estas técnicas a los ejercicios prácticos, de manera que tu nivel de autonomía aumentará a medida que avanzan las lecciones teóricas y prácticas.

Mira el Video de la Especialidad SNSI Underwater Navigation

PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 2

1. ¿Cuántos meridianos hay entre el Polo Norte y el Polo Sur?
   - O 360.
   - O 180.
   - O 24.

2. ¿En cuántos grados se divide el Bisel Giratorio de la brújula?
   - O 360°.
   - O 90°.
   - O 180°.

3. Para describir un rumbo cuadrado con la brújula, ¿cuántos giros tenemos que hacer?
   - O 2 de 120° cada uno.
   - O 4 de 90° cada uno.
   - O 3 de 90° cada uno.

4. ¿A qué hora del día los rayos del sol no ayudan con la orientación?
   - O Al atardecer.
   - O Al amanecer.
   - O Al mediodía.

5. ¿Cuál es la regla de consumo a seguir en una inmersión de ida y vuelta?
   - O La Regla de los Cuartos.
   - O La Regla del los Primeros.
   - O La Regla de los Tercios.

6. ¿Qué es lo más importante que hay que hacer cuando tienes que seguir un rumbo con la brújula?
   - O Calibrar la brújula.
   - O Confía en el instrumento.
   - O Nunca perderla de vista.

Photo © Alessio Dallai
El mejor Compañero de Inmersión
SNSI Rescue Diver

CAPÍTULO 3:

LA INMERSIÓN NOCTURNA

01. INTRODUCCIÓN

El buceo es una actividad fascinante y apasionante que siempre reserva emociones nuevas e impredecibles. Entre todos los tipos de buceo, el "nocturno" revela un universo submarino completamente diferente al que se admira durante el día. Pero el campo de visión nocturna se restringe al alcance del disco luminoso, sobre el lecho marino, proveniente de la luz de la linterna o la lámpara del Guía de buceo, por esta razón el buceo nocturno está dentro de la clasificación de "buceo con visibilidad limitada".

Photo © Francesco Pacienza

Bucear cuando la visibilidad subacuática es limitada requiere una formación especial: debes tener un objetivo específico en el que invertir tu energía y utilizar técnicas de navegación adecuadas para superar los inconvenientes de la poca visibilidad.

Las razones que llevan al buceador a bucear cuando el campo visual está restringido pueden ser muchas:

⇨ La **Inmersión Nocturna** permite observar cientos de especies, a menudo coloridas y con formas increíblemente hermosas: es en la oscuridad más espesa donde los animales más tímidos abandonan su escondite en busca de comida, mientras que otras especies, con las que uno suele encontrarse durante el día, consagran la noche al sueño haciéndose fácilmente accesibles a nuestros ojos.

- En otras ocasiones, los buzos bucean durante el día, pero en aguas donde la visibilidad es limitada. Definir **Visibilidad Limitada** es bastante difícil, ya que los parámetros suelen ser subjetivos y están vinculados a experiencias personales. Desde el punto de vista didáctico se puede decir que la visibilidad puede considerarse como limitada cuando horizontalmente es inferior a 3 metros/10 pies. A veces, la razón por la que los buceadores bucean en condiciones de visibilidad limitada es que viven en lugares donde la única alternativa sería el no bucear aunque desean hacerlo. Otras veces las áreas con visibilidad limitada corresponden a sitios donde se realizan actividades específicas como la búsqueda de artefactos, la exploración de naufragios, la recuperación de objetos perdidos.

En SNSI creemos que un buzo avanzado debe estar capacitado en Buceo Nocturno y Buceo con Visibilidad Limitada. Las dos actividades son ciertamente similares, pero no siempre son iguales: de hecho, se puede bucear de noche en mares donde la visibilidad es excelente y, por lo tanto, las técnicas de buceo pueden diferir. Por esta razón, en este curso ***SNSI Advanced Open Water Diver***, los aspectos del buceo nocturno y del buceo con visibilidad limitada se tratan como dos actividades distintas.

02. BUCEO NOCTURNO, DÓNDE?

Según el sistema SNSI, el buceo nocturno, para ser considerado como tal, debe tener lugar en el período comprendido entre el atardecer y el amanecer.

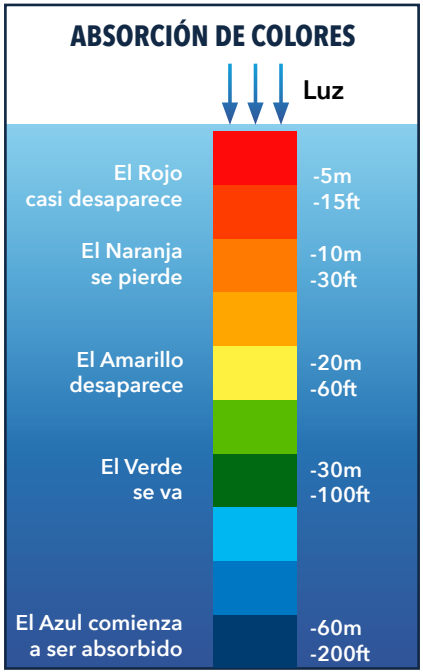
Incluso si la inmersión se lleva a cabo en lugares don-

de la visibilidad del agua es excelente, durante la noche el campo de visión del buceador se reduce significativamente: por esta razón los parámetros de esta inmersión se reducen en comparación con el día, hasta a tal punto que la profundidad máxima que SNSI permite alcanzar en el buceo nocturno es de 18 metros/60 pies.

Es recomendable que el lugar a elegir para bucear en la oscuridad haya sido visitado durante el día: el conocimiento del fondo marino facilitará la orientación que, como veremos, se pone a prueba duramente en la "noche". Sumergirse en un lugar familiar también reduce las razones de estrés previo a la inmersión, que pueden ser alimentadas por el típico y entendible "temor a lo desconocido", que es una forma instintiva de defensa, común en el ser humano y en la mayoría de los animales superiores.

03. LA VISIÓN SUBMARINA

El *Echinaster Sepositus* es una especie de estrella de mar muy común. Sin duda es la estrella de mar más "popular", con su hermoso color rojo brillante. El cual, sin embargo,



aparece como tal solo si el animal es sacado del agua (lo cual no debe hacerse) o es impactado por un rayo de luz artificial en su hábitat porque de lo contrario, ya que a solo un metro de profundidad, este equinodermo se muestra al visitante con un color parduzco uniforme. Prueba el hecho de que el agua absorbe en grandes cantidades las diferentes radiaciones que componen la luz solar blanca: el rojo es el primer color que se absorbe, luego toca gradualmente naranja, amarillo, verde, hasta que todo, rocas y criaturas vivientes, adquiere un tono azul, más y más oscuro a medida que aumenta la profundidad.

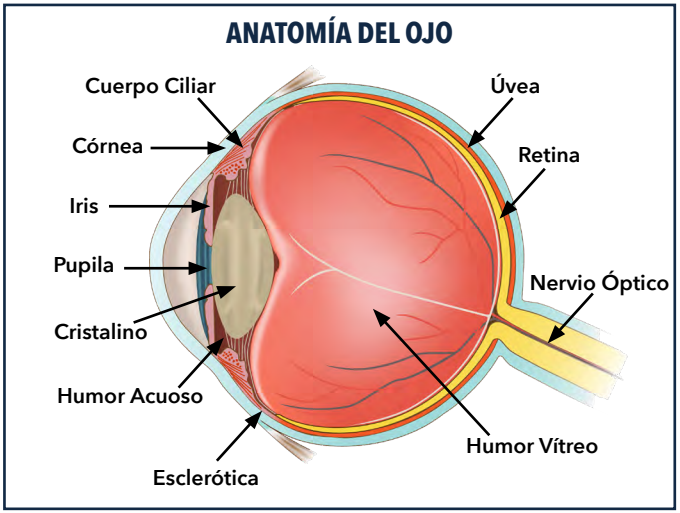
Para restaurar la extraordinaria policromía de las profundidades del mar (también en lagos y ríos), a partir del curso *SNSI Open Water Diver*, enseñamos que llevar una fuente de luz bajo el agua es la única forma de ver los colores "reales". Sin embargo, la mayoría de los buceadores bucean durante el día sin llevar una fuente de luz en sus inmersiones. En el buceo nocturno, una fuente de luz que reemplaza al sol se convierte en un componente del equipo del que no

se puede prescindir. Comprender algunos aspectos de la visión submarina es parte del trasfondo cultural de todo buceador avanzado y añade diversión al buceo.

"Ver" es un proceso complejo basado en las leyes físicas de la óptica y en la fisiología humana. Para llegar a la visión nocturna explicaremos algunos aspectos de la anatomía del ojo, fisiología visual y percepción del color, y veremos cómo comportarnos para obtener la máxima nitidez posible durante la inmersión, incluyendo algunas consideraciones sobre el mejor equipo para mantener la adaptación a la visión nocturna mientras observas los instrumentos.

04. CÓMO ESTÁ COMPUESTO EL OJO

El *Globo Ocular* tiene tres revestimientos o "*capas*". La capa interna está formada a su vez por varias sub capas: una de ellas es el *Iris*, un diafragma "perforado" por la *Pupila*, de forma circular y coloreado de maneras diferentes en cada persona. En la práctica, cuando se dice que alguien tiene ojos azules, se dice que el iris de sus ojos es azul. La función del iris es regular la cantidad de luz que penetra en el ojo. La capa más profunda (al fondo del globo, y más cercana al cerebro) es la *Retina*, una membrana compuesta por células fotorreceptoras y elementos nerviosos que transmiten al cerebro los impulsos que determinan las percepciones de colores, formas y luz. La capa del medio es la *Córnea*, un tejido no vascularizado que recibe oxígeno directamente del exterior. La capa más externa es la *Esclerótica* que nutre y protege el órgano de la visión.



Una especie de gel transparente e incoloro, el *Cristalino*, llena el globo ocular junto con el *Humor Vítreo*.

En la práctica, el ojo funciona como una cámara de proyección de cine o una videocámara, con un sistema de lentes convergentes y un mecanismo que modula su potencia, permitiendo que el órgano de la visión se ajuste según las diferentes condiciones de luz. El Iris funciona como un diafragma y deja pasar solo la cantidad de luz necesaria para tener la mejor visibilidad posible.

Los fotorreceptores ("receptores de luz") de la retina son los *Conos* y *Bastones*, células con funciones especializadas. De hecho, en la zona central de la retina, en la llamada *Fóvea*, se encuentra la máxima agudeza visual y ahí están la mayoría de los conos, los cuales otorgan la

Photo © Alessio Dallai

capacidad de leer bajo luz artificial, visión de colores, visión diurna y una alta resolución espacial: por eso el ojo, sin que su dueño se dé cuenta, ajusta continuamente tanto la apertura del diafragma (el Iris) como el enfoque, alargándose y acortándose como una lente multifocal. Las células fotorreceptoras que funcionan mejor en la visión nocturna son en cambio los bastones, que al ser estimulados les basta con una intensidad de luz 1000 veces menor. Pero los Bastones se encuentran principalmente en la periferia de la retina, razón por la cual en la visión con los bastones no nos es posible distinguir los colores, podemos distinguir la forma y el movimiento pero no los detalles; hay una caída en la agudeza visual.

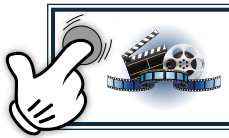
La percepción de la imagen desaparece por completo si el ojo permanece quieto durante más de unos segundos. Para ver de noche, el ser humano utiliza sin saberlo una técnica similar al escaneo, con leves movimientos oculares que permiten mantener el objeto fuera de la parte central de la retina, ciego a la visión nocturna ya que la Fóvea está completamente desprovista de bastones.

05. EL EQUIPO PARA LA INMERSIÓN NOCTURNA

Además del equipo de buceo diurno normal, el "buceo nocturno" requiere el uso de equipos de iluminación específicos, tanto para el apoyo en superficie como para los buceadores.

Las fuentes de luz que se utilizan normalmente son las *Linternas* y *Luces* que lleva el buceador para iluminar el entorno que lo rodea, los *Sticks* y los *Mini Flashes* que

se utilizan para señalar tanto la propia presencia como la de los compañeros de buceo y las luces *Estroboscópicas* que se utilizan para identificar el barco o el punto de entrada/salida.



Mira el Video del la Preparación de linternas y Luces

LUCES ESTROBOSCÓPICA

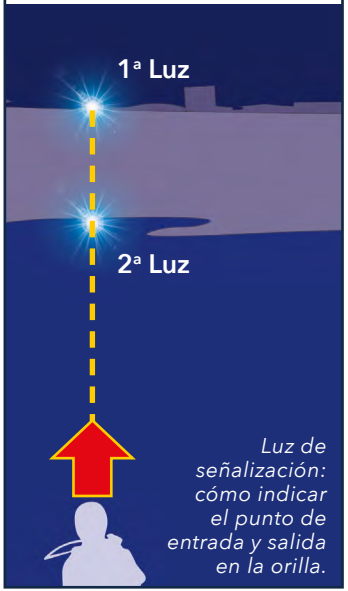
Si la inmersión se realiza desde la playa, es necesario dejar las luces de señalización en el punto de entrada que, tras la inmersión, indicará el punto de salida. La mejor forma de señalar el punto de salida es colocar dos luces a diferentes alturas, verticales una encima de la otra. Cuando el buceador vea las dos luces alineadas una encima de la otra, sabrá que esa es la dirección a seguir para volver al punto de entrada/salida.

Para las señales de superficie también se pueden tomar como referencia las luces ya existentes en tierra, como las luces o las balizas de alumbrado público (generalmente colocadas en una posición elevada con respecto al suelo), a las que se puede alinear una lámpara colocada en el punto de entrada al agua.

En el caso de bucear partiendo desde la orilla, se recomienda fuertemente utilizar una boya de buceo para salir en el punto donde comienza el descenso, que también servirá como referencia para el ascenso.

Las **Lámparas Estroboscópicas** (comúnmente llamadas "**Estrobos**") se utilizan para señalar bajo el agua el punto de entrada y salida. Están equipadas con una bombilla que emite una luz muy brillante e intermitente y son colocadas en el agua por los buceadores en el momento del inicio del descenso y fijadas justo bajo la superficie cerca de la entrada o en el cabo de la boya. No utilices las luces estroboscópicas en exteriores ya que este tipo de señalización podría confundirse con otras señales para la navegación.

ALINEACIÓN DE LUCES



Luz de señalización: cómo indicar el punto de entrada y salida en la orilla.

Por la noche es fácil perder la orientación, por lo que una luz de referencia incluso al bucear desde un barco resulta de gran ayuda; en este caso, la luz intermitente se fija a la línea de fondeo o en una línea de descenso especial para que el buceador pueda identificar fácilmente el camino de regreso.

La luz estroboscópica es un punto de referencia muy importante, los menos experimentados, por ejemplo, podrán bucear mientras permanecen a la vista del flash emitido por el estrobo y tienen la tranquilidad de saber exactamente dónde está el cabo de salida.

LINTERNAS SUBACUÁTICAS

Otra herramienta indispensable para el buceo nocturno es la Linterna Subacuática, que permite iluminar en la oscuridad y también comunicarse con los compañeros de buceo, como veremos en detalle a continuación. Cada buceador debe estar equipado con 2 linternas, una primaria y otra secundaria. Esta última se mantendrá sujeta al BCD (en el bolsillo del mismo o correctamente colocadas para que nunca cuelgue) lista para ser usada si la primaria fallara. Las luces de buceo son de diferentes tipos y tienen diferentes características, pero lo primero que las distingue es el tipo de fuente de alimentación: baterías recargables o desechables.

Las linternas con baterías recargables son más caras en el momento de la compra, pero no habrá costos adicionales por su uso. Además, por lo general, las linternas de batería recargable tienen una iluminación más potente y por tanto emiten una luz más intensa y brillante.

Las baterías desechables deben reemplazarse cada vez que realices una inmersión nocturna. Es importante recordar no dejarlas dentro de la linterna después de bucear, ya que podrían provocar una fuga de gas con la consecuente dificultad de apertura y posterior daño de de la misma.

Linterna Primaria

Linternas con "Manija Goodman" para sujetarlas fácilmente en la mano, con y sin batería externa. La batería externa está fijada al BC y te permite tener solo la parte que ilumina en tu mano.

Linterna Secundaria o de Backup

Más pequeña y menos poderosa que la primaria. Obligatoria por la noche para permitirte finalizar la inmersión en caso de mal funcionamiento o agotamiento de la linterna primaria.

Estrobo

Las lámparas estroboscópicas se utilizan para identificar el punto de salida.

Stick

Mini Flash

Utilizado por los Guías en sus propios grifos para ser fácilmente identificables dentro del grupo de buceadores.

Por tanto, utilizar pilas recargables te permitirá contribuir a la protección del medio ambiente, ya que la eliminación de pilas desechables es bastante costosa para la sociedad y el medio ambiente.

Otra característica es el tipo de lámpara o lámparas utilizadas:

- La **Halógena** es una lámpara equipada con un filamento de tungsteno que cuando se vuelve incandescente emite luz; esta luz llega a una temperatura más alta que una lámpara incandescente tradicional y, por lo tanto, emite mucha más luz. Las potencias que oscilan entre 20 y 100 Watt se utilizan generalmente para linternas subacuáticas. Cuanto más potente es la bombilla, más paquetes de baterías se requieren y éstos deberán ser adecuados para garantizar una autonomía suficiente: una buena solución es usar lámparas de 50W donde es posible obtener una autonomía de 50/60 minutos con baterías de tamaño medio. Ventajas: excelente reproducción cromática, bajo costo, buena resistencia y durabilidad. Desventajas: batería de baja duración o paquetes de baterías grandes y pesados.
- Las **Lámparas HID** (High Intensity Discharge), es decir, descarga de alta intensidad, no tienen filamento metálico y la luz se produce mediante una descarga eléctrica continua entre dos electrodos rodeados de un gas, generalmente Xenon. Para generar la descarga inicial se requiere un voltaje de decenas de miles de voltios, por lo que deben ser controlados por un componente electrónico especial que posteriormente se encarga de reducir el voltaje y estabilizar la luz. Ventajas: luz brillante y buena autonomía. Desventajas: costo muy elevado, sensibilidad a los golpes y a encendidos repetidos. Hasta hace unos años representaban la única alternativa a las lámparas halógenas y por ello han tenido moderada difusión, especialmente en el buceo técnico, a pesar de las grandes limitaciones que acabamos de ver.
- Las **Lámparas LED** utilizan eficientemente las propiedades ópticas de los semiconductores para producir luz: el término "LED" es un acrónimo que significa "diodo emisor de luz", es decir, "un diodo que emite luz". Los LED aprovechan las propiedades ópticas de algunos materiales semiconductores para producir fotones (en la banda visible o infrarroja). Cuando se usa un LED, siempre es necesario tener electrónica que lo controle para limitar la corriente y mantenerla dentro de los valores permitidos para evitar que el LED se queme. A diferencia de lo que se cree comúnmente, los LED también producen calor pero lo retienen en el interior y deben diseñarse y montarse cuidadosamente para disiparlo en el exterior, especialmente los de alta potencia que normalmente se utilizan para luces subacuáticas, de lo contrario, el LED mismo se destruirá. Las lámparas led tienen muchas ventajas: autonomía, dada por bajo consumo, resistencia a golpes y vibraciones (no hay

filamento que se pueda romper), excelente resistencia y duración (50.000 horas contra 1000 horas de una halógena), alta eficiencia, amplia gama de colores disponible y pequeñas dimensiones. Desventajas: costo medio, requiere control electrónico, potencia unitaria no muy alta de un solo LED (para obtener altas emisiones es necesario acoplar más LED y enfocar con precisión la luz de todos ellos para obtener un haz uniforme). Hay que decir que la tecnología LED está evolucionando muy rápidamente y se están introduciendo en el mercado LED cada vez más potentes.

Ahora que los LED de potencia son una realidad consolidada, HID es una tecnología destinada a reducir su tamaño, o bien a desaparecer, al menos en el mundo subacuático, como sucedió a la lámpara halógena que fue la más utilizada hasta principios de la primera década de 2000.

Para comparar las fuentes de luz conviene comprender el significado de algunos términos identificando sus características: Watt, Lumen y Lux.

- Los **Watt** representan el consumo de energía y, debemos recordar que cuanto más potente es una lámpara, más energía consume (con la misma batería se descarga antes), y a menudo se toman como referencia para medir su eficiencia, pero cada fuente de luz tiene un rendimiento diferente, un espectro diferente, temperatura de luz dife-

Photo © Francesco Pacienza

rente, y cada lámpara tiene una parábola con un ángulo de emisión diferente; compararlos en vatios, por lo tanto, no tiene mucho sentido.

- **Lumen** es el flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido (un cono de un grado para que se entienda) y por lo tanto representa la intensidad luminosa de una lámpara: esencialmente se puede decir que dos fuentes de luz que emiten los mismos lúmenes son igualmente poderosas. Esto no significa que el haz de luz de dos lámparas con los mismos lúmenes sea el mismo porque luego intervienen otros factores: las características de la parábola (superficie reflectante) y la lente, la amplitud del cono de luz emitida, la temperatura de color de la luz (nuestro ojo percibe mayormente la luz amarillo-verde).
- **Lux** también es una medida de luz pero en lugar de medir la luz emitida en un cierto ángulo, como lo hace el lumen, el lux mide el poder lumínico sobre una superficie, 1 lux equivale a 1 lumen por metro cuadrado. Con los mismos lúmenes emitidos y a la misma distancia de una superficie (por ejemplo, un metro), una lámpara con un haz más ancho produce menos lux que una lámpara con un haz concentrado a pesar de tener la misma potencia lumínica. Entonces, si no se conoce el ángulo del haz de luz y la distancia de iluminación, incluso el lux tiene un significado muy relativo al evaluar la potencia de una linterna de buceo. Como referencia, puede ser útil saber que la luz de la luna llena alcanza un máximo de 1 lux, el sol al amanecer o al atardecer alcanza los 400 lux, en un día cubierto de nubes alcanza los 1.000 lux y en un día despejado la iluminación del suelo es de entre 30.000 y 100.000 lux.

Es muy importante al momento de comprar una linterna, asegurarse de que haya sido construida específicamente para buceo y que no sea simplemente una linterna impermeable, resistente al agua pero no a la presión. Comprar la linterna en una tienda especializada en la venta de equipos de buceo garantiza la posibilidad de elegir entre diferentes modelos dentro de los que son aptos para seer sumergidos.

SISTEMAS DE DEMARCACIÓN INDIVIDUAL

Algunos buzos también usan una luz amarrada a los grifos del tanque, que sirve para indicar su propia posición a los compañeros de inmersión.

A menudo, desafortunadamente, se utilizan lámparas químicas desechables que están construidas con un tubo de plástico flexible dentro del cual se encuentra un pequeño vial con dos sustancias químicas que, una vez que se mezclan a través de la rotura por doblado del tubo, emiten un fenómeno de luminiscencia química, produciendo una luz de color difusa.

SNSI se opone al uso de accesorios como estos productos ya que, una vez agotado su efecto, no son fáciles de desechar y por tanto son perjudiciales para el medio ambiente. Existen en el mercado lámparas especiales conocidas como **Lámparas Stick**, pequeñas y de colores, equipadas con baterías que desempeñan a la perfección el papel de la luz química, con la ventaja de que se pueden utilizar muchas veces y las baterías se pueden recargar o desechar en contenedores especiales para la recolección de residuos diferenciados (reciclado). Otra alternativa pueden ser las **Lámparas Mini Flash** de colores, equipadas con un sensor húmedo que se encienden en cuanto entran en contacto con el agua y se apagan cuando se secan. Pero incluso en este caso, una vez que se agota la batería pequeña, deben reemplazarse por completo.

Todo buceador debe recordar que el objeto de su propia diversión es el medio acuático, muy delicado y sensible a la contaminación. Cada uno de nosotros debe sentir el compromiso y el deseo de poner de nuestra parte para reducir el impacto de nuestra presencia en el mundo submarino. Si aún no lo has hecho, puedes pedir información a tu Instructor y participar en el curso ***SNSI Ocean Guardian*** que te convertirá en un ciudadano consciente capaz de contribuir a mejorar y cuidar el planeta, incluso a través de pequeñas acciones cotidianas, y hará de tí un buceador responsable y atento, listo para proteger el ambiente acuático.

MANTENIMIENTO

Sea cual sea el tipo de linterna que elijas, siempre debes garantizar un buen mantenimiento para este tipo de equipo. Las lámparas y luces subacuáticas están diseñadas y fabricadas para minimizar el riesgo de fallos y excluir eventos de corrosión, utilizando para su construcción materiales especiales y tratamientos de sus superficies; sin embargo, el mantenimiento adecuado puede aumentar su vida útil.

Después de cada inmersión en el mar, enjuaga siempre las partes externas con agua del grifo fresca, preferiblemente ligeramente tibia activando, mientras lo haces, las partes móviles como el bloqueo de seguridad o

el interruptor de encendido. Esta operación permite eliminar por completo los residuos de sal acumulados en la superficie de la linterna y en sus cavidades externas. Antes de quitar la tapa de recarga de baterías o abrir el compartimiento de la lámpara, debes secarlo completamente para evitar que entre agua.

Después de su uso, siempre recarga el paquete de baterías, nunca se debe permitir que las baterías recargables se descarguen por completo, esto podría comprometer seriamente su rendimiento y su vida útil. Terminada la fase de carga, debes permite que el sistema de iluminación se enfríe antes de cerrarlo. Luego, guárdalo en un lugar seco y templado.

Otros elementos a tratar con cuidado son los o'rings también llamados "juntas tóricas": antes de volver a colocar la tapa de recarga o volver a cerrar el compartimiento de las lámparas, es necesario comprobar que se encuentren en buenas condiciones y asegurarse de que estén bien limpios y lubricados con grasa de silicona (libre de hidrocarburos) para evitar filtraciones de agua dentro de la linterna con el consiguiente daño a las partes eléctricas y/o al sistema de iluminación.

06. LA ORIENTACIÓN NOCTURNA

Bucear en la oscuridad dificulta la orientación, por eso, para disfrutar de una inmersión nocturna con la máxima comodidad y diversión, hay que poner en práctica lo aprendido sobre la navegación submarina. Como ya mencionamos, es fundamental realizar una inmersión nocturna en un lugar donde se realizó el buceo durante el día (al menos uno de ellos): esto te permitirá reconocer los puntos de referencia útiles para la orientación.

Las dificultades de orientación durante el buceo nocturno a veces no dependen de un escaso conocimiento del sitio de buceo o de haber tomado puntos de referencia inadecuados, sino de problemas de visión. Uno de los problemas más comunes es la llamada **Miopía Espacial**, un deterioro temporal de la capacidad de ver a distancia. En grandes espacios abiertos, en ausencia de señales reconocibles, puede ocurrir este desorden visual, que de hecho puede afectar al buceador cuando se encuentra a media agua durante una inmersión nocturna. La ansiedad y la mirada fija en partículas suspendidas en el agua pueden incrementar el efecto de la miopía espacial, hasta el punto de provocar mareos y

desorientación. A veces, en tales condiciones, es difícil establecer dónde está la superficie. En esta situación, muchos buzos poco entrenados reaccionan ascendiendo incontrolablemente. Por el contrario, la respuesta correcta a una situación de este tipo, consiste en establecer inmediatamente contacto con tu pareja o con un objeto fijo, especialmente la línea de descenso/ascenso. Si has perdido a tu pareja y estás lejos del cabo, una solución puede ser estabilizarte abrazando tu torso, observa tus burbujas que siempre van hacia arriba y por lo tanto indican dónde está la superficie.

Para prevenir este trastorno, basta con interrumpir con cierta frecuencia la visión remota, mirando al compañero de buceo, el fondo marino o la pared que está explorando. La planificación adecuada de la inmersión y el uso de la línea de descenso/ascenso evitará que el buceador tenga esta experiencia desagradable.

Photo © Alessio Dallai

07. VISIÓN EN LA OSCURIDAD

Otro factor que es esencial conocer para una inmersión nocturna exitosa es la adaptación del ojo humano a la oscuridad.

La **Adaptación a la Oscuridad** es la capacidad de ver en condiciones de poca luz. Si el ojo se expone a una luz brillante, inmediatamente pierde su capacidad de ver con poca luz.

Si los ojos de un buceador que se encuentra en un entorno oscuro son repentinamente impactados por una luz fuerte, perderán su adaptación a la oscuridad por un lapso corto de tiempo. Aunque la adaptabilidad del ojo humano es alta, el órgano de la visión no se recupera inmediatamente cuando sufre un cambio violento en la intensidad de la luz.

La causa de esto se encuentra en el pigmento de las células de los Bastones (responsables de la visión en la oscuridad): cuando éstas son impactadas por una luz fuerte pierden su color y en consecuencia la agudeza visual en condiciones de poca luz. Desde el momento en que el pigmento de los bastones sufre una decoloración completa, se requieren algunos minutos para recuperar la adaptación a la oscuridad completamente. En la práctica, si el buceador queda temporalmente afectado y pierde la capacidad de ver en la oscuridad, no la recuperará por completo en forma inmediata, hasta despues de unos minutos, por eso es tan importante que nunca dirijas el haz de luz de tu linterna a los ojos de tus compañeros de inmersión.

También existen otros factores que pueden influir en la adaptación a la oscuridad, como respirar mezclas pobres en oxígeno, o la presencia monóxido de carbono en el aire respirable que pudiera haber ingresado al cilindro al momento de la compresión, al rellenar el cilindro; monóxido proveniente de los gases de escape o humo de cigarrillo, todo esto produce un aumento del tiempo necesario para la adaptación a la oscuridad.

Para evitar problemas relacionados con la adaptación a la oscuridad, por ejemplo, se puede utilizar una máscara con lentes rojizos que, al filtrar la luz blanca, reducen el tiempo de adaptación a tan solo unos minutos. De hecho, los bastones son casi insensibles a los colores de la longitud de onda roja, y es por ello que los instrumentos del panel de control en la cabina de los aviones y algunos vehículos de alta gama están iluminados con luz roja. Si se usa el mismo color para instrumentos subacuáticos, se pueden obtener ventajas significativas.

Para que sea divertido, el buceo debe realizarse con la condición de ver lo mejor posible bajo el agua. Al bucear de noche hay que recordar que los ojos necesitan algo de tiempo para adaptarse a la oscuridad, y que es relativamente fácil perder la adaptación a la visión nocturna si te iluminan el rostro con la luz de una linterna. ***Por lo tanto, nunca dirijas la luz de tu linterna a los ojos de tus compañeros de buceo.***

Photo © Alessio Dallai

08. REALIZANDO LA INMERSIÓN NOCTURNA

Como ocurre con todas las inmersiones, preparar y realizar la inmersión nocturna requiere una serie de pasos que los buceadores deben seguir cuidadosamente:

LA PROGRAMACIÓN DE LA INMERSIÓN

Al igual que con cualquier plan de buceo, lo primero que debes hacer es asegurarte de que las condiciones ambientales sean buenas. El buceo nocturno ciertamente no es una actividad para practicar si el clima y el mar no son buenos, a los mismos obstáculos a enfrentar en el buceo diurno, hay que sumar las dificultades de la oscuridad. Es por eso que solo hacemos buceo nocturno cuando las condiciones climáticas son perfectas.

Photo © Alessio Dalla

Una parte importante de la planificación del buceo es elegir la hora de la inmersión. Las condiciones ideales para una inmersión nocturna también se dan inmediatamente después del atardecer, cuyo horario cambia mucho de una temporada a otra: en verano, cuando los días son más largos, puede ser necesario esperar incluso más allá de las 9 PM en algunas latitudes; en invierno, los días más cortos pueden permitirte entrar al agua incluso al final de la tarde (antes de las 6 PM). Esto va a depender del lugar del mundo en donde estés planificando tus buceos nocturnos junto con la estación del año que transites: invierno o verano.

También es recomendable, como en todas las inmersiones, contar con una persona cualificada que permanezca en superficie todo el tiempo que dure la inmersión en caso de que se requiera asistencia, tanto para inmersiones desde tierra como desde barco. En algunos países para el buceo desde embarcación, la ley requiere que tengas a bordo a una persona autorizada para dirigir el bote y brindar asistencia si fuera necesario. La persona que se quede por asistencia también podrá supervisar el funcionamiento de las luces de superficie así como, en el caso de buceo desde la costa, las pertenencias, ropa de los buzos, y ayudar en las fases de entrada y salida del agua.

Habitualmente el tiempo de inmersión "nocturna" es mayor, ya que la profundidad se limita a unos pocos metros: aunque el límite máximo establecido por el SNSI sea, como hemos visto, 18 metros/60 pies, los buceadores tienden a permanecer dentro de los 12 metros/40

pies (especialmente en mares tropicales) que son ideales para admirar la vida nocturna. Los entusiastas de la fotografía submarina de noche utilizan la lente "macro", que les permite fotografiar a los animales más diminutos y suelen pasar todo el tiempo de buceo a una profundidad de unos pocos metros, manteniéndose dentro de un radio de 5-10 metros del punto de descenso para recopilar bellas imágenes de la vida submarina.

No olvides, al planificar la inmersión, revisar el procedimiento a seguir en caso de pérdida de contacto entre compañeros de buceo. Lo primero que debes hacer en este caso es apagar tu linterna y hacer un giro completo sobre ti mismo: si tu pareja está cerca no te será difícil localizar su linterna. Si no hay rastro del acompañante, vuelve a encender la linterna y regresa a la superficie. Si los dos buceadores realizan el mismo procedimiento se encontrarán en la superficie en unos minutos.

Si uno de los compañeros no aparece en la superficie en un lapso de 2 a 3 minutos, pide ayuda y da la alarma a la embarcación o a la costa.

COMUNICACIÓN NOCTURNA

El conocimiento de las señales para comunicarse es muy importante para una inmersión nocturna exitosa y segura. Si usas el mismo sistema aprendido para las inmersiones diurnas, tu compañero no podrá ver lo que quieres comunicar a menos que ilumines con la linterna la mano que hace las señales.

Para comunicarse de noche, además de iluminar la mano, es posible comunicarse directamente con el haz de luz, por esta razón es fundamental conocer las señales que se pueden hacer con la linterna:

- para hacer la señal OK, dibuja círculos grandes con la luz;
- para atraer la atención de tu pareja, mueve rápidamente hacia arriba y hacia abajo;
- para comunicar que algo anda mal, mueve el haz de luz rápidamente hacia los lados;

Es fundamental recordar que cuando te comunicas bajo el agua con tu pareja nunca debes iluminarle la

Mira el Video de Señales para la Comunicación Nocturna

cara. Si quieres llamar la atención de tu compañero que en ese momento mira hacia otro lado, bastará con iluminar su cuerpo.

EL CONTROL PRE-INMERSIÓN

Es importante que las parejas de buceo realicen un minucioso control previo a la inmersión, prestando especial atención al equipo específico para la noche. Después de haber realizado las comprobaciones que habitualmente haces antes de cada inmersión (chequeo de compañeros), es aconsejable asegurarte de que las linternas estén funcionando correctamente, tanto las primarias como las secundarias. Si el Stick se ha montado en el grifo del cilindro, este es el momento de encenderlo. Finalmente, repasar con la pareja las señales junto con la linterna es fundamental para asegurar un buen entendimiento mutuo bajo el agua. Es una buena idea no encender la linterna mucho tiempo antes de entrar al agua para evitar que se sobrecaliente innecesariamente, pero recuerda hacerlo un momento antes de caer o entrar al agua: ¡una linterna apagada, mal asegurada que cae al fondo es realmente difícil de encontrar!

Photo© Alessio Dallai

No cometas el error de entrar al agua hasta que esté todo listo. Están en juego la seguridad y la integridad mutuas, tuya y de tu acompañante. Por lo tanto nadie, ni el compañero, ni el divemaster o el capitán del barco, debe tener prisa: comenzar la inmersión y cuándo hacerlo es una decisión que depende única y exclusivamente de la persona directamente interesada y protagonista del buceo.

EL DESCENSO

Para hacer más agradable el buceo nocturno, como hemos dicho, es imprescindible utilizar una línea de descenso/ascenso. Es preferible utilizar una cuerda separada de la del ancla, a la que se fijan las luces estroboscópicas; pero si esto no está disponible, la luz estroboscópica se puede fijar en el cabo o en la cadena del fondeo/ancla.

Es importante hacer más lento el descenso a medida que te acercas al fondo, para evitar levantar sedimentos y reducir aún más la visibilidad, además de evitar dañar el medio ambiente.

MIENTRAS BUCEAS

Durante el buceo nocturno también es fundamental respetar el sistema de compañeros.

Una vez en el fondo, unos segundos son suficientes para establecer la posición. Es muy útil combinar la navegación natural con la brújula: sin duda es una buena

oportunidad para poner en práctica lo aprendido durante la parte dedicada a la navegación en este curso *SNSI Advanced Open Water Diver*.

Para un uso sencillo de la brújula durante el buceo nocturno, recuerda hacer que su cuadrante sea fluorescente iluminándolo durante unos segundos antes de iniciar la navegación y sostén la linterna en la otra mano para iluminar el camino frente a tí.

Mira el Video del Uso de la Brújula en el Buceo Nocturno

La mayoría de las veces, sin embargo, la navegación natural es más que suficiente, precisamente porque la observación de la intensa vida nocturna del fondo marino se practica sobre todo en las áreas rocosas, donde se refugian criaturas más pequeñas. Sorprende descubrir cuántos y cuán diferentes son en tan poco espacio; es solo cuestión de moverse lentamente y sumar y compartir tu observación con la de tu compañero de inmersión.

Es fácil distraerse y olvidar chequear los instrumentos cuando se está en un entorno tan distinto, en presencia de formas de vida tan maravillosas. Pero la situación debe estar siempre bajo control, sin interrupción, de parte de cada uno de los dos componentes de la pareja de buceadores quienes deben informarse entre sí la cantidad de aire disponible (recuerda que los manómetros de buena calidad, como las brújulas, tienen un cuadrante fluorescente y bastará con iluminarlos unos segundos para que sean visibles durante unos minutos), si se sumergen para recorrer una pared deberán revisar los ordenadores/computadoras para que no superen la profundidad planificada, y para asegurarse de volver a la superficie con una cantidad de aire razonable, basta con aplicar la "**Regla de los Tercios**": un tercio del aire para ir, un tercio para regresar, un tercio para volver a superficie, considerando que siempre deben contar con un mínimo de 50 atmósferas/750 psi en el tanque por cualquier emergencia.

BIOLUMINISCENCIA

Para informarnos más sobre "Luz e inmersión nocturna" necesitamos mencionar a la **bioluminiscencia**, un fenómeno natural por el cual los organismos vivos pueden emitir luz gracias a algunas reacciones químicas que tienen lugar en su cuerpo. En los organismos marinos, los órganos productores de luz se denominan fotóforos y están presentes principalmente en peces, cefalópodos, cnidarios y otros invertebrados.

Entre las manifestaciones más espectaculares de este fenómeno se encuentra la bioluminiscencia del plancton marino que crea fenómenos de llamativas estelas luminosas, claramente visibles incluso desde el superficie y que pueden llegar a proporcionar una suave luz ambiental. La bioluminiscencia observada en las olas del mar es producida por el fitoplancton. Esta es la razón por la que, en determinadas zonas y épocas del año, se puede presenciar el brillo nocturno de las olas en la costa.

Una interesante actividad que el Instructor SNSI realizará durante la inmersión nocturna es el llamado "minuto de oscuridad": con los buzos dispuestos en círculo de tal manera que estén en contacto entre sí, el Instructor dará la indicación de apagar todas las linternas, incluyendo -si es posible- los Sticks de luz colocados en los grifos de los cilindros (luces de posición). Pasados unos segundos te darás cuenta de que tu visión mejorará considerablemente y llegarás a ver algo incluso sin linternas, sobre todo si el agua está clara y hay luna. Si luego comienzas a mover el agua con las manos, gracias a la bioluminiscencia del plancton, podrás ver puntos brillantes frente a tí y a tu alrededor.

Mira el Video del
Minuto de Oscuridad

EL ASCENSO Y LA SALIDA

Si la planificación de la inmersión se ha hecho a conciencia y se han utilizado luces estroboscópicas, volver a la línea de ascenso o a la orilla será sencillo: tendrás que acercarte con tu compañero hacia las luces de referencia, prestando atención al ritmo de ascenso con tu computadora.

Al acercarte a la línea de ascenso, deberás tener cuidado de no mirar directamente el destello de la luz estroboscópica, ya que demasiada luz te haría perder la visión nocturna, como ya mencionamos.

La parada de seguridad a 3-5metros/10-15 pies durante 3-5 minutos es una regla que debe seguirse para cualquier tipo de inmersión. Si estás al límite de tu suministro de aire, utiliza el cilindro de "respeto" (como suele llamarse) colocado al comienzo de la inmersión debajo del barco a una profundidad de 6 metros. Este cilindro debe estar con el paso de aire cerrado para evitar que se vacíe accidentalmente mientras los buzos están sumergidos. En cambio, las mangueras dispensadoras montadas en el cilindro de reserva deben dejarse bajo presión, para evitar que cualquier movimiento de la botella y las mangueras/latiguillos provoquen un aumento en la presión del agua circundante en el botón de purga y se abra la válvula dispensadora de aire. En este caso, si el látigo/manguera tuviera presión en su interior, dejaría penetrar cierta cantidad de agua que dañaría el regulador. Para permitir que los buceadores ubiquen fácilmente el cilindro de seguridad, es recomendable colocar una linterna de luz difusa en los grifos.

Mira el Video de la Salida

DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

Muchos buzos creen que la inmersión termina una vez que regresan a la superficie. No es así. Muchos accidentes ocurren precisamente en estos momentos, cuando los buceadores, una vez han bajado el nivel de atención, pierden la concentración y olvidan los procedimientos necesarios para finalizar su actividad sin

esfuerzo. Una inmersión, por otro lado, solo se puede considerar realmente terminada cuando todos los participantes han salido del agua. Por tanto, una vez hayas llegado a la superficie, primero debes asegurarte de haber inflado bien el chaleco y los compañeros deben ayudarse entre sí en la fase de salida.

Apaga la linterna solo cuando estés fuera del agua, pero no la mantengas encendida innecesariamente "en seco" para evitar que se sobrecaliente.

Concluir la inmersión registrándola en la ***Aplicación MySNSI*** es la mejor manera de registrar parte de las emociones que acabas de vivir y recordarlas a lo largo del tiempo.

09. LA VISIBILIDAD LIMITADA

Bucear, durante el día, con visibilidad limitada requiere las mismas habilidades que se utilizan en cada inmersión, con el agregado de una atención especial a la navegación y la relación con el compañero.

Antes de examinar los aspectos prácticos de esta categoría de buceo es bueno saber cuáles pueden ser las causas de la visibilidad limitada: todos los buceadores saben que bajo el agua la calidad de la visibilidad está determinada en gran medida por la mayor o menor concentración de partículas en suspensión. Las zonas en las que la baja visibilidad es una constante, suelen deber esta situación a la continua entrada al mar de agua de río, vehículo de sedimentos y material biológico procedente de tierra adentro. Este lodo se deposita gradualmente en el fondo marino en un sustrato de limo muy fino y muy ligero, que se puede levantar con facilidad y, una vez suspendido, tarda mucho en volver a caer al fondo.

Si el fondo está formado por sedimentos más pesados, como grava o arena gruesa, es más difícil, si no imposible, que éstos queden en suspensión y, en cualquier caso, si esto sucediera, se sedimentan muy rápidamente. También cabe destacar que la presencia de vegetación submarina mejora la visibilidad del agua ya que tiene un efecto filtrante y sedimentador.

Por tanto, se puede decir que las características del fondo son determinantes para la visibilidad y que por lo tanto, algunas zonas tienen una visibilidad limitada casi permanente.

Photo © Stefano Cerbai

Sin embargo, áreas que suelen tener aguas muy claras pueden presentar periódicamente condiciones de visibilidad limitada, generalmente como consecuencia de fenómenos atmosféricos. Las lluvias muy fuertes, por ejemplo, pueden arruinar por completo una visibilidad que de otro modo sería muy buena, especialmente si se ha deforestado la tierra cerca del agua. Hay áreas tropicales donde las lluvias torrenciales caídas en terrenos deforestados han devastado grandes extensiones de arrecifes.

Incluso el mar embravecido puede empeorar la visibilidad, elevando y removiendo las partículas en suspensión, y también las mareas que, subiendo y bajando el nivel del mar, arrastran la suspensión especialmente en el período de baja mar y cerca de barreras naturales o artificiales. En estas circunstancias, además, no solo se deteriora la visibilidad, sino que también la inmersión se vuelve más exigente debido a las variaciones en la fuerza y dirección de la corriente.

Otras causas de visibilidad limitada son las termoclinas (capas de agua con una temperatura homogénea pero más baja que la capa superior, característica de los mares templados), la coloración del agua y la floración del plancton. En estos casos el tipo de fondo no afecta la visibilidad. En el caso de las termoclinas, dado que las masas de agua con distintas temperaturas también tienen diferentes densidades, puede ocurrir que las diferentes capas sean alternativamente claras o turbias.

También podemos mencionar que algunos ríos desembocan en aguas del mar en las que el tanino liberado por las raíces de ciertos árboles se diluye en altos porcentajes. Se utilizó, en siglos pasados, para teñir las velas de los barcos con un color parduzco uniforme, y obviamente le da el mismo color al agua en la que se disuelve.

El plancton puede ser uno de los factores más limitantes de la visibilidad. Con la llegada de la primavera y el verano, aumentan la temperatura y la luminosidad bajo el agua, haciendo florecer (asi se conoce a este proceso) el fitoplancton, es decir, las algas microscópicas, de las que se alimenta el zooplancton, animales igualmente pequeños, primer eslabón de la gigantesca cadena alimenticia del mar. En este punto la transparencia del agua realmente puede reducirse dramáticamente.

El conocimiento de los factores que determinan la visibilidad, coloca al buceador en condición de comprender el grado de transparencia del agua de una determinada zona cuyas características conoce.

10. BUCEAR CON VISIBILIDAD LIMITADA

Cada inmersión provoca algo de estrés. Bucear con visibilidad limitada lo aumenta, ya que implica el instinto del temor a lo desconocido. En el curso ***SNSI Rescue Diver***, aprenderás cómo el estrés puede causar en el buceador un comportamiento peligroso y erróneo que se evitaría en condiciones normales. Por lo tanto, es necesario considerar el factor de estrés en la planificación de la inmersión con visibilidad limitada y la disminución del nivel de habilidad en el buceador, requerido para este tipo de inmersiones, reducción debida a la poca o escasa visibilidad. En la práctica, debes disminuir la profundidad máxima de la inmersión, recorrer distancias más cortas, chequear a tu compañero e instrumentos con más frecuencia.

Ponerse de acuerdo sobre cómo mantener el sistema de compañeros y evitar la pérdida de la pareja es una parte fundamental de la planificación de una inmersión con visibilidad limitada. Ambos acompañantes deben esforzarse por permanecer unidos: no perderse de vista en ningún momento, nadar a la misma velocidad y profundidad, mantenerse a una distancia tal que puedan establecer contacto físico, nunca desviarse hasta el punto de no poder verse mutuamente.

En condiciones de visibilidad reducida, cuando ésta sea inferior a un metro, es imprescindible mantener el contacto físico sujetando el equipo del compañero, de la mano, o mediante el uso de una cuerda de conexión que los dos buzos sostengan, y que debe ser de una longitud que no exceda los dos metros, preferiblemente flotante para que sea menos probable que quede atrapada en el fondo y adicionalmente, de color amarillo. Los dos buceadores también pueden ponerse de acuerdo sobre las señales que se pueden hacer a través de ese cabo:

- 1 tirón = "OK".
- 2 tirones = "quieto, cambia de dirección".
- 3 tirones = "volvamos a superficie".

En caso de pérdida del compañero, debes utilizar el mismo procedimiento aprendido en el curso ***SNSI Open Water Diver***: gira sobre ti mismo para ver al compañero, mira hacia abajo, mira hacia arriba, si no encuentras a tu pareja en un minuto, vuelve a la superficie, siempre a velocidad controlada. El compañero seguirá el mismo procedimiento y de esa forma los buzos se encontrarán

SNSI Rescue Diver

en la superficie. Cuando la visibilidad es pobre, la búsqueda puede limitarse a 30 segundos.

Al bucear con visibilidad escasa, una de las principales causas de estrés es la pérdida de orientación. Por lo que es bueno iniciar una inmersión en condiciones de visibilidad limitada manteniéndose en contacto con una línea de descenso y si es necesario considerar la posibilidad de utilizar una línea especial armada de la siguiente manera: un carrete cargado con una línea delgada, cuyo extremo se puede amarrar al cabo de descenso. Dado que el carrete suelta la línea a medida que el buceador se aleja del punto de inicio de la inmersión, será muy fácil volver a él: simplemente vuelves a enrollar (recobrar) la línea en el carrete hasta que encuentres el extremo que estaba sujeto al cabo de descenso.

En algunas áreas con poca visibilidad permanente, pero que son muy populares, se han trazado caminos reales bajo el agua, con puntos fijos en el fondo, particularmente adecuados para buceadores menos experimentados.

Una consideración importante a tener en cuenta se refiere al uso de linternas para bucear con visibilidad li-

mitada. Esta condición generalmente hace innecesario el uso de fuentes de luz artificial, ya que el haz de luz es reflejado por partículas en suspensión; una linterna puede ser útil para leer los instrumentos.

Bucear con visibilidad limitada, si se realiza sin el tipo de cabo antes mencionado (el amarrado a la línea de descenso o cabo de Arianna), requiere buenas habilidades en navegación submarina. Muchos optan por bucear en aguas con poca visibilidad precisamente para desarrollar sus destrezas y divertirse desafiándose a sí mismos a usar la brújula. Como aprendimos en el Capítulo de Navegación de este manual ***SNSI Advanced Open Water Diver***, el uso de la brújula requiere total confianza en el instrumento, que se pone a prueba cuando la visibilidad es realmente pobre y los buzos tienden a seguir sus instintos más que las indicaciones leídas en sus propios instrumentos.

11. CONCLUSIÓN

Hemos decidido tratar el buceo nocturno y el buceo con visibilidad limitada por separado por las características que diferencian las dos actividades. Sin embargo, tienen en común una peculiaridad muy importante: El buceador que bucea de noche o con visibilidad limitada tiene más posibilidades de centrar su atención como observador en las miles de formas de vida, pequeñas o incluso difíciles de ver a simple vista, presentes bajo la superficie de las aguas.

Bucear en aguas cristalinas durante el día lleva al buceador a distraerse en busca de encuentros "impresionantes" con animales grandes que no siempre pueden encontrarse y especialmente no en todas partes del mundo. En cambio, la vida "más pequeña" está presente en rocas, fondos arenosos, naufragios/pecios y otros arrecifes artificiales, con formas y colores extraordinarios: aprender a "ver" y "apreciar" significa descubrir algo nuevo y diferente en cada inmersión.

Mira el Video de la Especialidad SNSI Night Diver

Photo © Stefano Cerbai

PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 3

1. La profundidad máxima permitida durante el buceo nocturno es:
   - O 24 metros / 80 pies.
   - O 30 metros / 100 pies.
   - O 18 metros / 60 pies.

2. ¿Cuál es el primer color que se absorbe en el agua?
   - O Rojo.
   - O Amarillo.
   - O Azul.

3. ¿Cuántas linternas debe llevar un buceador durante una inmersión nocturna?
   - O Dos linternas.
   - O Solo una, la segunda es opcional.
   - O La linterna no es obligatoria.

4. En presencia de una fuerte fuente de luz, el Iris se vuelve...
   - O Más grande.
   - O Más chico.
   - O Permanece igual.

5. ¿Qué lámpara se amarra a la línea de descenso?
   - O La luz estroboscópica.
   - O La Lámpara Stick.
   - O La linterna secundaria.

6. En la comunicación utilizando un cabo con visibilidad limitada, dos tirones significan:
   - O "OK".
   - O "quieto, cambia de dirección".
   - O "Volvamos a superficie".

Photo © Alessio Dallai

La Exploración de los Naufragios

SNSI Wreck Trek Diver

WRECK TREK DIVER

SNSIREC

CAPÍTULO 4:

LA INMERSIÓN PROFUNDA

01. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los que aprenden a bucear tarde o temprano sienten la necesidad de llegar más profundo. Los más apasionados comienzan el curso de primer nivel preguntando cuál será la profundidad máxima que se puede alcanzar y cómo llegar allí. De hecho, el buceador se siente atraído generalmente por la profundidad, en busca de sensaciones o algo especial para ver. Luego están aquellos que anhelan profundidad solo para probarse a sí mismos o satisfacer el impulso de hacer algo arriesgado, y esto es una tontería en sí misma y es oportuno pensar si vale la pena esto.

Gran parte del interés por el buceo es psicológico y el deseo de profundidad es a menudo un "truco de la mente". Quienes se acerquen al buceo profundo deben contar con los requisitos necesarios de experiencia, sentido común, confianza y auto control.

El buceador responsable solo considera el buceo profundo cuando se siente perfectamente cómodo dentro del rango de los 24 metros/80 pies. La cantidad de inmersiones que necesita completar con éxito antes de profundizar depende sobre todo del nivel de entrenamiento individual logrado hasta el momento. Esta es la razón por la que en el curso ***SNSI Advanced Open Diver*** hay un capítulo específico dedicado a la formación para el buceo profundo.

La autodisciplina es esencial y fundamental para quien quiere bucear profundo. El buceador perezoso probablemente no utilizará el razonamiento y la disciplina necesarios para planificar mentalmente la inmersión, comprobar el equipo y la cantidad de aire disponible varias veces y con atención, vigilar a su compañero, analizar la compatibilidad entre profundidad y tiempo de inmersión. Además de todo esto, ¿qué necesita saber un buceador, que no sea un principiante, para realizar un buceo seguro dentro de los límites del buceo recreativo? La ventaja de la capacitación formal no es solo adquirir experiencia bajo una supervisión competente, sino también adquirir los conocimientos teóricos necesarios para comprender el significado de la inmersión profunda con todos sus matices.

02. CUÁNDO ES PROFUNDA LA INMERSIÓN

En todos los debates sobre buceo profundo se afirma que el significado del término "profundo" es muy relativo. Para algunos, -18 metros/-60 pies ya pueden representar una inmersión profunda, mientras que para otros es -39 metros/-130 pies. La experiencia personal y las condiciones ambientales marcan una gran diferencia, pero la definición aceptada, al menos por la mayoría de las organizaciones de entrenamiento recreativo, es que cualquier inmersión por debajo de los 18 metros/60 pies se define como profunda.

La razón por la que se eligieron los 18 metros/60 pies es que más allá de esta profundidad los tiempos de no descompresión disminuyen drásticamente; algunos

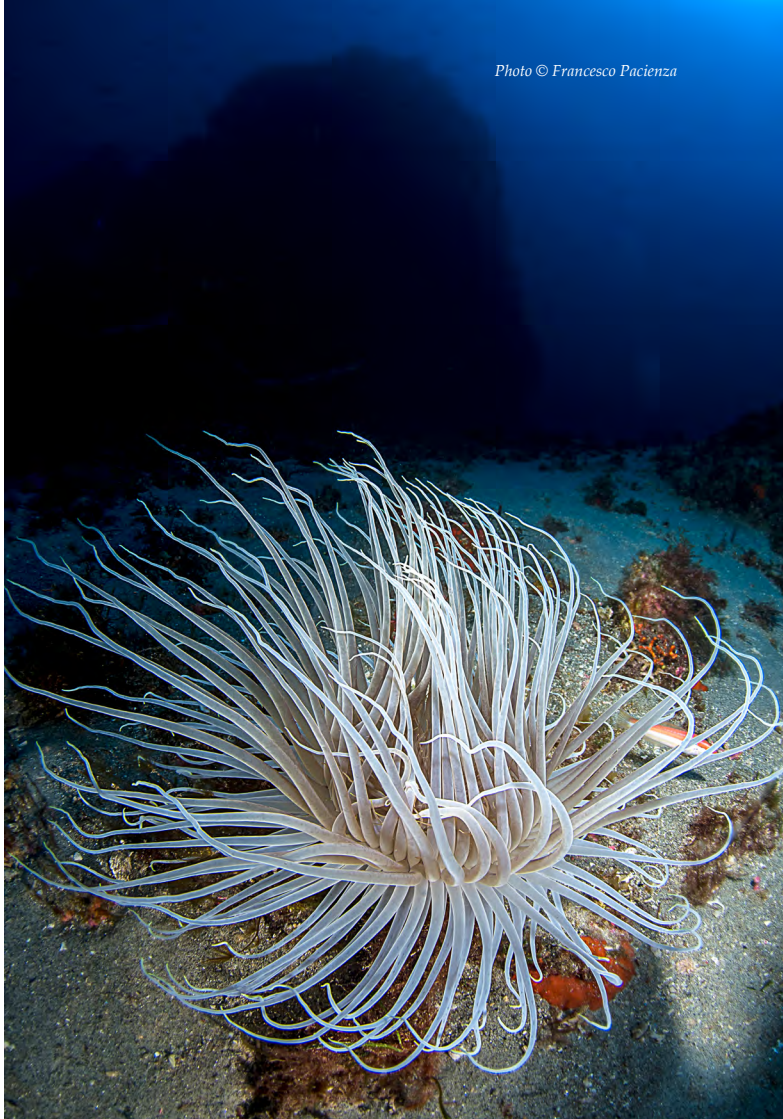


Photo © Francesco Pacienza

Photo © Alessio Dallai

buceadores comienzan a sentir los signos de una leve narcosis de nitrógeno y tener que resolver emergencias por falta de aire se vuelve mucho más problemático.

Por su parte, SNSI, si bien comparte plenamente las razones enumeradas anteriormente, cree que el buceo debe considerarse profundo cuando alcanza o supera los 24 metros/80 pies. La motivación para esto no es arbitraria, ni teórica, sino estadística. Analizando los datos sobre accidentes de buceo publicados hasta el momento, 24 metros/80 pies parecen representar una profundidad crítica: de hecho, un análisis estadístico preciso muestra que el riesgo de accidentes aumenta sustancialmente cuando los buzos superan los 24 metros/80 pies. Por lo tanto, en el Sistema Didáctico SNSI, cada inmersión más allá de los 24 metros se considera como profunda.

Se debe agregar una nota a esta definición: generalmente el límite para el buceo recreativo se establece en 30 metros/100 pies y el límite para el buceo recreativo para buceadores especializados en buceo profundo es de 39 metros/130 pies.

SNSI ha desarrollado un curso recreativo adicional para aquellos que quieran un "disfrute" más completo del buceo: el curso ***SNSI Recreational Deco Diver***, durante el cual utilizarás el mismo equipo que en el buceo profundo, pero con algunas precauciones, como la adición de un cilindro de descompresión que contenga Nitrox 32. El curso te permite bucear hasta 45 metros/150 pies con un tiempo máximo de descompresión de 15 minutos. Como buceador avanzado, a medida que au-

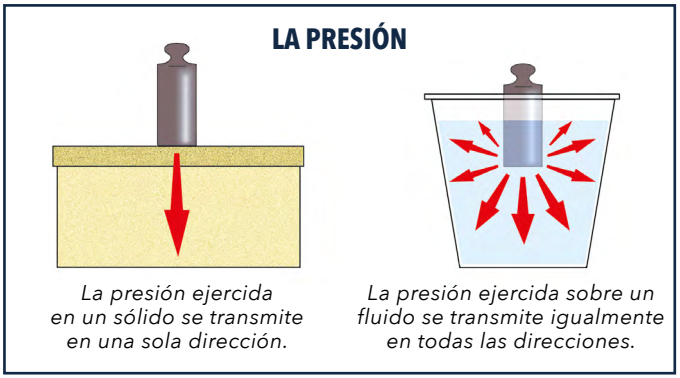
mente tu experiencia, te darás cuenta de que el límite de tus inmersiones se convertirá en la curva sin descompresión en lugar del suministro de aire. Con el curso *SNSI Recreational Deco Diver* podrás alargar tus tiempos bajo el agua y por tanto tu diversión..

03. LA FÍSICA Y EL BUCEO

Ya desde el curso *SNSI Open Water Diver* has aprendido cuáles son las aplicaciones de las leyes físicas que experimentas durante y después de una inmersión. En esta parte del curso *SNSI Advanced Open Water Diver* se profundizará en estos conceptos y sus efectos en el cuerpo humano en inmersión, con el objetivo de conocer la atención que se debe prestar al planificar y realizar un buceo profundo. En el Capítulo 1 de este manual se ha tratado extensamente el Principio de Arquímedes y las variaciones de la flotabilidad según la profundidad: el buceador, a pesar de ser positivo en superficie, a medida que desciende se vuelve cada vez más negativo debido tanto a la disminución de volumen del traje por el aplastamiento provocado por el aumento de presión, como a la compresión y reducción de volumen de todas las cavidades corporales y objetos que contienen gas y, por lo tanto, son comprimibles.

04. LA PRESIÓN

Sabemos que el agua es entre 700 y 800 veces más densa que el aire; por esta razón, cuando estás sumergido, estás sometido a un aumento considerable de presión.

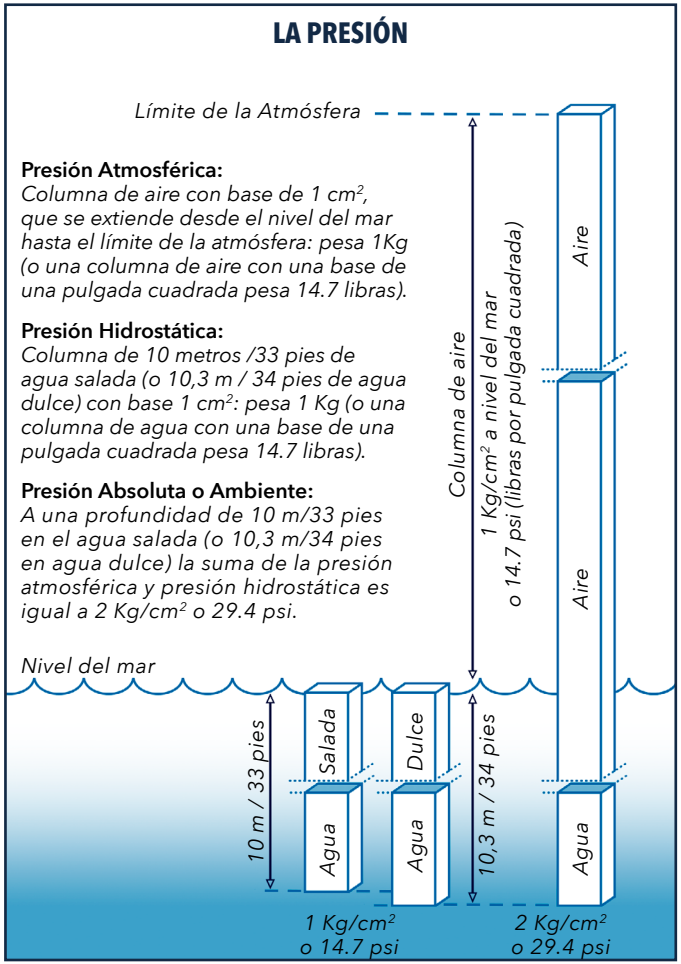


La **Presión** se define como una fuerza ejercida sobre una superficie. Para propósitos subacuáticos, es importante distinguir la diferencia entre la presión ejercida sobre un fluido y la presión ejercida sobre un sólido. La presión que se ejerce sobre un fluido se transmite en todas direcciones con la misma intensidad (Ley de Pascal), mientras que la presión que se ejerce sobre un sólido se transmite linealmente a lo largo de la línea que parte del punto donde se ejerce la fuerza.

Por esta razón, los humanos pueden sumergirse a grandes profundidades sin ser "aplastados". De hecho, la presión del agua que envuelve al cuerpo humano de manera uniforme en todos los puntos de su superficie, está contrarrestada por la incompresibilidad de los fluidos corporales y por el hecho de que los gases contenidos en los pulmones están siempre en equilibrio con la presión externa, dado que el regulador suministra aire a presión ambiente.

Es necesario recordar las diferentes definiciones de presión que un buceador debe conocer: Presión Atmosférica, Presión Hidrostática y Presión Ambiental o Presión Total. La **Presión Atmosférica** viene dada por el peso del aire que rodea la superficie terrestre, la Presión Hidrostática está dada por el peso del agua que rodea al buceador y la Presión Ambiental o Presión Total es la presión a la que un buceador está sometido en la inmersión: es el resultado de la suma de la Presión Atmosférica y la Presión Hidrostática, es decir, la presión de la columna de aire más la del agua encima nuestro cuando estamos bajo la superficie del mar o cualquier otro reservorio de agua.

La presión atmosférica al nivel del mar está dada por el peso de una columna de aire que tiene una base de un centímetro cuadrado y una altura igual a toda la atmósfera. El peso de esta columna es de 1,033 kilogramos (o 14.7 psi, libras por pulgada cuadrada). Asimismo, la presión atmosférica viene dada por el peso de una columna de mercurio que tiene como base un milímetro cuadrado y una altura de 760 mm /29.92 inHg. Esto significa que en ambos casos, en la base de la columna (es decir, al nivel del mar) hay una presión de 1,033 kilogramos por centímetro cuadrado (o 14.7 psi). Esta medida equivale a aproximadamente 1,01 bar, valor que, precisamente en función de cómo se calculó, a menudo se denomina 1 atmósfera y, por tanto, equivale a 760 mmHg / 29.92 inHg (Hg es el símbolo del mercurio). En terminología subacuática, las dos unidades de medida se suelen utilizar indistintamente: atmósfera (atm) y bar.

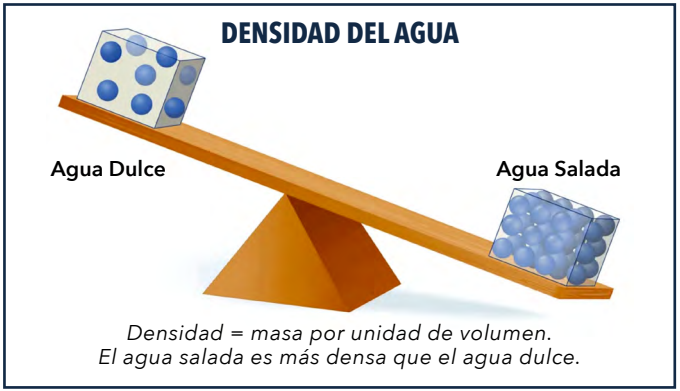


Analizando lo dicho en el párrafo anterior es evidente que la Presión Atmosférica disminuye al subir a las montañas; la baja presión atmosférica de las altas montañas afecta al buceo en altitud (se considera que bucear en altitud es bucear a una altura superior a 300 m/1000 pies sobre el nivel del mar).

La **Presión Hidrostática**, en cambio, equivale al peso de una columna de agua salada con una base de un centímetro cuadrado (o 1 pulgada cuadrada) y 10 metros/33 pies de altura (por lo tanto, 1 metro cúbico de agua); la columna ejerce una fuerza (peso) de 1,03 kilogramos sobre la base y, por lo tanto, la presión bajo una columna de agua salada de 10 metros /33 pies es de 1 kilogramo por centímetro cuadrado (o14.7 libras por pulgada cuadrada), lo que aproximadamente podemos llamar 1 atm (o 14.7 psi). Como ya vimos en el Capítulo 1 de este manual, el agua dulce tiene una densidad menor que la del agua salada; por tanto, para obtener la presión correspondiente a 10 metros /33 pies de agua salada se necesitan 10,3 metros /34 pies de agua dulce.

El agua es incompresible si no se utilizan determinadas técnicas físico-químicas, por lo que la presión en inmersión se distribuye en la misma medida en toda su masa. La presión aumenta con la profundidad de forma lineal, es decir, 1 atmósfera (o 14.7 psi) por cada 10 metros /33 pies de agua salada.

De todo esto se deduce que la presión aumenta aproximadamente en 0,1 bar (o atm) por cada metro (o 0.45 psi por pie) de agua salada y en 0,097 bar (o atm) por cada metro (o 0.43 psi por pie) de agua dulce.



Densidad = masa por unidad de volumen.
El agua salada es más densa que el agua dulce.

05. DENSIDAD

Hemos dicho varias veces que el agua es más densa que el aire y que el agua salada es más densa que el agua dulce; ahora debemos centrarnos en el concepto de densidad. La densidad es la medida de la compresión de las moléculas de una sustancia en particular, es decir, cuanto más cerca están las moléculas que componen una sustancia, mayor es el número de moléculas contenidas en un volumen dado, más densa es la sustancia. Por tanto, la **densidad** se define como la cantidad, es decir, la masa, de sustancia por unidad de volumen.

Es necesario distinguir la densidad del **peso específico**, ya que el peso específico se refiere al peso de un material dado por unidad de volumen.

La densidad de una determinada sustancia no siempre es constante, sino que varía con ciertos factores

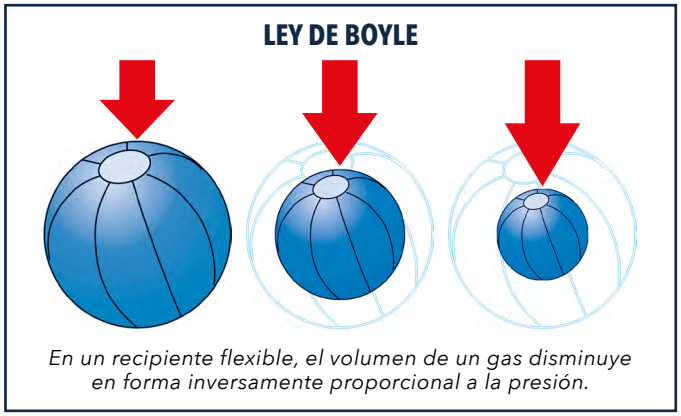
como la temperatura y la presión (para sustancias comprimibles).

De hecho, la temperatura aumenta la distancia entre las moléculas de una sustancia, cambiando así su densidad. Por ejemplo, el agua caliente tiene una densidad más baja que el agua fría. Si combinamos agua caliente con agua fría en un recipiente y no lo agitamos, el agua caliente no se mezclará con la fría rápidamente; esto creará capas de agua a diferentes temperaturas. Este fenómeno (estratificación térmica) se encuentra fácilmente en lagos profundos durante la temporada de verano, cuando la capa de agua superficial alcanza temperaturas que incluso superan los 25°C/77°F mientras que en profundidad la temperatura permanece mucho más baja, generalmente no superior a 10°C/50°F. La capa superficial de agua menos densa y cálida se llama *epilimnio*, mientras que la capa más densa y fría se llama *hipolimnio*. Entre las dos capas hay un área donde hay un cambio repentino de temperatura llamado **termoclina**. Si el agua es clara, el buceador puede ver la variación en la densidad del agua de las dos capas.

Las variaciones en la densidad de la materia con variaciones en la temperatura y la presión son temas importantes de estudio para los buceadores, especialmente cuando nos referimos a los gases que respira el buceador (aire y Nitrox) como la materia involucrada.

06. LOS GASES Y SUS LEYES

Durante el curso *SNSI Open Water Diver* aprendiste que es necesario compensar el efecto que produce la

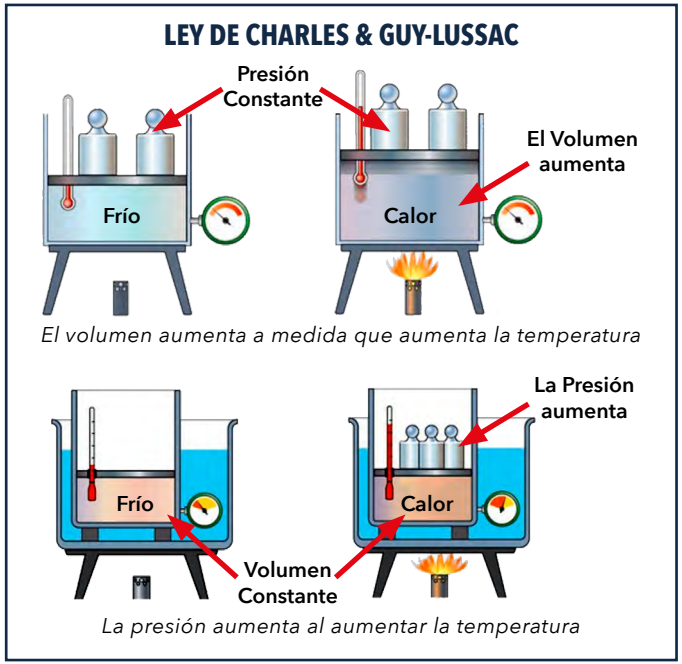


En un recipiente flexible, el volumen de un gas disminuye en forma inversamente proporcional a la presión.

presión sobre los gases: el químico irlandés Robert Boyle (1627-91) estableció el hecho de que "a temperatura constante el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión a la que se somete el gas".

De la **Ley de Boyle** se puede deducir que, al cambiar la presión y, en consecuencia, la densidad del propio gas, un cierto volumen de gas puede llenar recipientes de diferentes capacidades. Por ejemplo, el cilindro utilizado para bucear puede contener cantidades variables de aire a pesar de tener una capacidad fija.

La Ley de Boyle requiere que haya un factor constante: la temperatura. De hecho, el volumen de un gas varía no solo cuando varía la presión, sino también cuando varía la temperatura. Los físicos franceses **Charles y Guy-Lussac** observaron que a medida que aumenta la temperatura, aumenta el volumen del gas y viceversa. Esta es la razón por la cual cuando los cilindros se dejan



El volumen aumenta a medida que aumenta la temperatura

La presión aumenta al aumentar la temperatura

al sol, su presión interna aumenta. Esto también ocurre durante la carga realizada con un compresor: de hecho al final de la carga el cilindro está caliente porque la mezcla gaseosa que se ha introducido bajo presión está caliente, y esta presión disminuirá a medida que disminuya la temperatura de la mezcla. Esto sucede porque el recipiente de gas (el cilindro) es rígido; si no fuera así, se inflaría como si fuera un globo. Las variaciones volumétricas de los gases en relación a la presión a la que están sometidos son las que más influyen en la actividad del buceador.

Es sencillo verificar lo que acabamos de enunciar con un ejercicio que el Instructor SNSI demostrará durante la inmersión: tomamos una botella de agua vacía (recomendamos el uso de una botella plástica de medio litro), en la superficie quitamos el tapón de la misma y lo conservamos, la invertimos y empezamos a descender manteniendo la botella en posición vertical, boca abajo para no dejar salir el aire. A medida que continuamos descendiendo, observarás que el agua penetra gradualmente dentro de la botella. De hecho, la presión comprime el aire contenido en la botella a la presión ambiente y el agua ocupa su lugar. A una profundidad de 10 metros/33 pies, el nivel del agua estará exactamente en el medio de la botella; de hecho, la presión ambiental a -10 m/-33 pies es el doble que en la superficie y, por tanto, el volumen de aire se habrá reducido a la mitad. Continuando el descenso, el espacio que ocupa el aire en la botella seguirá disminuyendo mientras que el nivel del agua aumentará: a una profundidad de 20 metros/66 pies el nivel del agua habrá llenado 2/3 de la botella, a 30 metros/ 99 pies el agua habrá llenado las 3/4 partes de la botella.

Si durante el ascenso mantenemos siempre la botella en posición vertical, podremos observar que el nivel del agua disminuye de la misma forma que había aumentado durante el descenso; alcanzado los 10 metros/33 pies de profundidad, cerraremos firmemente la botella con el tapón, y luego continuaremos el ascenso.

Mira el Video de la Botella Invertida

La botella se volverá muy rígida y tenderá a hincharse: basta pensar que la cerramos a una profundidad de 10 metros/33 pies y luego la llevamos a la superficie, la presión del aire contenido en su interior es de 2 atm/29.7 psi (la misma presión a la que se inflan los neumáticos de un automóvil).

Otra demostración práctica de variaciones volumétricas se puede hacer descendiendo con una pelota de tenis. A unos 22 metros/72 pies de profundidad, la pelota se aplasta de repente y a -30 metros/100 pies se colapsa por completo. Durante el ascenso se produce el efecto contrario, hasta que, una vez en la superficie, la pelota recupera su forma original.

Mira el Video de la Pelota de Tenis

La comprensión del concepto de densidad y los efectos del aumento de la presión sobre los volúmenes de un gas introduce una comprensión de la acción directa e indirecta de la presión sobre el buceador.

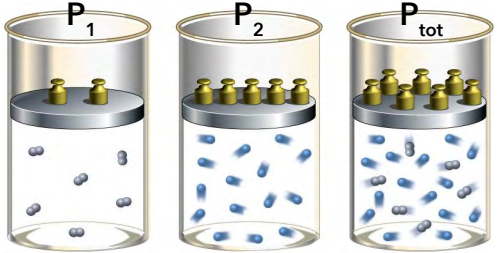
07. DALTON

El gas que respiran los buzos es una mezcla, es decir, la combinación de varios gases. Ya sea que el buceador respire aire o Nitrox, la mezcla siempre está compuesta en gran parte de nitrógeno y oxígeno; lo que cambia, como ya aprendimos en el curso básico, son los porcentajes de los dos gases presentes en la mezcla. Por conveniencia, se hará referencia al aire en los siguientes ejemplos, sabiendo que los conceptos expresados son aplicables a Nitrox de la misma manera.

El aire está compuesto por aproximadamente un 21% de oxígeno y un 79% de nitrógeno; decimos "aproximadamente" porque en realidad el porcentaje de oxígeno es ligeramente menor, ya que existen porcentajes insignificantes de otros gases que están presentes en el aire.

El ser humano en superficie, al nivel del mar, respira aire a una presión de 1 atm (= 14.7 psi), lo que significa que respira 0,21 atm (= 3.09 psi) de oxígeno y 0,79 atm (= 11.61 psi) de nitrógeno. El buceador bajo el agua

LEY DE DALTON



"La presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases individuales que la componen".

$$P_{tot} = P_1 + P_2$$

PROFUNDIDAD	PRESIÓN ABSOLUTA	PRESIÓN PARCIAL O_2	PRESIÓN PARCIAL N_2
Superficie	1 atm 14.7 psi	0.21 atm 3.09 psi	0.79 atm 11.61 psi
10 m / 33 ft	2 atm 29.4 psi	0.42 atm 6.17 psi	1.58 atm 23.23 psi
20 m / 66 ft	3 atm 44.1 psi	0.63 atm 9.26 psi	2.37 atm 34.84 psi
30 m / 99 ft	4 atm 58.8 psi	0.84 atm 12.35 psi	3.16 atm 46.45

respira aire a presión ambiental, por lo que a 20 metros/66 pies de profundidad respira aire a 3 atm (= 44.1 psi)de los cuales el 21% es de oxígeno, o 0,63 atm (= 9.26 psi), y el 79% es de nitrógeno, o 2,37 atm (= 34.84 psi). La suma de las presiones parciales de los gases que componen la mezcla es igual a la presión total del gas; esta es la **Ley de Dalton**. En la práctica, se puede decir que cada gas que compone la mezcla se comporta como si ocupara por sí mismo todo el volumen disponible. Este concepto representa la base para comprender los efectos de respirar aire comprimido en el buceador.

08. LA RESPIRACIÓN Y LOS INTERCAMBIOS GASEOSOS

Para comprender los efectos de respirar aire comprimido en el buceador, primero es necesario saber cómo funciona la "máquina humana".

El **sistema respiratorio** está compuesto por las vías respiratorias que mantienen el interior del cuerpo en comunicación con el entorno externo mediante un sistema neuromuscular, los alvéolos, y finalmente las arterias, capilares y venas.

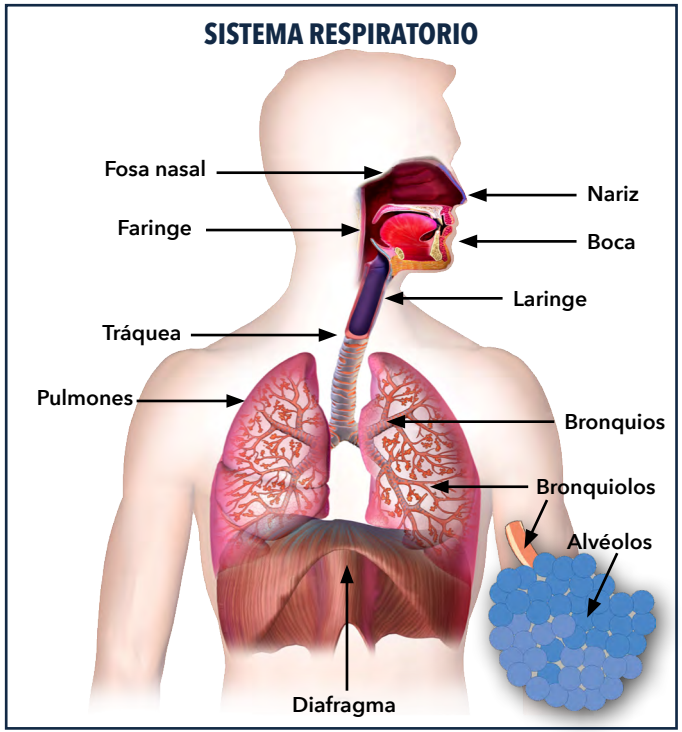
Las **vías respiratorias** son nariz y boca, faringe, laringe, tráquea, bronquios principales (derecho e izquierdo), bronquios, bronquiolos y bronquiolos terminales, estos últimos terminan en cavidades microscópicas llamadas alvéolos. Esquemáticamente este conjunto sería como un racimo de uvas, para ser gráficos, donde las bayas (uvas) son los alvéolos y los bronquios y los bronquiolos el tallo.

El **sistema neuromuscular** consta de un centro respiratorio ubicado en el cerebro, nervios para los músculos respiratorios y los propios músculos respiratorios. La caja torácica (o toráxica), que formada por las costillas sostenidas posteriormente por la columna vertebral y anteriormente por el esternón, protege los pulmones y permite la respiración. Los principales músculos que intervienen en el mecanismo respiratorio son: el **diafragma**, que es como una gran lámina en forma de cúpula, adherida al margen interno de las últimas costillas, con extensión anteroposterior, separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal; los músculos entre las costillas (intercostales); algunos de los músculos del cuello y la cintura escapular.

Los **alvéolos**, millones de diminutas bolsas que contienen dióxido de carbono y oxígeno y, por supuesto, nitrógeno, están formados por una membrana muy fina que por fuera está envuelta en una densa red de capilares. Los alvéolos, con los capilares asociados a ellos, constituyen la *unidad pulmonar básica*.

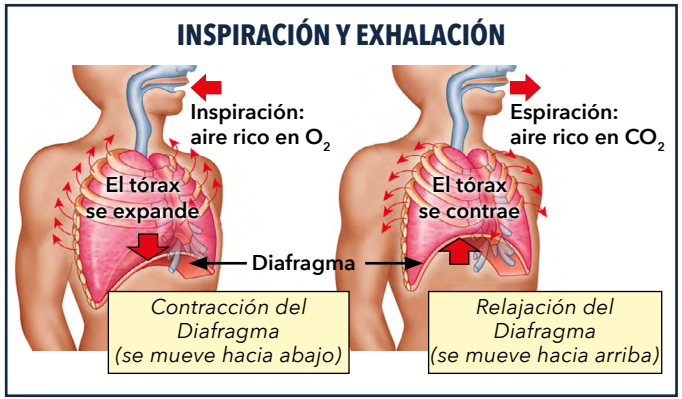
Las **arterias pulmonares** transportan sangre con poco oxígeno desde el corazón a los pulmones; los **capilares** rodean los alvéolos; las **venas pulmonares** transportan sangre rica en oxígeno desde los pulmones hasta el corazón, órgano encargado de bombearla hacia todo el cuerpo.

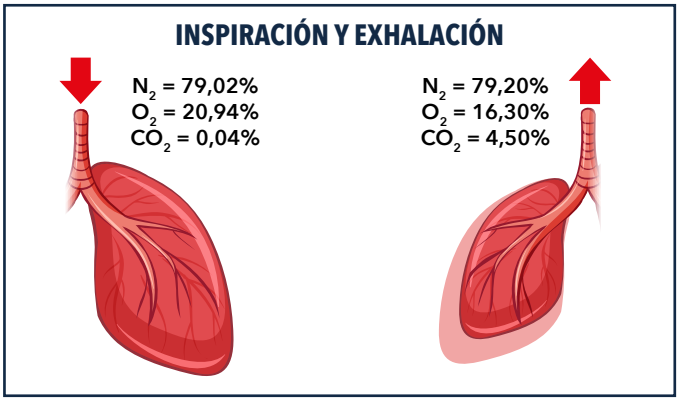
La función del sistema respiratorio es llevar oxígeno del aire del ambiente a la sangre y permitir la eliminación del dióxido de carbono. Las células del organismo necesitan un aporte continuo de oxígeno para cumplir sus funciones y, como resultado del uso de parte del oxígeno, (en el aire exhalado su porcentaje es de alrededor del 16%), se produce dióxido de carbono. El sistema cardiovascular permite el transporte de oxígeno desde los pulmones a las células del cuerpo y la eliminación, a través de los pulmones, del dióxido de carbono producido por las células como deshecho metabólico.



Ya hemos mencionado que el estímulo hacia el acto respiratorio proviene del centro respiratorio ubicado en el cerebro. Lo que te permite cambiar la profundidad y frecuencia de la respiración es el nivel de dióxido de carbono en la sangre arterial. A medida que aumenta este nivel, el centro respiratorio, a través del sistema nervioso, envía un número creciente de señales a los músculos respiratorios; esto conduce a un aumento de la frecuencia y profundidad respiratoria siempre que el nivel de dióxido de carbono no haya disminuido. En este punto, tanto la frecuencia respiratoria como la profundidad vuelven a los valores iniciales. Por lo tanto, existe un mecanismo de control de retroalimentación (señal de retorno) entre el nivel de dióxido de carbono y la frecuencia y profundidad de la respiración. Además de los estímulos mecánicos y químicos, la respiración puede aumentar o disminuir debido a estados emocionales como ansiedad o pánico.

La *inspiración es un proceso activo*. Los músculos intercostales al contraerse levantan las costillas, mien-





tras que la contracción del **diafragma** provoca el aplanamiento y descenso del músculo en la cavidad abdominal. En virtud de estos movimientos musculares, los **pulmones** se expanden, la presión dentro de ellos disminuye en comparación con la externa, permitiendo que el aire ingrese al tracto respiratorio y los pulmones.

La *exhalación es un proceso pasivo*. A medida que los músculos se relajan, las costillas descienden y el diafragma se eleva, lo que reduce la capacidad de la cavidad torácica. Los pulmones, en consecuencia, disminuyen su volumen permitiendo el escape pasivo del aire contenido en ellos.

En cada pulmón hay millones y millones de alvéolos que juntos forman muchos metros cuadrados de superficie (unos 70 m^2). A través de esta superficie se produce el intercambio de gases entre los pulmones y la sangre.

Como mencionamos anteriormente, en el aire atmosférico el oxígeno representa aproximadamente el 20,94% y el nitrógeno el 79,02%; este porcentaje incluye no sólo el nitrógeno propiamente dicho (78,08%), sino también todos los gases raros (argón 0,93%, neón, etc.). El dióxido de carbono se encuentra en porcentajes insignificantes (0,04%).

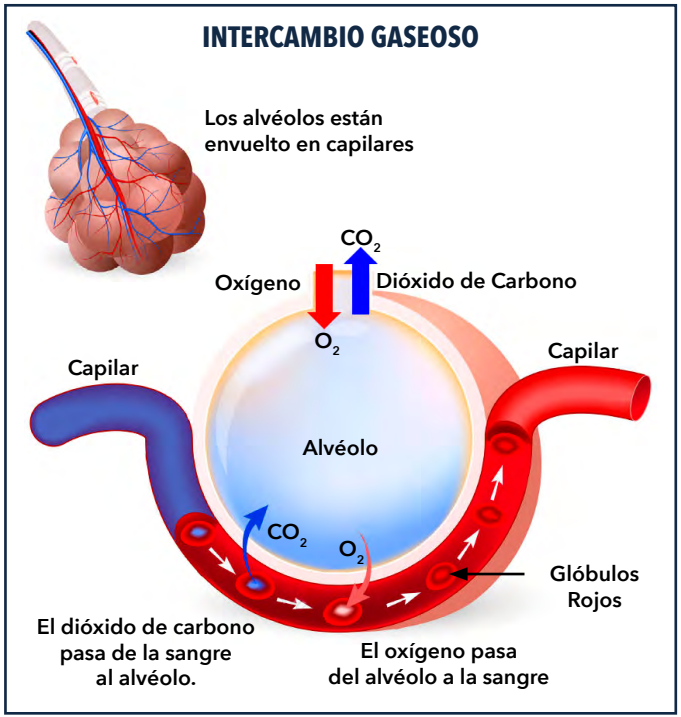
La composición del aire exhalado es significativamente diferente, en cuanto al porcentaje de oxígeno y dióxido de carbono. El oxígeno presente en el aire inspirado, contenido en los alvéolos, pasa a la sangre a través de las paredes alveolares y capilares, mientras que el dióxido de carbono presente en la sangre llega al aire alveolar y se expulsa por medio de la exhalación.

En cuanto al nitrógeno, se puede observar un pequeño aumento porcentual en el aire exhalado. Esta diferencia no es real, sino que simplemente está relacionada con las proporciones variables de oxígeno y

dióxido de carbono en el aire exhalado. El nitrógeno atmosférico es un gas inerte que no participa en ninguna reacción química en el cuerpo y en la respiración sirve solo como diluyente de oxígeno. Sin embargo, este gas normalmente se disuelve en la sangre y también es absorbido por todos los tejidos (en mayor cantidad por las grasas) sin combinarse con ningún componente ni metabolizarse de ninguna forma, ante un aumento de presión en el gas respirado.

El intercambio de gases se produce gracias al **gradiente de presión**, es decir, a la diferencia de presión parcial de oxígeno entre el aire alveolar y el contenido en la sangre.

Sabemos que la presión atmosférica al nivel del mar es de 1 atm (o 14.7 psi). La presión del aire es la suma de las presiones parciales de cada gas que lo compone y la presión parcial de cada gas es estrictamente proporcional al porcentaje del gas en la mezcla. También se sabe que un gas tiende a pasar de un punto con mayor presión a otro con menor presión, siempre que exista esa diferencia de presión (gradiente). La sangre que circula en los capilares de la pared muy fina de los alvéolos pulmonares y que se encuentra casi en contacto con el aire contenido en los alvéolos, llega a los pulmones a través de las arterias pulmonares y es sangre pobre en oxígeno, ya que procede de los tejidos del cuerpo donde cedió oxígeno y se enriqueció con dióxido de carbono. En los tejidos, la presión parcial de oxígeno es menor que la contenida en el aire alveolar mientras que la del dióxido de carbono es mayor.



Existe entonces un gradiente (diferencia de presión) entre los gases en sangre que llegan a los alvéolos y el aire contenido en ellos: sucede que una cierta cantidad de oxígeno se difunde desde el alvéolo a la sangre, y una cierta cantidad de dióxido de carbono se difunde de la sangre al aire alveolar. A nivel de los tejidos del cuerpo tiene lugar un procedimiento similar pero en

sentido contrario: es decir, la sangre que sale de los pulmones, rica en oxígeno, está en contacto con las células y los líquidos de los tejidos que son ricos en dióxido de carbono y pobres en oxígeno, ya que este último se ha consumido parcialmente. Por tanto, hay difusión de gases en ambas direcciones, pero en este caso el oxígeno pasa de la sangre a las células y el dióxido de carbono de las células a la sangre. Aquí la sangre pierde la característica de sangre arterial, se convierte en sangre venosa y regresa a los pulmones para oxigenarse.

Los buzos necesitan saber cuál es el papel de la sangre en el transporte de gases.

La sangre contiene diferentes tipos de células, incluidos los glóbulos rojos, que son responsables de transportar oxígeno. Cada uno de los glóbulos rojos contiene una sustancia llamada hemoglobina que es capaz de unirse químicamente a muchos tipos de gases. La hemoglobina tiene una gran afinidad con el oxígeno, de hecho, la mayor parte del oxígeno que pasa desde los alvéolos hacia los capilares se combina muy rápidamente con la hemoglobina. Es importante comprender que los gases son transportados por la sangre en forma de moléculas ligadas químicamente a la hemoglobina y no en forma de burbujas.

El dióxido de carbono es el producto del metabolismo celular (deshecho) y puede causar un daño significativo cuando excede ciertos niveles límite: por lo tanto, el exceso debe eliminarse del cuerpo rápidamente después de que las células lo hayan producido. El nivel de dióxido de carbono presente en el cuerpo es

Photo © Diego Zanlorenzi

importante, porque si aumenta, estimula la ventilación pulmonar, es decir, la frecuencia y profundidad de la respiración con el objetivo cierto de eliminar el exceso de dióxido de carbono. El exceso de dióxido de carbono en el cuerpo produce **hipercapnia**, mientras que una disminución de su nivel por debajo de los valores normales produce **hipocapnia**. Ambos pueden tener efectos fisiológicos que afectan la actividad del buceador. La hipercapnia es causada por dificultad para respirar del regulador, o por mala técnica respiratoria, como por ejemplo, la respiración realizada con inhalaciones cortas y superficiales. Un regulador defectuoso que no proporciona suficiente aire puede llevar al buceador a la hipercapnia, así como el buceador que para ahorrar aire, hace una pausa demasiado larga entre una respiración y la siguiente, aumentará significativamente el nivel de dióxido de carbono en su cuerpo. El espacio dentro de la nariz, boca y otras vías respiratorias hasta los bronquíolos se denomina espacio anatómico muerto, ya que el aire contenido en ese espacio no llega a los alvéolos y por lo tanto no participa en el intercambio de gases. Ahora sucede que, si la respiración es rápida y superficial, el aire exhalado cargado de dióxido de carbono permanece en el espacio muerto y se volverá a inhalar con la siguiente inhalación. Por lo tanto, un ciclo continuo de respiraciones breves y superficiales provocará una acumulación de dióxido de carbono (hipercapnia).

Otro factor que puede conducir a un intercambio de aire deficiente en las vías respiratorias es la densidad del aire respirado y la resistencia a la inhalación y exhalación. Inhalar y exhalar a través del regulador requiere más esfuerzo que la respiración normal de aire atmosférico (superficie) ya que el agua, que está fuera del regulador, es más densa que el aire y los músculos respiratorios durante la inhalación deben hacer más esfuerzo para mover el dispositivo de la segunda etapa del regulador (apertura de las válvulas) y durante la inhalación vencer así la resistencia que presentan los conductos del equipo al aire que debe pasar por ellos. Por tanto, la exhalación, que en superficie es un acto pasivo, se convierte en un acto activo durante una inmersión. Cuanto más profunda es la inmersión, más denso es el aire que respira el buceador y mayor es el esfuerzo de exhalación. Para comprender mejor este concepto, imagínate una habitación medio vacía de la que un grupo de gente pueda salir rápidamente; para la misma sala, ahora llena de gente, se tardará más que antes para que todas las personas que están dentro puedan salir. Cuando la densidad del aire aumenta debido a la profundidad, la resistencia que encuentra el aire para atravesar el equipo se puede comparar con la salida de personas de una habitación llena de gente.

Para evitar la hipercapnia es importante utilizar equipos de calidad, bien mantenidos, para respirar profunda y lentamente sin pausa durante la inmersión y limitar la profundidad del buceo dentro de los límites del buceo recreativo.

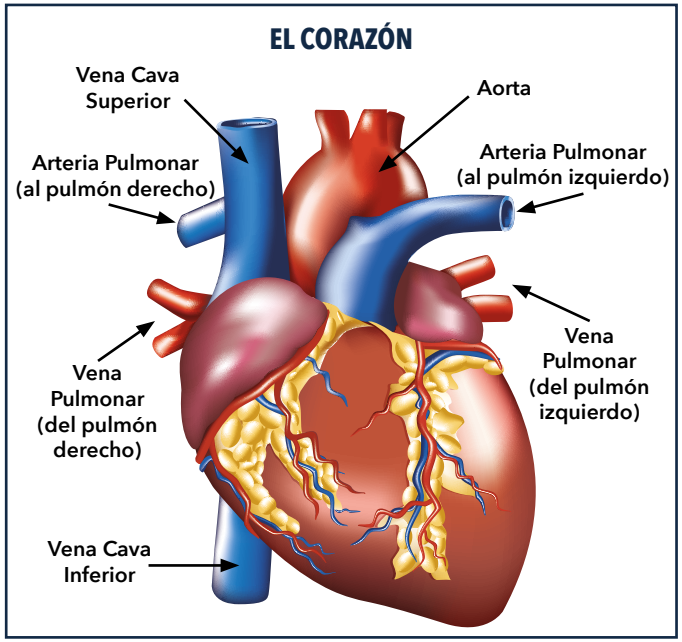
Los síntomas de la hipercapnia son: dolor de cabeza, náuseas, somnolencia; en casos severos, temblores, calambres de los músculos del pecho y pérdida del co-

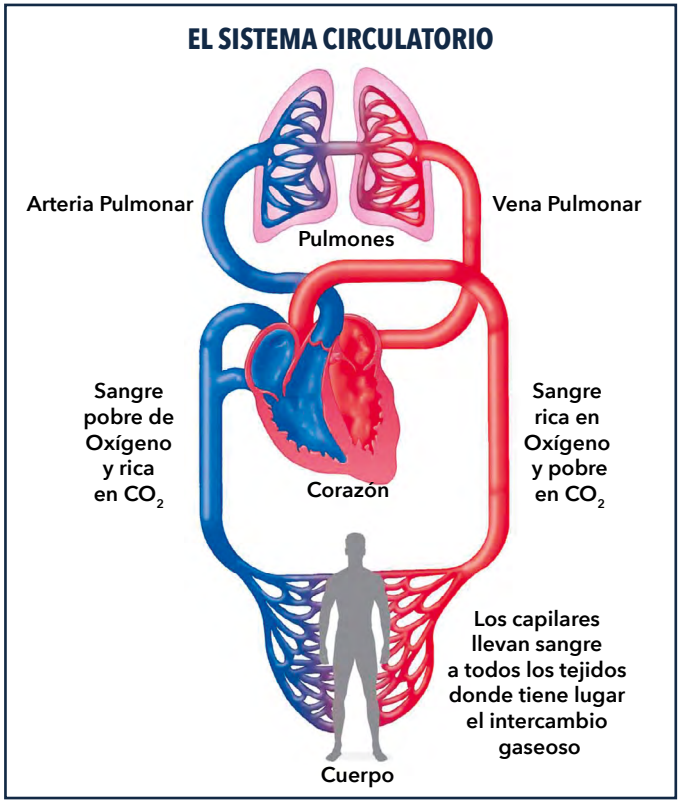
nocimiento. La administración de oxígeno puro (donde la ley local lo permita) no siempre resuelve un problema de hipercapnia con la rapidez deseada.

El sistema respiratorio reacciona muy rápidamente a eventos como ansiedad, estrés y pánico bajo el agua. Puede suceder que, de forma deliberada o inconsciente, la concentración en el ritmo respiratorio lleve a una respiración excesiva o incorrecta. Este fenómeno se llama hiperventilación. Respirar profunda y rápidamente, superando las necesidades del cuerpo, provoca una disminución del nivel de dióxido de carbono y un ligero e insignificante aumento de la cantidad de oxígeno en la sangre. Cuando se reduce la cantidad de dióxido de carbono en el cuerpo de un buceador, la capacidad de contener la respiración aumenta considerablemente: es por eso que los atletas que establecen récords de apnea realizan una hiperventilación prolongada antes de la ejecución de una inmersión. La hiperventilación puede ser muy peligrosa, porque prolongar la apnea después de una hiperventilación excesiva retrasa el estímulo para respirar y puede provocar hipocapnia (disminución del nivel de dióxido de carbono en los tejidos) y pérdida del conocimiento. Al igual que ocurre con la hipercapnia, la prevención para evitar la hipocapnia es respirar regular y continuamente durante toda la inmersión.

Pero, ¿cómo es el transporte de oxígeno de los pulmones a las células y de dióxido de carbono de las células a los pulmones? El **sistema circulatorio** se encarga de transportarlos mediante la sangre. Está formado por el corazón, arterias, venas y capilares; su función es la de hacer circular la sangre por todos los tejidos corporales con el fin de distribuir el oxígeno a las células que los componen y retirar y eliminar los desechos (dióxido de carbono).

El **corazón** es el órgano clave del sistema circulatorio. Es un músculo hueco que se contrae rítmicamente, funcionando como bomba de presión y succión: empuja la sangre en todas las áreas del cuerpo a través de las arterias y la succiona, llevándola hacia sí mismo por medio de las venas. El corazón está ubicado en la cavidad torácica entre los dos pulmones y descansa sobre el diafragma que lo separa de la cavidad abdominal. Se compone de cuatro cavidades: dos superiores llamadas aurículas y dos inferiores llamadas ventrículos. El corazón también está dividido longitudinalmente, un corazón derecho formado por la aurícula y el ventrículo derechos, y un corazón izquierdo formado por la aurícula y el ventrículo izquierdos. Las cavidades derechas no se comunican con las izquierdas, mientras que cada aurícula se comunica con su ventrículo subyacente a través de un orificio equipado con válvulas de retención llamadas válvulas atrioventriculares. La sangre de la periferia llega a las aurículas a través de las venas, mientras que de cada ventrículo surge una arteria que lleva la sangre a la periferia. Por tanto, se deduce que la sangre que fluye por las arterias tiene un movimiento centrífugo, es decir, desde el centro hacia el exterior; mientras que en las venas la sangre tiene un movimiento centrípeto, es decir, desde el exterior hacia el centro.





Las arterias, alejándose del corazón, se ramifican abundantemente, disminuyen de tamaño (grosor) y toman el nombre de arteriolas; estos luego continúan en vasos aún más delgados llamados capilares arteriales, que fluyen hacia los capilares venosos que luego llegan hacia las venas de mayor calibre. Por tanto, los capilares representan el punto de unión de los dos sistemas, arterial y venoso.

Se dice comúnmente que la sangre arterial siempre es rica en oxígeno mientras que la sangre venosa es rica en dióxido de carbono. Esta afirmación no es correcta, ya que se aplica a todo el sistema circulatorio con solo dos excepciones: la arteria pulmonar y la vena pulmonar.

La arteria pulmonar, que inicia el círculo pequeño o

circulación pulmonar, se origina en el ventrículo derecho y transporta sangre (que llega al corazón a través de las venas) a los pulmones y es rica en dióxido de carbono.

Cuando la arteria pulmonar ingresa a los pulmones, se divide en numerosas ramas que terminan formando una densa red de arteriolas microscópicas que envuelven la pared de los alvéolos pulmonares. Desde aquí la sangre, tras ser oxigenada a través de los capilares, pasa a los vasos venosos que a su vez desembocan en las venas pulmonares que terminan en la aurícula izquierda. Luego, la sangre, a través de la válvula auriculoventricular, es empujada hacia el ventrículo izquierdo desde donde comienza la gran circulación con la arteria aorta, que distribuye sangre oxigenada a todas las partes del cuerpo a través de una vasta red de arterias y arteriolas.

La cantidad de sangre que es empujada (bombeada) por la contracción del ventrículo en las arterias principales, se distribuye gracias a las paredes elásticas de las mismas, a una velocidad de 9 metros por segundo, en la periferia. En las arteriolas, la velocidad se reduce a 1 milímetro por segundo, esto para facilitar los intercambios de gases entre la sangre y las células tisulares.

Llegada al nivel de los tejidos, la sangre arterial cede nutrientes y oxígeno, y recoge sustancias y productos de desecho. Luego pasa por las venas que la devuelven al corazón y precisamente a la aurícula derecha, de aquí a través de la válvula aurículoventricular derecha pasa al ventrículo derecho y se canaliza de regreso a la pequeña circulación a través de la arteria pulmonar.

09. CUANDO EL AIRE RESPIRADO ESTÁ CONTAMINADO

ENVENENAMIENTO POR MONÓXIDO DE CARBONO

El monóxido de carbono (CO) es un gas producido por los procesos de combustión (a veces incompletos) de muchas sustancias y materiales (plásticos, combustibles, etc.). Cuando se respira, incluso en cantidades poco apreciables, el monóxido de carbono es notablemente tóxico para el cuerpo humano, ya que se une muy fácilmente a la hemoglobina: basta con considerar que tiene una afinidad por ella 200 veces mayor que la del oxígeno. La consecuencia que se observa cuando una determinada cantidad de monóxido de carbono se une a la hemoglobina es que esta última deja de transportar oxígeno provocando un estado de hipoxia.

En el buceador, la intoxicación por monóxido de carbono solo puede ocurrir si el aire de los cilindros está contaminado. Esto puede suceder cuando el puerto de entrada del compresor para rellenar los cilindros se encuentra en una posición en la que puede aspirar altas concentraciones de monóxido de carbono, por ejemplo, cerca del escape de los humos de un motor de barco, en carreteras con mucho tráfico o cuando el compresor está averiado y/o equipado con filtros inadecuados.

Existen analizadores, normalmente utilizados por los centros de recarga, que permiten analizar el contenido de los cilindros para comprobar la presencia de CO en las mezclas respiratorias (aire, nitrox, etc.) antes de bucear.

Photo © Diego Zanlorenzi

Los síntomas de la intoxicación por monóxido de carbono difieren según el grado de intoxicación. En intoxicaciones leves, los síntomas son náuseas, vómitos y dolor de cabeza. En las intoxicaciones más graves, la hipoxia puede provocar la pérdida del conocimiento.

En casos más leves, la administración de oxígeno puro es suficiente para eliminar el problema, mientras que en los casos más graves la víctima debe ser sometida a oxigenoterapia en una cámara hiperbárica.

NEUMONÍA LIPOIDEA

Cuando el aire que respiramos está contaminado con aceite, la consecuencia es una neumonía lipoidea.

Este problema ocurre cuando los filtros del compresor que contienen elementos químicos/físicos para retener las impurezas no se reemplazan regularmente, o el aceite de lubricación del compresor se comprime en los cilindros junto con el aire, porque los anillos del pistón permiten fugas del lubricante dentro del cilindro.

La neumonía lipoidea provoca insuficiencia respiratoria debido a que el aceite respirado se estratifica en las paredes alveolares, impidiendo la difusión de los gases respirados. Aquellos que se encuentran con esta condición necesitan tratamiento inmediato en un centro médico.

10. HENRY

Una vez que hayas aprendido sobre el funcionamiento de los sistemas respiratorio y circulatorio y cómo se produce el intercambio de gases en el cuerpo humano, será sencillo comprender qué sucede cuando aumenta

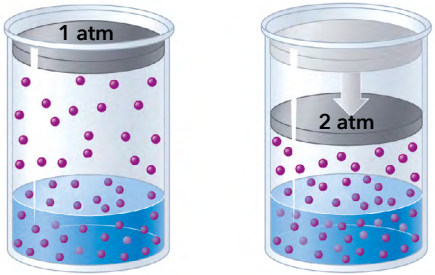
la presión de los gases respirados, como ocurre durante el buceo.

Desde el curso *SNSI Open Water Diver* se han ilustrado los conceptos básicos relacionados con la absorción de gases respirados a altas presiones; durante esta parte del curso *SNSI Advanced Open Water Diver* estos conceptos serán revisados y profundizados.

Como se mencionó anteriormente, los gases se unen a la sangre a través del intercambio gaseoso que ocurre en los alvéolos pulmonares gracias a la diferencia de presión (gradiente) entre el gas contenido en los alvéolos y el líquido contenido en la sangre. Se sabe que cuando el buceador se sumerge respira aire a la presión ambiental. Por lo tanto, la presión del aire presente en los pulmones aumenta proporcionalmente al aumentar la profundidad. En consecuencia, el gradiente de presión entre el aire alveolar y el disuelto en la sangre aumenta y una mayor concentración de gases se disuelve en la sangre lo que, a través del sistema circulatorio, conduce a los distintos tejidos a una mayor cantidad de gas disuelto que allí se difunde. En la práctica podemos decir que cuanto mayor es la presión ejercida sobre un gas en contacto con un líquido, mayor es la cantidad de gas que se disuelve en el líquido: la velocidad con la que un gas se disuelve en un líquido depende también de la afinidad entre los dos componentes; con esto, acabamos de enunciar la **Ley de Henry**, que toma su nombre del apellido del químico-físico inglés William Henry (1775-1836) que llevó a cabo importantes investigaciones sobre la solubilidad de los gases.

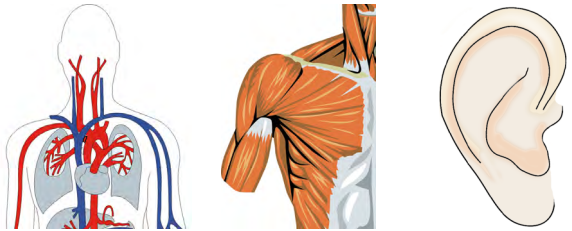
Como ya mencionamos, debemos tener en cuenta que la velocidad de difusión de un gas en un líquido

LEY DE HENRY



"A temperatura constante, la solubilidad de un gas es directamente proporcional a la presión que el gas ejerce sobre el líquido."

TEJIDOS

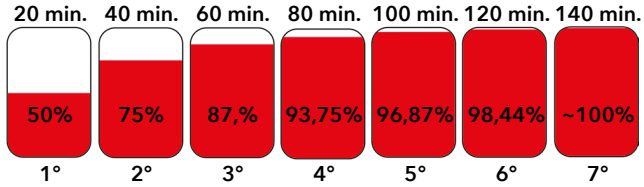


SANGRE **MÚSCULOS** **CARTÍLAGOS**

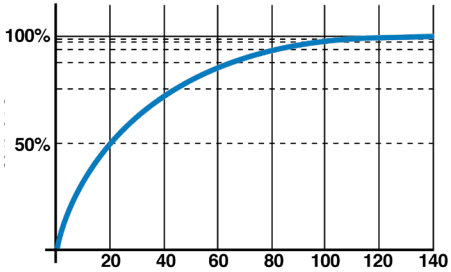
Los tejidos que se saturan más rápido son los que reciben más sangre. Arriba tenemos tres ejemplos comenzando con la misma sangre, luego los músculos y los cartílagos que, respectivamente, tardarán más en saturarse con nitrógeno.

depende de la afinidad entre los dos componentes lo que es muy importante para los fines subacuáticos: porque el cuerpo humano está compuesto por diferentes tejidos con diferentes niveles de afinidad con el oxígeno y con el nitrógeno. Esto significa que el oxígeno y el nitrógeno, incluso con la misma presión, se difunden en los distintos tejidos en diferentes momentos.

Es más importante para el buceador recreativo conocer el comportamiento del nitrógeno; aunque, sobre la base de lo aprendido con la Ley de Dalton, lo que se ilustrará más adelante se aplica a todos los gases que componen la mezcla respirada.



Un tejido se satura a la mitad en el primer período, la mitad de la mitad en el segundo período, y así sucesivamente. Se requieren siete períodos de tiempo (medios tiempos) para que el tejido se sature completamente.



La saturación tisular está representada por una curva que tiene una tendencia exponencial.

Cuando un gas se difunde en un tejido, tiene lugar un proceso llamado **saturación.** El gas continúa difundiéndose en el tejido hasta que las presiones están en equilibrio. En la condición de equilibrio, se dice que el tejido está saturado.

La velocidad con la que un tejido se satura con nitrógeno depende de su "**medio-tiempo**" de saturación, es decir, el tiempo que tarda el tejido en saturarse a la mitad y el valor del medio tiempo depende de la afinidad que tiene el tejido por el nitrógeno.

Por tanto, podemos decir que para cada tejido del cuerpo humano se conoce un "medio-tiempo", que es la cantidad de tiempo necesaria para alcanzar la mitad de la saturación. Entonces, el "medio-tiempo" es una característica del tejido y, por lo tanto, es independiente de la presión: por ejemplo, si un tejido tarda 20 minutos (solo un valor hipotético) en saturarse a la mitad a una profundidad de 10 metros/33 pies, el mismo tejido siempre tarda 20 minutos en saturarse también a la mitad a una profundidad de 30 metros/99 pies. Lo que cambia es la cantidad de gas disuelto en el tejido, a los 30 metros/99 pies, a los 20 minutos hay el doble de gas en el tejido respecto a los 10 metros/33 pies pero el volumen que ocupa este gas siempre es igual a la mitad del tejido.

La saturación de los tejidos ocurre a través de una curva que tiene una tendencia denominada exponen-

cial; en la práctica, el tejido está "medio" saturado en el primer medio-tiempo, la mitad de la mitad en el segundo medio-tiempo y así sucesivamente. Por lo tanto, se necesitan siete medios-tiempos para completar la saturación de un tejido.

11. NARCOSIS DE NITRÓGENO

Se ha dicho varias veces que el nitrógeno es un gas inerte, que no participa en ningún intercambio químico ni metabólico en el cuerpo y tiene la función de diluyente del oxígeno en el aire que respiramos. Esto es cierto en condiciones normales, pero la alta presión parcial de nitrógeno en solución en los tejidos puede llevar al buceador a una Narcosis por Nitrógeno que se manifiesta con una sensación de intoxicación,euforia y pérdida de la facultad de discernimiento: la persona afectada por este síndrome puede realizar acciones extrañas como quitarse el regulador de la boca o hacerle bromas a sus compañeros de buceo o peor aún, perder el sentido de la orientación y volver a la boya y emerger. En el caso de inmersiones más profundas, más allá de los 40 metros/130 pies, los síntomas pueden ser más peligrosos: sensación de malestar, angustia, alucinaciones auditivas y visuales, pérdida de memoria e incluso pérdida del conocimiento.

La causa precisa de la narcosis por nitrógeno aún se desconoce; la hipótesis más acreditada de estudios recientes es que este gas se disuelve en la vaina de mielina de las fibras nerviosas (neuronas), provocando cambios en su permeabilidad y alteraciones en sus propiedades de conducción de los impulsos nerviosos.

El inicio de la narcosis por nitrógeno es muy subjetivo; hay individuos que experimentan síntomas ya entre los 24 y 30 metros / 80 y 100 pies. El inicio de esta patología es rápido, pero el tratamiento es igualmente rápido: de hecho, basta con ascender a profundidades menores para que desaparezcan los síntomas. La disminución de la presión ambiental reduce inmediatamente los efectos del nitrógeno.

La mejor prevención para evitar la narcosis por nitrógeno es el evitar bucear a más de 30 metros/100 pies de profundidad. También se ha demostrado que existe un proceso de adaptación a la narcosis por nitrógeno, por lo que aquellos que no hayan buceado durante mucho tiempo tendrán que realizar algunas inmersiones poco profundas antes de aventurarse a mayores y desafiantes profundidades.

12. HIPEROXIA

Como hemos visto, mientras estamos buceando, además de la presión parcial del nitrógeno, también aumenta la del oxígeno. La exposición prolongada a altas presiones parciales de oxígeno provoca diversos efectos tóxicos en los pulmones y el sistema nervioso, conocidos como intoxicación por oxígeno, cuyo inicio

se revela precisamente por los síntomas de hiperoxia.

Con presiones parciales que van desde 0,6 a 1,6 atm. y exposiciones que van desde horas hasta días, pueden aparecer signos de toxicidad pulmonar. Éstos se manifiestan como tos, dolor de pecho, dificultad para respirar (efecto Lorraine-Smith). Si el buceador respira oxígeno con una presión parcial de 1,6 atm o más, también intervienen alteraciones que afectan al sistema nervioso (efecto Paul Bert). Los síntomas se manifiestan como contracciones de los músculos faciales, labios y manos y pueden llegar a convertirse en convulsiones. La tolerancia a altas presiones parciales de oxígeno varía de un buceador a otro y puede ser diferente para cada individuo dependiendo del día.

Es muy poco probable que se produzca una intoxicación por oxígeno durante el buceo recreativo con aire o Nitrox, siempre que los buzos respeten los límites establecidos en la planificación y ejecución de la inmersión. SNSI, para garantizar una mayor seguridad para sus buceadores, ha establecido límites más conservadores para respirar altas presiones parciales de oxígeno. Estos límites no son alcanzados nunca mientras se respete el límite de profundidad para el buceo recreativo de 40 metros/130 pies con aire. Para el uso de Nitrox se establece que la presión parcial máxima de oxígeno respirable no debe exceder 1.4 atm. Este valor determina la Profundidad Operativa Máxima (MOD) de una mezcla en función del porcentaje de oxígeno presente en ella. Existen límites de tiempo para la exposición a diferentes presiones parciales tanto para la toxicidad del Sistema Nervioso Central (CNS%) como para la Toxicidad Pulmonar (OTU/UPTD) que se indican en la siguiente tabla.

TABLA PARA EL CÁLCULO DE LA TOXICIDAD DEL OXÍGENO (CNS% Y OTU/UPTD)

PpO_2		CNS%	OTU/UPTD	Límite de Exposición	
ata	psia	por min.	por min.	Simple (min.)	24h (min.)
0.6	8.8	0.14%	0.26	720	720
0.7	10.3	0.18%	0.47	570	570
0.8	11.8	0.22%	0.65	450	450
0.9	13.2	0.28%	0.83	360	360
1.0	14.7	0.33%	1.00	300	300
1.1	16.2	0.42%	1.16	240	270
1.2	17.6	0.48%	1.32	210	240
1.3	19.1	0.56%	1.48	180	210
1.4	20.6	0.67%	1.63	150	180
1.5	22.0	0.83%	1.78	120	180
1.6	23.5	2.22%	1.93	45	150

EFECTOS DE LA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN

En el curso *SNSI Open Water Diver* aprendiste que durante el ascenso la presión disminuye y por lo tanto, según la Ley de Boyle, el volumen de gas se expande. Cómo este fenómeno involucra al buceador, especialmente al regresar de una inmersión profunda, es el tema que se tratará en esta parte del curso *SNSI Advanced Open Water Diver*.

Una de las primeras reglas aprendidas en el curso

SNSI Open Water Diver es que nunca debes contener la respiración, especialmente al ascender. Respirar continuamente permite que el aire en expansión salga de los pulmones a medida que asciendes, evitando así lesiones por sobredistensión pulmonar que serán explicadas extensamente en el curso *SNSI Rescue Diver*.

A lo dicho sobre el proceso de saturación de nitrógeno, hay que añadir que los tejidos (o compartimentos) se dividen en rápidos y lentos, con una gran cantidad de tejidos intermedios. La *velocidad de un tejido* se refiere a la velocidad con la que este tejido absorbe o elimina nitrógeno. Un tejido rápido absorbe y libera nitrógeno rápidamente (por ejemplo: la sangre y el cerebro). Por el contrario, un tejido lento absorbe y elimina nitrógeno de forma relativamente lenta (por ejemplo: cartílago, tejidos grasos). Sin embargo, hay toda una serie de tejidos cuyas tasas de absorción están comprendidas entre estos extremos. Esto se debe a una mayor o menor vascularización (mayor o menor irrigación sanguínea).

Durante el ascenso, la presión ambiental y por tanto la presión del aire respirado, disminuyen al mismo tiempo y las partículas de gases disueltos tienden a desplazarse donde la presión es menor, es decir, hacia la sangre y los pulmones. Como convención, por motivos de cálculo, se estableció que la velocidad con la que un tejido libera un gas disuelto en él es la misma con que lo ha absorbido: es decir, el tiempo que tarda un tejido en saturarse es igual al tiempo que tarda en desaturarse. Por lo tanto, en inmersiones más profundas y de menor duración, el factor limitante son los compartimentos

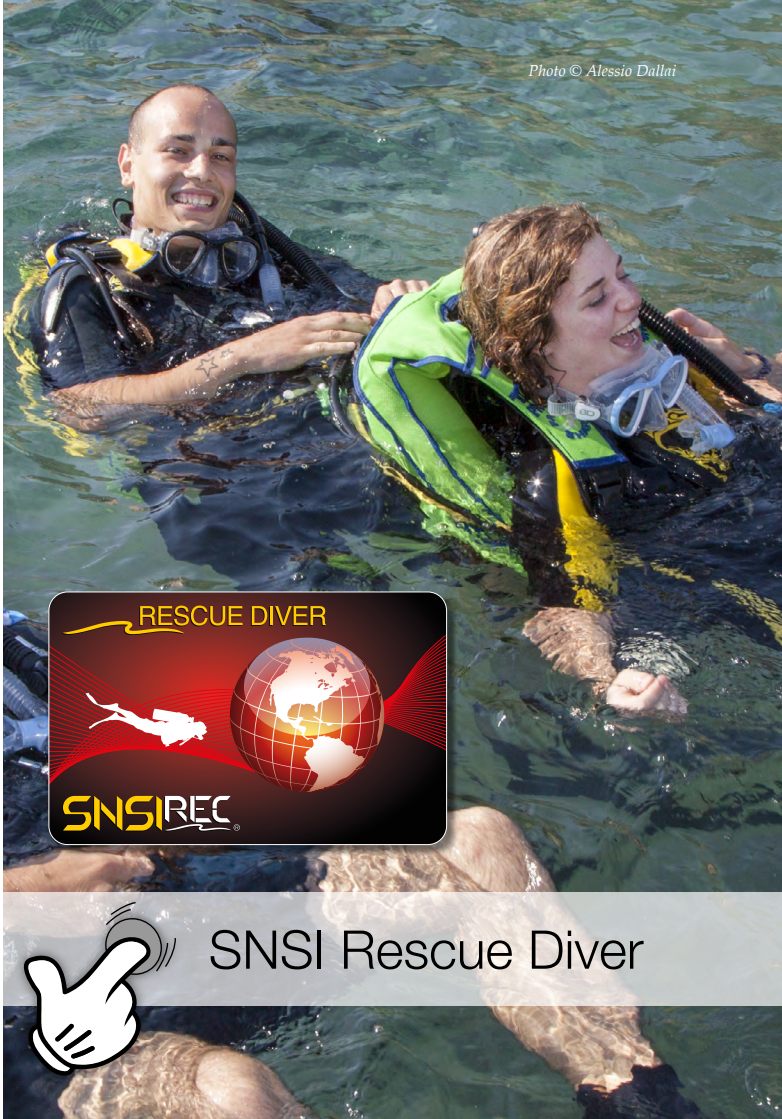


Photo © Alessandro Grasso

(tejidos) rápidos, mientras que durante las inmersiones más largas pero menos profundas, el factor limitante son los compartimentos (tejidos) más lentos.

Si la presión externa disminuye lentamente, el nitrógeno se mueve de los tejidos a la sangre en forma de burbujas moleculares o microscópicas que se eliminarán rápidamente de los pulmones con la respiración. Si el ascenso se produce muy rápidamente, se crea una mayor diferencia entre la presión de nitrógeno en los tejidos y la presión alveolar. Como consecuencia, una mayor cantidad de nitrógeno pasa más rápidamente al estado gaseoso en la sangre y el fluido tisular, creando una condición que llamaremos "sobresaturación". La sangre, entonces, ya no puede eliminar la cuota de gas excedente a través de los pulmones a medida que se acumula; de ello se deduce que las moléculas y las burbujas de nitrógeno microscópicas (asintomáticas) tienden a converger para formar burbujas más grandes, capaces de obstruir los vasos sanguíneos. El obstáculo a la circulación impide, en las zonas del cuerpo afectadas, la eliminación del nitrógeno que se sigue liberando, agravando aún más la situación.

La capacidad de los tejidos y del sistema circulatorio y respiratorio para liberar el exceso de nitrógeno sin causar daño al cuerpo depende no solo de la velocidad de ascenso, sino también de la cantidad de nitrógeno disuelto en los tejidos al final de la inmersión. Por los estudios realizados se sabe que el cuerpo humano puede soportar una cierta cantidad de nitrógeno en exceso sin que esto dé lugar a notorias burbujas de gas sintomáticas. Esto permite al buceador ascender gradualmente desde el fondo sin que el exceso de gas provoque una Enfermedad por Descompresión (DCS), que será objeto del curso ***SNSI Rescue Diver***.

Para poder representar los distintos tipos de tejidos con los modelos matemáticos de descompresión, se les han asignado valores numéricos teóricos que expresan el período de semisaturación de cada uno. Estos períodos permiten aproximar la absorción y liberación de nitrógeno de los tejidos. Al mantener una relación de saturación de 1,48: 1, puedes sumergirte y volver a superficie sin necesidad de paradas de descompresión (deriva de la Teoría de Haldane). Al integrar los tiempos de semisaturación de los distintos tejidos de manera que se mantenga una relación de presiones dentro de los límites de seguridad para cada uno de ellos, se

ha desarrollado una curva, denominada “curva de seguridad” donde se representan los límites máximos de tiempo y profundidad dentro de los cuales es posible ascender sin descompresión.

Si la inmersión es profunda y/o lo suficientemente larga como para superar la relación máxima de saturación de los tejidos, más allá de la cual un ascenso directo a la superficie provocaría la liberación de nitrógeno de la solución y la formación de burbujas sintomáticas, se deben realizar pasos de descompresión.

Este tema se trata solo con fines teóricos, ya que SNSI cree que un buceador avanzado debe saber lo que significa bucear con descompresión. Se requiere una formación adecuada para realizar inmersiones con paradas de descompresión obligatorias, formación que puedes recibir participando en el curso ***SNSI Recreational Deco Diver*** o en los cursos de la línea ***SNSI Tek***, mucho más exigentes en cuanto a equipo a utilizar como al tiempo necesario para una formación adecuada. De hecho, mientras que el curso ***SNSI Recreational Deco Diver*** te habilita para bucear dentro de los 45 metros/150 pies de profundidad con un tiempo máximo de descompresión de 15 minutos, los cursos ***SNSI Tek*** son cursos verdaderamente para Inmersiones Técnicas, mucho más allá de los límites dictados por el buceo recreativo.

Las paradas de descompresión consisten en paradas durante el ascenso, a distintas profundidades según el tiempo de inmersión realizado, que sirven para dar tiempo al cuerpo para liberar nitrógeno a través de la respiración. La práctica del buceo más allá de la curva de

SNSI RecDeco Diver

seguridad requiere una gran experiencia y formación y en cualquier caso siempre presenta riesgos importantes que van mucho más allá de los objetivos marcados para el buceo recreativo.

Para reducir el riesgo de contraer Enfermedad por Descompresión, como se aprendió en el curso SNSI Open Water Diver, es necesario respetar el tiempo de inmersión, ascender a una velocidad no superior a 9 metros/30 pies por minuto y hacer siempre la parada de seguridad entre 4 a 5 metros/15 pies durante al menos 3 minutos.

A la hora de practicar buceo profundo, además de los tiempos que permite la curva de seguridad, también hay que lidiar con el consumo de aire. Es una buena práctica que los buzos responsables coloquen un tanque de reserva a una profundidad de 5 metros/15 pies, donde se realizará la parada de seguridad al final de la inmersión. Representa un suministro de aire que podría resultar útil en caso de error en el cálculo del consumo.

13. CONSUMO DE AIRE

Para convertirse en buceadores expertos, es necesario comprender cómo limitar el consumo del suministro de aire contenido en el cilindro para extender el tiempo de inmersión. Lo que diferencia a un buceador experimentado de uno inexperto es la capacidad de ahorrar en consumo para invertir su "capital de aire" con el fin de permitirle disfrutar más minutos de buceo.

Para ahorrar aire es necesario prestar atención a ciertos detalles (todos pueden hacerlo) y sentido común.

EVITAR LA DISPERSIÓN DE CALOR

Mantenerse caliente es fundamental para ahorrar aire. Cuando sientes frío, tu metabolismo se acelera para generar más calor corporal. Se necesita más oxígeno para satisfacer las crecientes necesidades calóricas y, en consecuencia, aumenta el consumo de aire. Al mejorar la protección térmica, se minimizan las pérdidas de calor y por lo tanto el consumo de aire debido a la aceleración del metabolismo.

Cada uno tiene su propia resistencia personal al frío y un "umbral de confort", pero lo que muchos buceadores no perciben es que el confort no es una medida fiable de la pérdida de calor. Generalmente, una persona se siente cálida siempre que la temperatura de su piel sea de alrededor de 29°C/84°F. En el aire es óptimo y nos vestimos con ropa ligera de verano. Esto también es así en el agua, pero el calor se dispersa en el agua muy rápidamente, a una velocidad unas 25 veces mayor que en el aire a la misma temperatura. Un buceador que permanece en el agua el tiempo suficiente seguirá perdiendo calor peligrosamente incluso sin darse cuenta. Tan pronto como sientas la primera sensación de frío, es necesario aumentar la protección térmica.

Es importante mantenerse caliente durante toda la inmersión, incluido el intervalo de superficie. El enfriamiento por evaporación puede hacer que tu cuerpo pierda calor cuando se expone a la brisa mientras usas un traje de neopreno o incluso un traje de baño. Para minimizar las pérdidas de calor durante el intervalo de superficie, es preferible cambiarse inmediatamente, vis-

tiendo una prenda seca. La solución ideal es el uso de un traje seco: quienes no estén capacitados en el uso de esta herramienta pueden recibir la preparación necesaria contactando a su Instructor SNSI.

Para comprender mejor lo dicho, es necesario profundizar en los conceptos de *calor* y *temperatura*. El calor y la temperatura están estrechamente relacionados, pero no son lo mismo: el calor es una forma de energía y debe distinguirse de la temperatura, ya que las sustancias que tienen la misma temperatura pueden tener diferente energía calórica. El calor se mide en calorías o kilocalorías, que indican la capacidad calorífica de una determinada sustancia. Una caloría corresponde a la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 gramo de agua en un grado centígrado, mientras que la kilocaloría es la cantidad de calor necesaria para que 1000 gramos (1 kg) de agua eleven en un grado centígrado su temperatura.

La *capacidad térmica* del agua es mucho mayor que la del aire: de hecho es necesario ceder mucho más calor para calentarla y quitar mucho más para enfriarla, y por eso, durante los calurosos días de verano, el agua permanece más fría, mientras que en invierno la encuentras generalmente más cálida que el aire.

Otro concepto fundamental es el de *coeficiente de intercambio térmico* que es el grado de "facilidad" con que una sustancia transfiere calor a otra (o, por el contrario, lo absorbe).

El calor se transmite de una sustancia a otra de tres formas: conducción, convección y radiación.

El intercambio de calor por **conducción** ocurre cuando dos cuerpos están en contacto directo entre sí (o dentro del mismo cuerpo) y los desplazamientos de materia son nulos o insignificantes; como sucede, por ejemplo, si se calienta un extremo de una barra de hierro: por conducción el calor se transmite al otro extremo. El coeficiente de transferencia de calor por conducción depende del tipo de material. Por ejemplo, los metales son excelentes conductores de calor, mientras que el neopreno de los trajes es un mal conductor, por lo tanto, un buen aislante.

El intercambio de calor por **convección** es típico de los fluidos y puede verse como un mecanismo de conducción al que se agrega un movimiento de las partículas del fluido, operando así una verdadera "transferencia" de calor de un punto a otro. Este es el caso típico del buceador en el agua: el intercambio de calor con el entorno circundante es mayor cuanto mayor es la velocidad de la corriente en comparación con el cuerpo del buzo sumergido. Cabe señalar que, aunque el agua está quieta y el buceador permanece inmóvil, nunca existe solo conducción sino también un poco de convección; de hecho, además de los inevitables pequeños movimientos del buceador, la cantidad de agua que se ha calentado en contacto con el cuerpo tiende a elevarse y ser reemplazada por más agua, creando así una especie de convección natural. El coeficiente de intercambio de calor por convección del agua es mucho mayor que el del aire: por eso, a la misma temperatura, el agua "enfría" o "calienta" mucho más que el aire.

El intercambio de calor por **radiación** en cambio, es completamente diferente: es energía emitida en forma de radiación electromagnética, que todas las sustancias emiten simplemente por estar a una determinada temperatura. Este es un fenómeno de intercambio de calor insignificante para aplicaciones subacuáticas.

Cuando el buceador pierde una cantidad excesiva de calor y la temperatura corporal desciende de los 37°C/99°F normales a menos de 35°C/95°F, experimentará la hipotermia.

LOGRA UN BUEN EQUILIBRIO EN EL AGUA

En este curso *SNSI Advanced Open Water Diver*, el Instructor insistirá en que los estudiantes aprendan a controlar la flotabilidad. Además del hecho de que un mal control de la flotabilidad puede ser peligroso (y hará que el buceador parezca incapaz de bucear), un control adecuado realmente reduce el consumo de aire

MUÉVETE CON CALMA

El buceo no es una actividad competitiva: aletear a un ritmo tranquilo y calmado ahorra aire y energía. Al respecto, basta con hacer algunas consideraciones de hidrodinámica: el agua, como sabemos, es 700-800 veces más densa que el aire, por lo tanto, para "atravesarla" nadando el ser humano utiliza mucha energía. Duplicar tu velocidad requiere cuatro veces más de energía propulsora. Para empeorar las cosas, cuando aumenta el esfuerzo para nadar más rápido, la demanda de aire y la resistencia del regulador aumentan y la eficiencia de las aletas disminuye. Entonces, para duplicar la ve-

locidad, tendrás que aumentar tu frecuencia respiratoria incluso más de cuatro veces. Es una batalla perdida, por lo que relajarse y mantener una patada lenta es siempre la situación ideal para bucear.

MEJORA TU FORMA HIDRODINÁMICA

Hacerte hidrodinámico es otra forma de ahorrar aire. Los buceadores que exploran las cuevas están sumamente atentos al consumo de aire y prestan mucha atención para evitar "arrastrar" el equipo contra obstáculos naturales, también para evitar quedar atrapados.

El primer paso para volverse hidrodinámico es evitar que los instrumentos "cuelguen" del equipo ya que crean cierta resistencia en el agua y, cuando se arrastran por el fondo o se enredan, además de reducir la capacidad hidrodinámica, son perjudiciales para el medio ambiente y también se dañan. Para evitar estos problemas, los BCD deben estar equipados con accesorios especiales. Lo mismo se aplica a la fuente de aire alternativa: colócala de modo que permanezca en su lugar, pero lista para usar.

La elección del equipo adecuado también se refleja en tu hidrodinámica.

ELIMINA ACCIONES QUE CONSUMAN AIRE

Es sorprendente ver cuánto aire se consume sin motivo. Evaluar a fondo tu estilo de buceo puede ayudarte a identificar y luego evitar acciones que impliquen un consumo innecesario de mezcla para respirar.

Por ejemplo, esperar a tu pareja en el cabo del ancla, antes de bajar, sosteniendo el regulador en la boca, consumirá aire innecesariamente: esperar a tu pareja en la superficie usando el snorkel es el procedimiento correcto.

Photo © Alessandro Grasso

CONOCER TU PROPIA UBICACIÓN

Perderse bajo el agua provoca un gran consumo de aire. El tiempo dedicado a buscar puntos de referencia perdidos es "robado" al tiempo total de la inmersión: fotografía, exploración o cualquier otra actividad planificada. Si no sabes a dónde vas, deberás volver a la superficie para evaluar la situación y encontrar la posición de la embarcación o la costa, siguiendo los procedimientos de ascenso, con abundante consumo de tiempo y aire.

Usar las técnicas de navegación subacuática aprendidas en este curso *SNSI Advanced Open Water Diver* correctamente te permiten ahorrar aire y aumentar la diversión bajo el agua.

La corriente puede ser una bendición o una maldición, dependiendo de cómo se planeó la inmersión. Para ahorrar energía y aire, planifica la inmersión a favor de la corriente en lugar de luchar contra ella: una inmersión a la deriva correctamente programada significa salir relajado dejándote llevar por el flujo del agua, permitiendo que la corriente "trabaje", en lugar de luchar y luchar para volver al punto de partida.

Dado que una inmersión a la deriva no siempre es posible, se debe adoptar una estrategia para evitar la corriente siempre que sea posible. Por ejemplo, consulta una tabla de mareas, que recopila las horas de marea alta y baja, para obtener información sobre las corrientes de marea que pueden afectar la inmersión. Si no es posible evitar la corriente, recuerda que la inmersión debe iniciarse siempre contra la corriente: esto te permite nadar cuando estés más fresco y con energías, al comienzo de la inmersión, y volver al punto de salida a favor de la corriente con el mínimo esfuerzo.

EVITA MALGASTAR EL AIRE

No hay nada que cause tanta molestia como notar una fuga en el regulador: una hilera de hermosas burbujas de aire que se elevan sin usarse. Las pequeñas fugas pueden parecer irrelevantes: en realidad, no solo se suman al consumo normal sino que aumentan en profundidad, tanto que un flujo de aire constante a 20 metros/60 pies (si este aire proviene de la segunda etapa del regulador) significa una pérdida triple respecto a a lo que tendrías en la superficie.

Al verificar si hay fugas, se debe examinar cada componente del regulador, particularmente las conexiones de alta y baja presión. Para saber si hay una fuga, simplemente abre el cilindro y ciérralo nuevamente. Después de unos minutos, si la presión en el manómetro ha bajado, significa que hay alguna fuga. Si no puedes localizar la fuga en condiciones secas, puedes sumergir el equipo SCUBA completo en agua y observar de dónde proviene la cadena de burbujas. A menudo, para detener la fuga es suficiente desconectar y volver a conectar la conexión de válvulas y mangueras/latiguillos. Si esto no es suficiente y no estás preparado para realizar la reparación, debes comunicarte con un técnico.

Por último, evita utilizar una máscara que gotee al interior con filtraciones o (si está en buen estado) comprueba que te la has colocado correctamente. Cada vez que vacías tu máscara pierdes tiempo y aire.

MANTENER BUENAS CONDICIONES MENTALES

Las condiciones mentales tienen un efecto significativo sobre la frecuencia respiratoria y el rendimiento del buceador en la inmersión. Si estás nervioso, tu frecuencia cardíaca y respiratoria aumentan. Por el contrario, si estás relajado en el agua, el ritmo es normal. Hay muchas formas de reducir el nivel de estrés bajo el agua, pero las más efectivas son bucear con frecuencia, en situaciones subjetivamente cómodas y continuar con la formación: el curso SNSI Rescue Diver proporciona la información y la preparación práctica necesarias para aprender a prevenir, controlar y manejar el estrés en todas las etapas del buceo.

SEGUIR LOS PERFILES CORRECTOS

Cada buceador sube y baja de nivel durante una inmersión cambiando su profundidad, pero un perfil con continuos cambios de la misma ("diente de sierra") consume mucho aire: cada vez que bajas tienes que compensar la flotabilidad inflando el chaleco, todas las veces que subes tienes que desinflarlo. Con tales altibajos, se desperdicia mucho aire.

Por lo tanto, es bueno planificar cuidadosamente la inmersión para mantener una profundidad constante durante el recorrido subacuático. Si quieres explorar una pared o un naufragio/pecio, la técnica correcta es hacer varios recorridos a distintas profundidades pero constantes para cada recorrido.

Reducir el consumo de aire no solo prolonga el placer de bucear, sino que aumenta tu seguridad. Terminar la inmersión con un buen suministro de aire en el tanque significa que estás mejor preparado para hacer frente a una emergencia o para ayudar a otro buceador.

14. CÓMO CUANTIFICAR EL CONSUMO DE AIRE

Dos buzos de la misma contextura física que tomen de la misma manera todas las precauciones descritas anteriormente para reducir el consumo de aire y que realicen la misma inmersión seguirán teniendo un consumo diferente. Esto se debe a los múltiples factores que inciden en el consumo de aire, a los que se suman características personales, como por ejemplo, la forma de respirar, el nivel de estrés, el tipo de regulador utilizado, la frecuencia de uso del chaleco para control de flotabilidad, etc. Sin embargo, es aconsejable tener una noción, aunque aproximada, del propio consumo de aire, especialmente al planificar una inmersión profunda.

El cálculo del consumo de aire se puede realizar aplicando una fórmula simple para saber el **Consumo en Superficie** (CS): establecer cuántas atmósferas (y también litros) por minuto consume un buceador en superficie para luego calcular la posible duración de la inmersión (por el consumo) en relación con la profundidad a la que quieres ir.

CS = Atm/Tiempo

Atm = atmósferas consumidas en un período de tiempo determinado.

Tempo = número de minutos dedicados a consumir las Atm medidas.

Antes de entrar en la ejecución de los cálculos, es ne-

cesario precisar que los datos que se obtienen de esta fórmula son puramente referenciales: de hecho, como hemos visto, hay tantos factores que influyen en el consumo de aire durante el buceo, que es prácticamente imposible realizar un cálculo exacto sobre cuál será tu consumo en una inmersión determinada. Sin embargo, se puede decir que a través del CS se puede realizar una estimación fiable y aproximada del consumo de aire y analizar así la autonomía necesaria para la inmersión que se desea programar.

La prueba a realizar para obtener el CS es bastante sencilla. Tomemos un ejemplo: un buceador nada en la superficie durante 5 minutos, respirando 15 atmósferas de un tanque de 10 litros. Debes estar seguro de que el tanque no esté caliente por la exposición al sol, porque la prueba se distorsionaría por la disminución del valor de las Atm iniciales dada por el enfriamiento que se produce debido a la caída de presión por la disminución de la temperatura.

Photo © Alessandro Grasso

El buceador del ejemplo tiene un Consumo en Superficie de 3 atmósferas por minuto (CS = 15/5 = 3 atm/min) cuando respira de un tanque con un volumen de 10 litros. Siempre debes tener en cuenta el volumen del tanque que estás usando ya que, al estar el CS en atmósferas, cada vez que cambias el volumen del tanque, el CS también cambiará. De hecho, el buceador del ejemplo respira 3 atmósferas por minuto con un cilindro de 10 litros de volumen, lo que significa que tiene un **Volumen Respiratorio por Minuto** (RMV) de 30 litros, es decir, respira 30 litros de aire por minuto (3 atmósferas de consumo × 10 litros de volumen del cilindro = 30 litros/min). Si ahora el mismo buzo utiliza un tanque de 15 litros en lugar de uno de 10, y su consumo en bares fuese el mismo de 3 bar/min, este buzo tendría un consumo RMV mayor que será de 45 litros (3x15 = 45 l/min). Entonces, es importante recordar que cada vez que cambias el volumen del cilindro, se debe recalcular el CS, mientras que el RMV permanece sin cambios cuando el volumen del cilindro varía.

¿Cómo calcular el consumo de aire hipotético para una inmersión? Supongamos que el buceador que tiene un CS de 3 atmósferas quiere bucear a 30 metros de profundidad (utilizando un tanque del mismo volumen que el utilizado para calcular ese CS): ¿cuál será su consumo a 30 metros? Sabemos que al bucear respiramos a presión ambiente, por lo tanto es necesario llevar el

CS del buceador del ejemplo a la profundidad deseada, es decir, a 4 atmósferas de presión ambiental. Entonces, si en superficie el consumo fue de 3 atmósferas por minuto, a 30 metros/100 pies será (3atm × 4) 12 atmósferas por minuto. Siguiendo con el ejemplo, podemos decir que el buceador en 10 minutos buceando a 30 metros/100 pies consumiría (12 × 10) 120 atmósferas. A lo que hay que sumar el consumo de aire para descenso, ascenso, parada de seguridad y control de flotabilidad.

El mismo cálculo se puede hacer a la inversa, partiendo del consumo en inmersión. Sabiendo que el buceador consume 120 atmósferas en 10 minutos a 30 metros/100 pies de profundidad (por lo tanto a una presión ambiente de 4 atmósferas), es suficiente dividir las 120 atmósferas consumidas por las 4 atmósferas de presión para tener 30 atmósferas que es el consumo en superficie al respirar por 10 minutos y que por lo tanto corresponde a un valor de CS de 3 atmósferas por minuto.

Este cálculo puede ser muy útil para elegir un compañero de buceo: un "compañero" que consume mucho te costará renunciar a preciosos minutos en ese maravilloso mundo que es el entorno sumergido.

15. FORMA FÍSICA

Estar en buena forma física es importante para bucear incluso a pocos metros de profundidad, pero lo es aún más para aquellos que quieran practicar buceo profundo. No es necesario ser un atleta, pero si un buceador considera que es un esfuerzo dar una vuelta alrededor de su casa, probablemente sea mejor que su profundímetro no supere la cota de 18 metros/60 pies. Una prueba de aptitud importante es la capacidad de nadar aproximadamente 300 metros en menos de 15 minutos. Ciertamente

no es una performance estandarizada, pero es una indicación de buena forma acuática. Para aquellos que no pueden pasar esa prueba de aptitud, no significa que no puedan hacer inmersiones profundas, pero es una señal de que sería una buena idea que hicieran algo de ejercicio antes de ir a visitar el fondo del mar.

Existe también un factor importante, relacionado con la aptitud física, al que se debe prestar atención, en particular en lo que respecta al buceo profundo: la obesidad.

La obesidad se manifiesta con exceso de grasa, tejido adiposo, que provoca un aumento del peso corporal y peligros para la salud en general. Ser obeso aumenta tu riesgo personal de sufrir hipertensión, diabetes, artropatías y enfermedades cardíacas. No es raro ver a buceadores obesos: son producto de un ámbito social y laboral cada vez más sedentario y de una falta importante de actividad física. Sin embargo, la obesidad no es una contraindicación para el buceo. No obstante, se debe considerar que las personas obesas tienen un mayor riesgo de sufrir DCS (Enfermedad por Descompresión) o complicaciones y problemas de salud al bucear. De hecho, aquellos que están un 20% o más por encima de su peso corporal ideal no están calificados para el buceo científico, comercial o militar.

Para el buceador obeso, los problemas suelen comenzar cuando buscan el equipo adecuado para su cuerpo. Los trajes de neopreno disponibles en las tiendas generalmente están cortados para contexturas promedio estándares, y ajustarse y calzarse un traje de neopreno demasiado pequeño puede causar opresión en el pecho, lo que hace que el buzo no pueda respirar correctamente, y esto resulta en una acumulación de dióxido de carbono (hipercapnia). Para muchos buceadores "de gran volumen corporal", encontrar un cinturón de lastre adecuado puede resultar muy difícil. A veces algunos llevan dos cinturones abrochados para poder cerrar la circunferencia de sus abdómenes. Evidentemente, se trata de un riesgo añadido. Es fácil, de hecho, perder un cinturón de lastre así colocado y realizar un ascenso rápido y repentino hacia la superficie. Las personas obesas tienen dificultades para encontrar incluso los BCD del tamaño adecuado. Si es más pequeño que el tamaño correcto, un chaleco causa los mismos problemas que un traje demasiado ajustado.

El exceso de tejido adiposo conduce a la necesidad de una mayor cantidad de lastre para compensar el aumento de la flotabilidad corporal. Se ve a buzos buceando en agua fría con trajes de neopreno de 7 mm usando cinturones con 18 kg/40 libras de peso. Si no está bien distribuido, como aprendimos en el capítulo 1, el peso puede causar problemas de flotabilidad y equilibrio, así como dolor de espalda y cadera. Un BCD demasiado ajustado, cuando hay que inflarlo para compensar la flotabilidad negativa, empeora aún más la situación.

Las personas obesas consumen mucho más aire debido a su gran masa corporal y su menor capacidad hidrodinámica, que requieren un esfuerzo mayor que el que comúnmente sería necesario para moverse en el agua. Esto es aún más evidente en presencia de corrien-

tes que, de ser contrarias, siempre inducen a un mayor consumo de aire, incluso en buzos de peso y volúmenes corporales promedios; más aún si carecen de buena forma física y la obesidad ciertamente puede equipararse hoy con una patología real.

¿Por qué las "personas obesas" tienen más probabilidades de contraer la enfermedad por descompresión? Como se describió anteriormente, el nitrógeno es cinco veces más soluble en tejido adiposo (grasa) que en tejido muscular (los músculos). Por lo tanto, un buceador obeso absorbe más nitrógeno que uno de contextura regular durante el mismo tiempo y a la misma profundidad. Un aumento en la absorción de nitrógeno conduce a un mayor riesgo de DCS. Por lo tanto, los buceadores obesos deben bucear de manera más conservadora para reducir el riesgo de Enfermedad por Descompresión. Una buena solución podría ser utilizar Nitrox planificando la inmersión con los parámetros de una inmersión con aire, respetando los límites sin descompresión. Siguiendo el curso ***SNSI Recreational Nitrox Diver***, aprenderás todo lo que es importante saber para un correcto uso de la mezcla Nitrox y sobre todo comprenderás los beneficios que se derivan del uso de esta mezcla en la reducción de los riesgos de DCS y Narcosis por nitrógeno.

16. COMPUTADORA/ORDENADOR Y LA INMERSIÓN

El objetivo principal de una Tabla de Buceo y una computadora de buceo es evitar la aparición de la Enfermedad por Descompresión (DCS). Este objetivo se logra principalmente calculando la absorción y eliminación de los gases responsables de la DCS (en nuestro caso nitrógeno) en los distintos tejidos del cuerpo.

Desde su primera aparición en la segunda mitad de los años ochenta del siglo pasado, el ordenador de buceo se ha ido imponiendo progresivamente en el buceo recreativo sobre las Tablas de Buceo. Además de ser una herramienta para medir la profundidad y el tiempo (haciendo obsoleto el uso de un reloj y de un profundímetro), el ordenador de buceo es capaz de detectar y procesar constantemente estos datos, basándose en un modelo matemático, calculando los tiempos para un ascenso seguro a superficie.

Al diseñar el modelo matemático que simula el proceso de absorción y liberación de nitrógeno, es necesario tener en cuenta todos los factores que determinan la velocidad de saturación y desaturación de una variedad de tejidos. De ahí la necesidad de crear este modelo con una serie de expresiones matemáticas -un algoritmo- que relacionan los efectos de la presión y el tiempo de exposición con la velocidad y cantidad de absorción y eliminación de nitrógeno, parámetros particulares de cada

tipo de tejido. Obviamente estos tejidos son "teóricos" y solo proporcionan una simulación de lo que sucede dentro del cuerpo humano ya que la computadora, así como las tablas, no calculan la acumulación y liberación real de nitrógeno dentro del cuerpo del buceador pero realiza cálculos matemáticos para proporcionar una guía para el regreso a la superficie más seguro posible para la mayoría de los buceadores.

El primer investigador que desarrolló un modelo de este tipo (de las tablas de buceo) fue Haldane a principios del siglo XX. Este estudio, más tarde representó la base teórica de las tablas de descompresión oficializadas por la Marina de los Estados Unidos (U.S. Navy).

Con los avances tecnológicos ha sido posible idear un modelo matemático más realista y actual. Durante la investigación, realizada con la ayuda de cámaras hiperbáricas y detectores de ultrasonido con técnica Doppler, se encontró que el modelo propuesto por Haldane permitía efectivamente la formación de microburbujas dentro del cuerpo en muchas circunstancias. A lo largo de los años se han estudiado algoritmos capaces de producir diversos modelos teóricos, similares entre sí, pero con sutiles diferencias, que permiten que el ordenador funcione de forma sustancialmente diferente. Cada uno de estos modelos tiene sus propias ventajas y aplicaciones, y comprender mejor el propósito del modelo matemático utilizado ayudará a elegir la computadora adecuada para tus necesidades.

Photo © Alessandro Grusso

INMERSIONES MULTINIVEL

Antes de profundizar en los principios de estas teorías, es importante comprender exactamente qué es el buceo multinivel y cómo estas teorías afectan la aplicación del algoritmo.

Cabe recordar que las inmersiones realizadas mediante las tablas se deben considerar "**cuadradas**" porque el buceador debe calcular la inmersión con descenso directo a la profundidad máxima, con permanencia a esta profundidad durante toda la duración de la inmersión y el ascenso a una velocidad de 9 metros/30 pies pies por minuto, además por supuesto de la parada de seguridad de 3 minutos a 5 metros /15 pies antes de llegar a superficie. Además, a la hora de planificar la inmersión, si los valores de la profundidad a alcanzar y/o el tiempo deseado no estuvieran presentes en la tabla, sería necesario redondearlos a aquellos con el valor proximo superior disponible en la misma.

Este tipo de perfil es muy parecido al de una inmersión realizada sobre un naufragio/pecio, lo que implica permanecer a la misma profundidad durante todo el transcurso de la inmersión.

Es diferente bucear en un banco de arena, a lo largo de una pared o en fondos que tienen un desarrollo vertical más amplio ya que ofrecen escenarios y formas de vida diferentes a diversas profundidades donde vale la pena detenerse. Estas inmersiones tendrán un perfil "**multinivel**": al inicio descenderemos hasta la profundidad máxima y, con anticipación a que expire el límite de tiempo de no descompresión, ascenderemos a profundidades que gradualmente van disminuyendo para permanecer unos minutos en exploración, continuando así la inmersión a diferentes niveles, con profundidades cada vez menores, hasta llegar a la parada de seguridad.

Para perfiles multinivel, el uso de tablas es ciertamente un sistema desactualizado e inapropiado ya que realizar, por ejemplo, una inmersión a 30 metros/100 pies por 5 minutos con una parada a 12 metros/40 pies durante 15 minutos no implica el mismo grado de absorción de nitrógeno que el de un buceo a 30 metros /100 pies durante 20 minutos, como nos veríamos obligados a calcular con las tablas. Esto de hecho, indica el límite de no descompresión de una inmersión cuadrada, pero no nos permiten saber cómo cambian esos límites al cambiar a profundidades menores. Una computadora, en cambio, se "adapta" a las distintas profundidades porque calcula continuamente el nuevo límite de no descompresión a medida que varías la profundidad (en tiempo real), lo que te permite permanecer más tiempo en inmersión.

La planificación de inmersiones con tablas de buceo implica realizar laboriosos cálculos matemáticos que hoy se realizan de forma automática y en pocos segundos mediante ordenadores de buceo. Si a esto le sumamos la facilidad de uso, esto explica su difusión y popularidad entre los buceadores de todos los niveles.

LA COMPUTADORA DE BUCEO

El ordenador de buceo más utilizado hoy en día es el que se coloca en la muñeca. También hay ordenadores para acoplar a la manguera/latiguillo de alta presión de la primera etapa de los reguladores (para que también actúe como manómetro) o para colocar en la consola junto con el manómetro y posiblemente la brújula, pero hoy en día esa configuración no es muy utilizada.

Como todas las computadoras, el ordenador subacuático también tiene algunos parámetros que el usuario debe configurar mediante los botones de la carcasa, antes de sumergirse, ya que no suele ser posible cambiarlos durante la inmersión:

La hora y la fecha, que se asociarán con los parámetros de la inmersión, se utilizarán para completar el DiveLog (bitácora).

- *Agua salada o dulce*, para bucear tanto en el mar como en un lago.
- *Porcentaje de Oxígeno*: para el uso de Aire (21%) o Nitrox (> 21%).
- *Altitud*: para bucear en lagos de montaña.

Tan pronto como entres al agua y comiences el descenso la computadora podrá proporcionarte los principales datos necesarios para tu inmersión:

- *Profundidad actual*.
- *Tiempo* de inmersión.
- Profundidad máxima alcanzada.
- *Temperatura* del agua.
- *Tiempo restante sin descompresión*.

Todas las computadoras también pueden informar de manera efectiva al buceador cualquier comportamiento anormal o incorrecto con alarmas visuales y audibles:

- *Velocidad de ascenso excesiva*, si excedes la velocidad máxima recomendada.
- *Exceder la profundidad máxima* según la presión parcial de oxígeno estipulada como permitida.
- *Descompresión omitida*.

Este último punto merece un análisis más detallado. El ordenador de buceo, además de proporcionar los minutos restantes sin descompresión para no salir de la curva de seguridad, es capaz de calcular el perfil de descompresión si se superan estos límites. Al finalizar este curso ***SNSI Advanced Open Water Diver*** habrás recibido la formación necesaria para poder bucear hasta la profundidad máxima de 39 metros/130 pies dentro de los límites sin descompresión. Si estos límites se superan sin querer, el ordenador es capaz de proporcionarte toda la información útil para poder realizar las paradas de descompresión obligatorias antes de poder volver a la superficie.

TIPOS DE COMPUTADORAS

A la derecha, una computadora de muñeca. En el centro, la misma computadora insertada en la consola. A la izquierda una computadora que también se puede usar como reloj.

A la izquierda, una computadora con un sensor inalámbrico. A la derecha, una computadora con brújula integrada.

Una vez que hayas completado este curso y también hayas obtenido la certificación ***SNSI Recreational Nitrox Diver***, si estás interesado en el buceo que involucre des-

compresión, puedes participar con tu Instructor SNSI en el curso ***SNSI Recreational Deco Diver***.

Otra prestación que tienen algunas computadoras de buceo de muñeca (a menudo opcional) es un sensor para medir la presión del cilindro. Se trata de un dispositivo para atornillar/fijar a una salida de alta presión de la primera etapa del regulador que se comunica de forma inalámbrica con el ordenador, gracias a lo cual podrá proporcionarte la cantidad de mezcla residual en el cilindro (como un manómetro analógico) y, basado en tu frecuencia respiratoria, una estimación del tiempo restante del tanque en minutos.

Por último, cabe destacar que algunos ordenadores de última generación también incluyen una brújula subacuática electrónica que además de ser utilizada como una brújula analógica común, permite configurar los "Way Points" (puntos destacados) durante el transcurso de la inmersión para poder indicar la ruta a seguir cuando quieras volver al punto de partida.

LOS MODELOS

Como ya mencionamos, las computadoras utilizan un modelo (o algoritmo de descompresión) para calcular la posibilidad de un ascenso seguro: directo a la superficie o, realizando una o más paradas de descompresión.

Después del primer modelo creado por Haldane, desde principios del siglo XX hasta la actualidad, muchos estudiosos y científicos han elaborado y publicado su propio modelo de descompresión. Uno de los más famosos y de los más longevos, porque todavía se utiliza en la actualidad, es el modelo de Bühlmann (cuyo desarrollo se inició a finales de la década de 1950 y fue publicado recién en 1983) que, además de trabajar con los medios tiempos de varios tejidos (del más rápido al más lento), también tiene en cuenta el "valor M", que es la presión parcial máxima de nitrógeno que puede tolerar cada compartimento teórico sin la formación de burbujas.

Si bien el propósito de Haldane y las tablas de la Marina de los EE. UU. era llevar al buceador a la superficie en el menor tiempo posible (recuerda que estas tablas fueron creadas para el buceo militar y/o profesional, por lo que cada minuto que los buzos pasan buceando tiene un costo), el objetivo fundamental de la investiga-

ción de Bühlmann era la seguridad del buceador. Por esta razón, su modelo es particularmente conservador en términos de tiempos de no descompresión y desaturación.

Todos los modelos de Haldane consideran que respetando los procedimientos de descompresión no hay formación de burbujas y/o microburbujas en absoluto y que por tanto, la ausencia de burbujas es sinónimo de ausencia de DCS. Paralelamente, a partir de la década de 1960, se han desarrollado modelos de descompresión que consideran la presencia de burbujas como un factor más o menos constante en cada inmersión, y tienen como objetivo contener el número y tamaño de estas burbujas. Efectivamente, como atestiguan los estudios modernos, utilizando la ecografía Doppler cardíaca se ha observado que a menudo, al final de inmersiones realizadas según procedimientos estándares y dentro de la curva de seguridad, en el buceador completamente asintomático se encuentran burbujas en el corazón derecho en proporciones variables, la presencia de burbujas en sí misma no implica, por tanto, la aparición de una enfermedad por descompresión.

VPM (Varying Permeability Model) y RGBM (Reducing Bubble Gradient Model) son, hasta la fecha, los modelos de descompresión más modernos y tienen como objetivo mantener los núcleos gaseosos por debajo de un cierto radio crítico y un cierto número crítico y fueron creados para generar perfiles de descompresión conservadores también adecuados para inmersiones repetitivas durante varios días.

CÓMO USAR LA COMPUTADORA/ORDENADOR

La consideración más importante a tener en cuenta al confiar en un ordenador de buceo es que este instrumento no puede calcular la absorción exacta y la consiguiente liberación de nitrógeno de los tejidos que componen el cuerpo humano: solo puede simularlo y teorizarlo en base a un modelo matemático. La computadora es una máquina y no, como algunos creen, un "cerebro electrónico" capaz de dar sus propias respuestas a problemas inesperados.

Es necesario considerar detenidamente todo esto y tener en cuenta que al utilizar una computadora se deben respetar los límites y parámetros establecidos por el fabricante de ese modelo específico: por ejemplo, la velocidad de ascenso que el usuario debe respetar se establece en la máquina misma. Además de esto es bueno tener en cuenta que la computadora, al trabajar con un modelo matemático, no es capaz de conocer las condiciones físicas del usuario o parámetros como deshidratación, obesidad, intoxicación alcohólica, fatiga, tabaquismo, drogas, nivel de estrés o sea, datos que no se pueden insertar en la máquina y por lo tanto, no se pueden mesurar ni hacer intervenir en ningún cálculo. Estos son factores que todo buceador conoce personalmente y debe tenerlos en cuenta para poder permanecer siempre en condiciones seguras.

A continuación detallamos las principales reglas para un uso correcto del ordenador de buceo:

1. **Leer el manual de instrucciones**. Antes de usar una computadora, es necesario leer detenidamente el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante y no confiar en el conocimiento que tengas sobre otros modelos o lo que otras personas te refieran.

Cada computadora tiene sus propias características y es diferente a las demás. Las pantallas son muy diferentes entre sí y la información no siempre se muestra en la misma posición y de la misma manera. A menudo, el algoritmo utilizado también es diferente. Es importante leer detenidamente las instrucciones de uso y comprenderlas antes de estar listo para usarla. Un ejemplo limitante es la indicación de advertencia de velocidad de ascenso que se puede interpretar como una invitación a volver a la superficie, mientras que en realidad advierte que la velocidad de ascenso es demasiado rápida!

Las computadoras para buceo han sido diseñadas para evitar la descompresión: todos los modelos son capaces de calcular inmersiones fuera de la curva, sin embargo este tipo de inmersión no está incluida en este curso ***SNSI Advanced Open Water***, sino en cursos específicos posteriores. Siempre que salgas de la curva, no tendrás la oportunidad de volver a superficie inmediatamente. Manteniéndote dentro de la curva de seguridad, todo es mucho más simple incluso en una emergencia.

2. **Un buzo, una computadora**. Es de fundamental importancia que durante una inmersión cada buceador cuente con su propio ordenador. Incluso los dos miembros de la pareja más unida nunca permanecen a la misma profundidad durante el mismo tiempo. Dado que el dispositivo calcula la integral de la curva de inmersión de acuerdo con los parámetros de tiempo/profundidad,

Photo © Marc Gimenez

puede haber diferencias en los tiempos residuales de pertenencia a la curva, discrepancias importantes especialmente para inmersiones posteriores.

3. **Sigue la computadora más conservadora**. Como hemos mencionado, cada buceador debe tener su propia computadora, incluso si el buceo es una actividad que se debe realizar siempre en pareja, junto con un compañero. Sin embargo, tu pareja podría tener una computadora diferente o tener un perfil ligeramente diferente al tuyo (incluso por solo un metro o permanecer solo un minuto más a una profundidad diferente a la tuya), por lo que los tiempos de no descompresión pueden no coincidir. En este caso, ambos buceadores seguirán la computadora más conservadora, subiendo juntos, siguiendo sus dos indicaciones, incluso si la otra computadora fuera más permisiva.

4. **Respeta la velocidad de ascenso**. Todas las computadoras han establecido una velocidad máxima de ascenso de aproximadamente 9 metros/30 pies por minuto.

Se ha comprobado, de hecho, que un ascenso lento puede solucionar el problema de la formación de microburbujas que en ocasiones se forman al emerger a una velocidad superior a la permitida. Es obligatorio respetar la velocidad indicada por el ordenador porque este dato es uno de los parámetros fundamentales incluidos en el cálculo. En caso de transgresión, la computadora indicará incumplimiento con algunas alarmas gráficas y sonoras.

Al final de cada inmersión, incluso si no lo prevé la computadora, se debe realizar una parada de seguridad de al menos 3 minutos a una profundidad de 5 metros/15 pies, especialmente después de inmersiones profundas.

5. En caso de avería. Ocurre muy raramente, pero la computadora de uno de los dos compañeros de buceo podría apagarse (por ejemplo debido a batería baja que olvidamos reemplazar o recargar) o sufrir una avería durante la inmersión. En este caso, será obligatorio regresar juntos a superficie, siguiendo las instrucciones del ordenador que funciona, el del otro compañero y haciendo la parada de seguridad. Si se han respetado las reglas del buceo recreativo, el problema de bloqueo de la computadora se puede resolver fácilmente y sin consecuencias.

6. Sigue los perfiles correctos. Planifica y realiza primero la parte más profunda de la inmersión, comenzando con un descenso hasta la profundidad máxima programada y continuando luego con un ascenso gradual a profundidades menores.

En el caso de inmersiones repetidas dentro del mismo día, es necesario realizar primero la inmersión más profunda y cada inmersión posterior debe ser menos profunda que la anterior. No es aconsejable realizar inmersiones profundas repetitivas.

7. Usar siempre el sentido común. Como ya se ha visto, varios factores pueden incrementar la posibilidad de una Enfermedad por Descompresión: edad avanzada, escaso entrenamiento, deshidratación, fatiga, problemas físicos pre-existentes, obesidad, etc. Estos datos tienden a llevar al buceador más allá de los parámetros del modelo matemático y, por lo tanto, en presencia de estos factores es ciertamente más prudente no llegar a los límites de la curva de seguridad. Bucear con precaución significa volver a superficie antes de que culmine el tiempo establecido para la curva de seguridad, sin excederlo, evitando fatiga excesiva y demasiadas inmersiones repetidas, manteniendo así un gran margen de seguridad acorde a los factores de riesgo presentes.

Concluimos esta sección recordando que la electrónica ha revolucionado la forma de sumergirse, alargando considerablemente el tiempo de inmersión, pero, como hemos mencionado varias veces, el ordenador no es capaz de "pensar" de forma independiente, es solo una calculadora muy rápida. Depende del sentido de responsabilidad del buceador usarlo de manera prudente y conservadora. Si bien esta herramienta es uno de los medios por los que el ser humano puede disfrutar de las maravillosas sensaciones que brinda el respirar bajo el agua, conviene recordar que **ningún ordenador ni Tabla pueden garantizar que el buceador no corra el riesgo de sufrir una DCS**; lo que puedes hacer es gestionar el riesgo de la mejor manera posible..

17. LA COMPUTADORA DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

La mayoría de los ordenadores de buceo modernos permiten la conexión a la computadora personal a través de una interfaz, con la posibilidad de descargar los datos de las inmersiones realizadas. Utilizando el software de análisis proporcionado por el fabricante, se pueden generar curvas, diagramas, perfiles y gráficos con los que conviene familiarizarse. Un gráfico típico es el que indica: tiempo/profundidad, parámetros de respiración, presión del tanque, temperatura, velocidad de

descenso y ascenso. Para los buceadores que usan Nitrox, se obtienen diagramas de la presión parcial de oxígeno (PPO2), el nivel de toxicidad del oxígeno acumulado para el sistema nervioso central (SNC) y las unidades de Toxicidad de Oxígeno (OTU). Muchos programas también generan un gráfico que representa la carga de nitrógeno tisular (en los tejidos) en función del tiempo de inmersión.

Una vez que hayas aprendido a utilizar el programa en tu computadora personal, descarga la información de la memoria del ordenador de buceo y genera los gráficos, el siguiente paso puede ser divertirse y aprender analizando los datos y comparándolos con los de tus compañeros de buceo o con los datos de tus otras inmersiones. Algunos programas tienen la característica de resaltar las partes del perfil que no son correctas. Debes usar toda esta información para aprender de tus propias inmersiones.

Analizar en detalle las fases críticas de la inmersión desde el punto de vista de la seguridad es una función importante de los datos descargados desde el ordenador de buceo. Por ejemplo, resaltar los momentos en los que has superado la velocidad de ascenso recomendada y relacionar este evento con una actividad específica durante la inmersión, permite obtener información importante sobre tu técnica de buceo y aplicar los procedimientos correctos para evitar las velocidades de ascenso excesivas en inmersiones posteriores. Si la velocidad de ascenso fue excesiva en la fase final de la inmersión, deberás mejorar el control de la flotabilidad.

Photo © Alessandro Grasso

Otro perfil negativo que puedes observar en la información del ordenador es el llamado "diente de sierra" en tu inmersión y que generalmente denota un estado de preocupación, de tensión emocional, al nadar junto a una pared, un arrecife, un maufragio y no controlar correctamente la profundidad y la flotabilidad. Este análisis puede ser de gran utilidad, como mencionamos anteriormente, para aprender de tus propios errores. Debes recordar que este perfil de inmersión aumenta el riesgo de sufrir una DCS.

Generalmente es difícil creer que una pareja de buceadores, incluso aquellos convencidos de que siempre han buceado uno al lado del

otro, revelen diferentes perfiles de tiempo/profundidad, pero basta con comparar los datos tomados de las respectivas computadoras para tener una prueba tangible: serán muy claras las diferencias en profundidad, en las respectivas tasas de descenso y ascenso, en las frecuencias respiratorias. Las diferencias de comportamiento entre dos personas serán así evidentes, prueba esto que es imposible confiar tu seguridad al ordenador de tu compañero de buceo. También debes tener en cuenta que, mientras se ejecuta el mismo perfil, como se indicó anteriormente, diferentes computadoras reaccionan de manera distinta a los datos detectados y modifican sus algoritmos en consecuencia. Por ejemplo, ciertos modelos que integran la presión del aire modifican el algoritmo de descompresión en respuesta a varios factores, como el patrón de ascensos y descensos (flotabilidad) y la frecuencia respiratoria. Un aumento en la frecuencia respiratoria y un aumento momentáneo en la frecuencia de ascenso/descenso pueden llevar a tu computadora a usar un algoritmo más conservador que el que usa la computadora de tu compañero. Esta es una de las muchas razones por las que los compañeros de buceo pueden encontrar que sus respectivos ordenadores proporcionan información diferente sobre los intervalos de superficie y los parámetros para inmersiones repetitivas.

Además del registro de datos y perfiles de inmersión, que ofrecen muchos programas, también puedes encontrar funciones útiles para la planificación de inmersiones. Por ejemplo, es posible simular inmersiones multi-repetitivas y generar gráficos que indiquen la absorción de nitrógeno. Estos gráficos son herramientas importantes, muy útiles para comprender qué sucede en los tejidos en términos de carga de nitrógeno durante y entre inmersiones. Esto también puede ayudarte a comprender lo importante que es planificar cuidadosamente las inmersiones repetidas durante muchos días consecutivos.

Muchos programas proporcionados por los fabricantes de ordenadores de buceo te permiten añadir información a los perfiles relacionados con las inmersiones realizadas, con el fin de crear una bitácora de buceo

personalizada, que contendrá información sobre flotabilidad, consumo de aire, profundidad y temperatura. A lo que también se puede añadir información útil para la asistencia en una emergencia y otros datos como el nombre del "compañero", características del lugar visitado y también información sobre el centro de buceo. Las múltiples posibilidades que ofrecen muchos programas pueden parecer superfluas pero se puede aprender mucho de esta información, y gran parte de ella es importante para la seguridad. Todo este cúmulo de información es útil para planificar inmersiones posteriores y una planificación cuidadosa permite una mejor gestión de riesgos.

Las computadoras que se pueden conectar con las PC representan una oportunidad única para que la industria del buceo pueda concientizar más sobre la complejidad de DCS. De hecho, hay investigadores que están recopilando datos descargados de ordenadores de buceo, en colaboración con centros de buceo, tiendas y cruceros, con el objetivo de conocer más sobre las variables que contribuyen a la incidencia de la Enfermedad por Descompresión.

Los ordenadores de buceo con interfaz son herramientas importantes para buceadores de todos los niveles de certificación; por esta razón, SNSI ha considerado oportuno dedicar esta parte de tu manual ***SNSI Advanced Open Water Diver*** al conocimiento de su potencial. Esto es parte de la filosofía SNSI: hacer el mejor uso de la tecnología para la diversión y el placer de bucear.

18. IR A LAS MONTAÑAS DESPUÉS DE BUCEAR

Realizar una excursión a gran altitud después de bucear implica una consideración especial: como buceador tienes -disuelto en tus tejidos- una cantidad de gas a una presión superior a la atmosférica; dado que estás a punto de ir a un área (en altitud) donde la presión atmosférica disminuye aún más que a nivel del mar, primero deberás calcular si tu viaje es posible sin que la presión del gas en los tejidos exceda el límite tolerable con la consiguiente formación de burbujas.

La tabla de al lado puede ayudarte a realizar este cálculo, indica el grupo límite al que debe pertenecer el buceador después de bucear para alcanzar una cierta altitud en forma segura.

GRUPOS PERMITIDOS PARA ALCANZAR CADA ALTITUD

ALTITUD (metros/pies)	GRUPO
300/1000	J
600/2000	I
900/3000	H
1200/4000	G
1500/5000	F
1800/6000	E
2100/7000	D
2400/8000	C
2700/9000	B
3000/10000	A

19. VOLAR DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

Volar inmediatamente después de bucear puede causar graves manifestaciones de ED, más particularmente una sensación de asfixia, causada por microembolias pulmonares.

Durante los últimos 20 años se han propuesto numerosas reglas para el vuelo post-buceo, desde la espera más prudente de 24 horas, hasta la espera más toleran-

te en el "grupo de presión" D. El consenso general hoy tiende a la espera de 12 horas antes de volar después de inmersiones regulares o normales, 24 horas después de inmersiones intensivas (varias por día en varios días), próximas al límite de la curva de seguridad o repetitivas.

Las inmersiones recreativas son muy a menudo del tipo normal o regular, con la posible excepción de una actividad repetitiva y durante varios días consecutivos. Este tipo de actividades extenuantes ha ido en aumento con la llegada de las computadoras de buceo. En cualquier caso, los datos estadísticos de casos de DCS resultantes del vuelo posterior a la inmersión, sugieren una espera de un día desde la última inmersión, y que las inmersiones repetidas, durante varios días, implican un mayor riesgo, al volar después de la inmersión.

Se recomienda un período de espera de 48 horas antes de abordar un avión después de una inmersión fuera de la "curva de seguridad".

Las computadoras de buceo pueden calcular el período "No Fly", esto es, el tiempo que debes esperar antes de poder abordar un avión.

20. REALIZAR LA INMERSIÓN PROFUNDA

Como ocurre con todas las inmersiones, preparar y realizar una inmersión profunda requiere una serie de pasos que deben ser seguidos minuciosamente por los buceadores:

LA PROGRAMACIÓN

De hecho, como en cualquier plan de buceo, lo primero que hay que hacer es asegurarse de que las condiciones ambientales sean buenas. El buceo profundo ciertamente no es una actividad para practicar si el clima y el mar no están en perfectas condiciones. Además, por lo general, los lugares donde se desarrolla esta actividad específica son los más expuestos, por lo tanto son sitios más sensibles a los cambios climáticos.

La inmersión se realizará desde una embarcación de acuerdo con el hecho de que los puntos más profundos suelen estar en alta mar, pero en el caso menos probable de que la inmersión se realice desde la costa, se debe tener en cuenta el factor de distancia a cubrir hasta el punto deseado. Éste, de hecho, es un factor que provoca tanto el retraso del rescate en caso de emergencia, como el riesgo de DCS (por fatiga tras la inmersión). También es mejor contar con una persona cualificada que permanezca en la superficie todo el tiempo en caso de que se requiera asistencia, tanto para el buceo en tierra como desde bote. Como ya mencionamos, en algunos países para el buceo desde embarcación la ley obliga a que una persona autorizada permanezca a bordo para llevar el bote y brindar asistencia en caso de necesidad.

El tiempo de permanencia bajo el agua es mucho más corto que el de una inmersión dentro de los 24 metros, por lo que es importante preestablecer el perfil de la inmersión. El uso del ordenador para determinar el perfil de inmersión es una práctica muy común en la actualidad para la mayoría de los buceadores que practican buceo profundo, pero no es correcto depender exclusivamente de los instrumentos y, por seguri-

dad, siempre conviene comprobar su perfil incluso con la ayuda de las tablas de descompresión. También es importante ver la diferencia en cuanto a programación necesaria en el caso de usar las tablas en lugar de la computadora: las tablas fuerzan una inmersión cuadrada por lo tanto limitan considerablemente el tiempo, llevar la tabla en el bolsillo del BCD y en el momento del ascenso ver cuánta descompresión habría que hacer si esa misma inmersión se programara simplemente con las tablas, da una medida exacta de la comodidad y las ventajas que se obtienen al usar el ordenador. Sin embargo, es bueno recordar que las computadoras siempre deben usarse de manera conservadora, nunca hasta el límite de su capacidad de cálculo.

Photo © Alessio Dalla'

También es importante tomarte el tiempo para conocer la computadora de tu compañero y establecer que la inmersión será guiada por el instrumento más conservador. Sin embargo, la pareja de inmersión nunca debe utilizar un solo ordenador, debido a las inevitables diferencias entre los perfiles de los dos buceadores como ya mencionamos anteriormente. Por último, ten siempre en cuenta que el factor que determina el progreso de la inmersión puede ser tanto el nivel de saturación como la cantidad de aire disponible. Esto requiere el cálculo del Consumo de Aire por parte de ambos compañeros de buceo y el posterior y serio control, durante la inmersión, de ambos factores: saturación y aire disponible.

EL CHEQUEO PREVIO A LA INMERSIÓN

Es importante que los dos compañeros realicen una precisa comprobación preinmersión, debido al mayor esfuerzo y responsabilidad que requiere la inmersión profunda. Se debe prestar especial atención a los factores que pueden afectar la autonomía del cilindro: primero verifica que el paso del aire/nitrox esté completamente abierto; si está parcialmente abierto podrá suministrar el gas en superficie y en aguas poco profundas, pero no tendrá un caudal suficiente a profundidad (el manómetro lo indicará: la aguja oscilará drásticamente con cada respiración). Luego, chequea que esté completamente cargado. En ocasiones los cilindros se han cargado al máximo, pero en el momento de su uso pue-

den tener poca presión debido a muy leves fugas del grifo que han continuado durante mucho tiempo.

Finalmente, asegúrate de que tu computadora esté encendida y funcionando correctamente.

Un buen hábito puede ser prepararse mentalmente para la inmersión, concentrándose en los últimos minutos previos. Cierra los ojos y respira lenta y profundamente. Ver la inmersión (si ya se conoce el fondo será más sencillo). Imagina todas sus fases de la forma más vívida posible, incluida tu pareja, desde el descenso hasta el ascenso, con todo planeado, sin errores ni omisiones. La utilidad de esta técnica, que utilizan todos los deportistas exitosos en varias disciplinas, ya se ha discutido en la primera parte de este manual. Por su parte, la investigación científica ha demostrado los beneficios de la visualización mental para mejorar el rendimiento.

Finalmente, como en el buceo nocturno o en condiciones de poca visibilidad, no entres al agua hasta el momento en que esté todo listo. Recuerda que en todo descenso exigente al fondo del mar o en cualquier caso en un entorno submarino, está en juego tu seguridad e integridad física. Así que no dejes que nadie, ni tu compañero, ni el Divemaster, ni siquiera el capitán del barco, te apresure. Comenzar la inmersión y cuándo hacerlo es siempre una decisión que depende única y exclusivamente del interesado, o sea de tí.

EL DESCENSO

Para ayudar en el descenso/ascenso de una inmersión profunda, se debe utilizar un cabo de descenso/ascenso, que también puede ser la misma cuerda que la que utiliza el ancla. Pero incluso en este caso sigue siendo preferible utilizar un cabo específicamente destinado a eso, especialmente en el caso de existir corriente: descender y ascender por un cabo vertical es menos fatigoso que hacerlo por un cabo inclinado. Es importante saber que incluso en el descenso se debe controlar la velocidad, no se debe superar los 18 metros/60 pies por minuto porque esto puede favorecer la aparición de narcosis por nitrógeno.

El cabo de descenso es una ayuda importante. Proporciona orientación y control del descenso que a menudo es en el azul, donde inicialmente no es posible ver el fondo. Esto puede resultar confuso, especialmente para aquellos que están en las primeras experiencias de buceo profundo, recuerda que no hay prisa. El cabo te permite detenerte fácilmente durante el descenso para ajustar tu equipo, compensar los oídos y máscara, o simplemente relajarte por un momento; además, el cabo de descenso reduce el riesgo de separación del compañero.

Un descenso libre, donde literalmente vuelas a través de la columna de agua sin puntos de referencia, requiere un alto grado de destreza y coordinación con tu compañero que solo se logra con la experiencia.

Cuando la visibilidad es escasa, es necesario ralentizar el descenso a medida que te acercas al fondo, para evitar chocar con él, levantar sedimentos y reducir aún más la visibilidad.

EN LA INMERSIÓN

Probablemente pasarán unos segundos hasta poder

Photo © Alessio Dallai

establecer tu posición, a menos que la visibilidad sea excelente (una brújula es de gran utilidad sobre todo porque no será posible volver a la superficie para orientarte). Sin embargo, la navegación natural suele ser suficiente, ya que al disponer de un tiempo limitado en el fondo, es improbable que puedas alejarte mucho durante la inmersión profunda. En caso de escasa visibilidad, cuando es aún más importante ascender utilizando el cabo, se puede considerar la posibilidad de utilizar una cuerda de conexión como se describe en el capítulo dedicado al buceo nocturno y con visibilidad limitada.

Es fácil distraerse y olvidar el chequear los instrumentos: en parte por la emoción que da estar en un nuevo entorno, en parte por el efecto del nitrógeno. También consumes aire a un ritmo mucho más rápido de lo que estás acostumbrado mientras buceas a poca profundidad, y una fuerte autodisciplina es absolutamente esencial en este tipo de inmersión. Tienes que acostumbrarte a revisar los instrumentos con más frecuencia y recordarle a tu compañero que haga lo mismo, especialmente en una pared, para no exceder la profundidad planificada.

Como ya hemos aprendido, el aire que se respira en profundidad tiene una alta densidad, por lo que puedes sentirte cansado más fácilmente que a poca profundidad. La solución es simple: desacelera el ritmo de las patadas y, si sientes un aumento en la frecuencia respiratoria, detén tu marcha y descansa.

A efectos puramente informativos, es interesante sa-

ber que precisamente para reducir la densidad del aire y por tanto facilitar la ventilación pulmonar, los buzos que cruzan los límites de profundidad del buceo recreativo, utilizan mezclas con un porcentaje reducido de oxígeno (eliminando así problemas debido a la respiración de este gas a presiones parciales elevadas) y en el que el nitrógeno, responsable de la narcosis, es sustituido parcialmente por helio, un gas mucho más ligero. En este curso no se exploran temas relacionados con el buceo más allá de los límites establecidos para el buceo recreativo para lo cual SNSI tiene disponibles el curso ***SNSI Recreational Deco Diver*** y los cursos de la línea ***SNSI Tek***, cuya finalidad es precisamente tratar el buceo más allá del aspecto recreativo.

La gestión de la autonomía del cilindro es tan importante como el estado de saturación. De hecho, en muchas ocasiones el tiempo total de inmersión no vendrá determinado por el estado de saturación, sino por la reserva de aire. Quizás el momento más importante en la gestión del gas disponible sea cuando decides regresar. Es necesario recordar ir hacia el punto de salida con una reserva suficiente de gas respirable, ya que hay que recorrer cierta distancia para llegar a la parada de seguridad.

También en este caso la "Regla de los Tercios" ya estudiada en la especialidad de Navegación y en Buceo Nocturno, es más válida que nunca: un tercio del aire para ir, un tercio para regresar, un tercio para volver a superficie, considerando que siempre deben quedar como mínimo 50 atmósferas/750 psi de reserva en el

SNSI Explorer Diver

Photo © Alessio Dallai

cilindro por cualquier emergencia. Esta sencilla regla siempre te protege del riesgo de quedarte sin aire. El parámetro de consumo siempre debe referirse al buceador que tiene una menor cantidad de aire, sin importar cuánto le quede al compañero que tiene más. Si existe una disparidad constante en el consumo de aire entre un buceador y sus acompañantes, es recomendable que quienes consumen más utilicen un tanque más grande.

En buceo profundo no existe la opción "un momento más": cuando el tiempo programado ha expirado, es imperativo volver a superficie.

ASCENSO Y SALIDA

Si se ha seguido el plan de buceo, el ascenso será sin problemas, pues te encontrarás en el cabo con una abundante reserva de aire. Hay quienes prefieren subir tomándose del cabo, en lugar de aletear. Esto permite un ascenso más lento y controlado. No se debe superar la velocidad de ascenso de 9 metros/30 pies por minuto, es decir, 3 metros/10 pies cada 20 segundos. En la práctica significa subir muy lentamente. Comprueba la velocidad de ascenso vigilando los instrumentos. Acercarse a la superficie requiere un mayor control de la flotabilidad, especialmente si se utilizan cilindros de aluminio o trajes de neopreno de 7/8 mm; el cilindro de aluminio vacío tiene una positividad de un par de kilos, así como el traje de células de neopreno, si éste es macro celular (si no es neopreno súper comprimido).

Realizar una parada de seguridad es una regla que se debe seguir para cualquier tipo de inmersión, espe-

cialmente después de una inmersión profunda. Detente a 5-6 metros/15-20 pies durante 3-5 minutos. Si tienes suficiente aire y quieres quedarte más tiempo, eso solo será beneficioso para tus tejidos. En el caso de que al inicio de la parada de seguridad te encuentres al límite de tu suministro de aire (40 bar/580 psi), utiliza el cilindro de seguridad ubicado a 6 metros/20 pies de profundidad. Te recordamos una vez más que el cilindro de seguridad debe dejarse cerrado para evitar que un regulador (que podría entrar en flujo continuo) lo vacíe mientras los buzos están buceando. Una vez montado el regulador, abriendo el cilindro para verificar su presión con el manómetro y luego cerrándolo sin presionar el botón de la segunda etapa (como se hace cuando se debe quitar el regulador), las mangueras quedan cargadas de presión. De esta manera , si cualquier movimiento del cilindro y/o de los látigos/mangueras produce algo de presión de agua en el botón de purga como para abrir la válvula de suministro de aire, el contar con presión en el sistema esto evitaría la penetración de una cierta cantidad de agua que dañaría el regulador.

Algunos centros de buceo o embarcaciones de vida a bordo están equipados con un trapecio, un simple tubo de metal apoyado en ambos extremos, ciertamente más cómodo que el cabo para detenerse.

DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

Muchos buzos creen que la inmersión termina una vez que salen del agua. ¡No es así! La última parada de descompresión es la superficie. En realidad, la inmersión no se termina mientras haya nitrógeno residual en el cuerpo del buceador, y esto lleva al menos 12 horas para ser liberado por completo (luego de una inmersión regular). Por lo tanto, es importante abstenerse de realizar esfuerzos físicos durante este período de "desaturación", para no deshidratarse, sobrecalentar el cuerpo al agitarse y evitar volar durante al menos 24 horas.

21. CONCLUSIÓN

Para el buceador desinformado, el buceo profundo no parece tan diferente del buceo en aguas menos profundas. Desde un punto de vista físico, incluso podría parecerlo, pero es una cosa completamente diferente en términos de la respuesta fisiológica del organismo, la planificación, la actitud psicológica y la autodisciplina. Esto es lo que se ha demostrado y aprendido de los temas tratados en este capítulo del manual SNSI Advanced Open Water Diver. Como buceador seguramente podrás, después de haber probado lo que describimos en los ejercicios prácticos que realizarás con el Instructor SNSI, planificar, organizar y gestionar una inmersión profunda segura y divertida.

Mira el Video de la Especialidad SNSI Deep Diver

PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 4

1. **SNSI define el buceo profundo como bucear más allá de los:**
   - O 18 metros/60 pies.
   - O 30 metros/100 pies.
   - O 24 metros/80 pies.

2. **La Presión Absoluta es:**
   - O La Presión Ambiente.
   - O La suma de la Presión Atmosférica e Hidrostática.
   - O Ambas respuestas anteriores.

3. **"A temperatura constante, el volumen es inversamente proporcional a la presión" es la enunciación de:**
   - O La Ley de Boyle.
   - O La Ley de Dalton.
   - O La Ley de Henry.

4. **Un tejido con un tiempo medio de 10 minutos, se convierte en:**
   - O Saturado por la mitad a 10 metros/33 pies en 10 minutos y completamente saturado a 20 metros/66 pies en 20 minutos.
   - O Saturado por la mitad a 10 metros/33 pies en 10 minutos y completamente saturado en 20 minutos.
   - O Saturado por la mitad a 10 metros/33 pies en 10 minutos y saturado por la mitad a 20 metros/66 pies en 10 minutos .

5. **Consumo de superficie (CS) calculado en atmósferas por minuto:**
   - O Cambia con el volumen del cilindro.
   - O Es independiente del volumen del cilindro.
   - O Es igual al Volumen Respiratorio por Minuto (RMV).

6. **Antes de usar un ordenador de buceo, ¿qué es lo más importante que debes hacer?**
   - O Establecer el factor de Gradiente.
   - O Retire la película protectora de la pantalla.
   - O Leer el manual de instrucciones del fabricante.

Photo © Alessio Dallai

La Descompresión en el Buceo Recreativo.

SNSI Recreational Deco Diver

CAPÍTULO 5:

EL BUCEO DESDE EMBARCACIÓN Y EN CORRIENTE

01. INTRODUCCIÓN

Con base en lo que aprendimos en este manual ***SNSI Advanced Open Water Diver***, ahora somos conscientes de que los factores que más influyen en la elección del procedimiento de buceo son las condiciones del mar, la corriente, las olas, la profundidad, la visibilidad, tipo de fondo marino.

Luego existen otros factores como: la distancia desde la costa hasta el punto de buceo y los medios para llegar a él ya que hay que tener en cuenta esto a la hora de planificar y gestionar una jornada de buceo.

La orientación bajo el agua y las cuestiones relacionadas con la flotabilidad casi siempre se combinarán en la práctica con el buceo desde la embarcación, y en este caso la corriente suele jugar un papel decisivo.

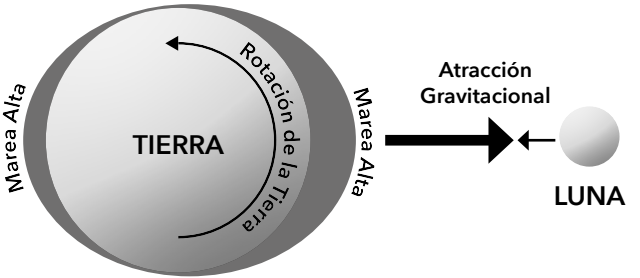
Photo © Alessio Dallai

Esta es la razón por la que consideramos apropiado enriquecer este manual ***SNSI Advanced Open Water Diver*** con este capítulo dedicado al estudio en profundidad de situaciones de buceo que se encuentran con más frecuencia en la práctica.

02. LA MAREA

El físico y matemático inglés Isaac Newton, en el siglo XVII, explicó el efecto de marea con la diferencia en la atracción gravitacional que una estrella ejerce respectivamente sobre las partes más cercanas y más distantes de otra estrella. Por tanto, la Luna provoca, debido a la atracción gravitacional que ejerce sobre nuestro planeta, un abultamiento en las dos superficies opuestas de la Tierra. Las dos protuberancias son de magnitudes diferentes porque las distancias de las mismas respecto a la Luna son diferentes.

De hecho, la fuerza de atracción gravitacional que ejerce un cuerpo celeste sobre otro es proporcional a su tamaño e inversamente proporcional a la distancia entre ambos. Esta es la razón por la que la Tierra se ve más afectada por la influencia de la Luna que la del Sol:



Las aguas de los océanos más cercanos a la luna son atraídas con mayor intensidad que las más alejadas (lado opuesto).

aunque éste es inmensamente mayor que la Luna, su distancia a la Tierra (150 millones de kilómetros contra 300.000 de nuestro satélite natural) es tal que reduce los efectos que alcanzan a nuestro planeta de todos modos. Las dos "estrellas" ejercen su atracción sobre toda la Tierra, es decir, sobre el agua, el aire y las rocas.

Los efectos sobre el aire y las rocas son tan pequeños que solo pueden detectarse mediante el uso de herramientas especiales. En el mar, en los océanos e incluso en los grandes lagos y ríos, el fenómeno de las mareas es claramente visible: dos veces al día cuando un punto de la Tierra y el de sus antípodas (punto opuesto) pasan por debajo de la vertical de la luna, hay una marea alta. Pero hemos dicho que el Sol también ejerce su propia atracción, aunque menor, y esto complica el fenómeno. Cuando hay luna llena o luna nueva, el Sol y la Luna están alineados entre sí, las fuerzas de atracción de las dos estrellas se suman. En este caso existe la máxima amplitud de marea que toma el nombre de **Marea de Sizigia**. La amplitud de la marea disminuye con el aumento del ángulo que forman las dos líneas que conectan la Luna y el Sol con la tierra, hasta alcanzar la amplitud mínima, cuando el ángulo es recto: en este caso tenemos las **Mareas de Cuadratura**.

Otra fuerza que genera las mareas se debe al movimiento de rotación del sistema Tierra-Luna alrededor del centro de gravedad común; provoca abultamiento en los océanos desde el lado opuesto al que mira hacia la Luna: esta es la razón por la que la marea alta se

LAS MAREAS

*Tenemos **Mareas de Sizigia** cuando el Sol, la Tierra y la Luna están alineados (dos lunas están representadas en el dibujo solo para indicar las dos posiciones posibles).*

*Tenemos **Mareas de Cuadratura** cuando el Sol y la Luna está a 90° respecto de la Tierra.*

*Las **Mareas de Sizigia** tienen una amplitud mayor que las de Cuadratura a medida que se suman las acciones del Sol y la Luna.*

produce simultáneamente en un punto de la tierra y sus antípodas (punto opuesto).

La altura alcanzada por la marea varía según la profundidad del agua, la conformación costera y la ubicación. Por ejemplo, en el Mediterráneo la marea generalmente tiene una amplitud de unos 50 centímetros, pero en el Mar Adriático el nivel del agua puede subir y bajar hasta 1 metro en comparación con la regular.

También hay zonas de la tierra donde la marea tiene amplitudes impresionantes, como en la Bahía de Fundy (Canadá) y en la desembocadura del Río Gallegos (Argentina) donde la marea máxima alcanza los 18 - 20 metros/60-65 pies.

Para todos los fenómenos expuestos, la periodicidad de las mareas no es fija de ninguna manera y es difícil calcular la sucesión de mareas para cada ubicación. Por eso existen las **Tablas de Mareas**, de las que se obtiene información precisa sobre el tiempo y el alcance de los cambios de nivel: información muy útil para planificar inmersiones.

La masa de agua en movimiento debido a los cambios de marea provoca corrientes de marea, llamadas "**de flujo**" cuando pasa de marea baja a alta y la masa de agua se desplaza hacia la costa y las corrientes "**de reflujo**" que ocurren al revés, cuando pasan de la marea alta a la baja y la masa de agua se aleja de la costa.

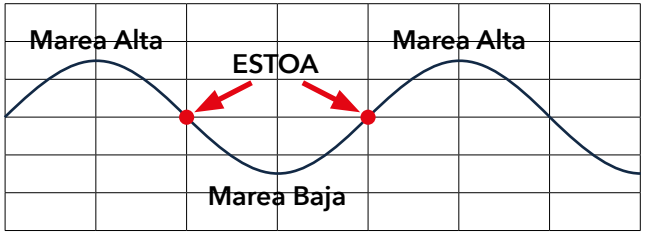
Estas corrientes pueden ser muy fuertes cerca de pasajes estrechos, como por ejemplo un "**paso**" entre un arrecife de coral. El efecto que sufre el agua en movimiento es el mismo que se produce al apretar la manguera de goma con la que se riega el jardín.

Cuando la marea alta está en su máximo y la marea baja en su mínimo, hay un período de aproximadamente 2 horas durante el cual el movimiento del agua es casi nulo: el **Período de Estoa**. Es el momento ideal para bucear en términos de capacidad para moverse en las direcciones deseadas y en cuanto a visibilidad. Por este motivo, los buceadores deben leer las Tablas de Mareas del lugar donde quieren bucear y elegir el mejor momento según el Periodo de Estoa correspondiente.

03. LAS CORRIENTES

Hasta ahora lo dicho sobre las corrientes de ma-

PERIODO DE ESTOA



Hay un período entre la marea alta y la marea baja, unas dos horas en las que el movimiento del agua es mínimo o casi nulo y se llama "Estoa".

rea, pero otros factores también ponen en movimiento grandes masas de agua. Uno es la tendencia del agua a restablecer el equilibrio hidrostático perturbado por la diversidad del calentamiento solar en varias latitudes, que cambia su temperatura, salinidad y consecuentemente su densidad.

Uno de los principales factores de la acción de arrastre de las corrientes es la rotación de la Tierra determinando las direcciones de circulación de las masas de agua. La circulación es simétrica en los dos hemisferios: dos corrientes calientes se originan en el ecuador, denominadas respectivamente Corriente Ecuatorial Norte y Corriente Ecuatorial Sur y tienen una dirección este-oeste siendo impulsadas por los vientos alisios. Estas corrientes se encuentran con las costas de los continentes y se inclinan hacia las latitudes superiores, pasando

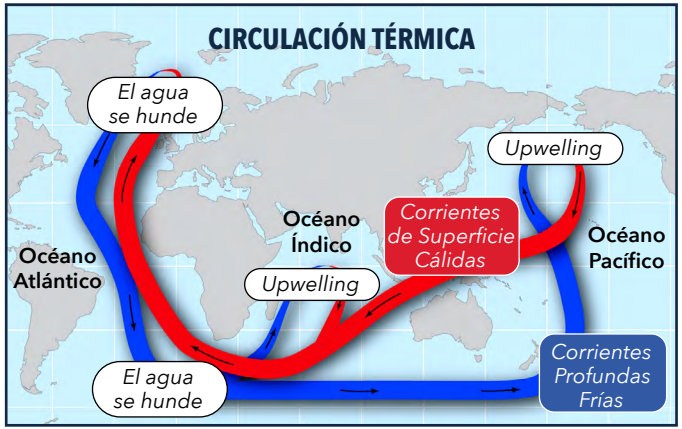
EFECTO DE CORIOLIS

La clave del Efecto de Coriolis radica en la rotación de la Tierra, que gira con más fuerza en el ecuador y más lentamente en los dos polos debido a su forma.

Supongamos que estamos en el ecuador y queremos lanzarle una pelota a un amigo en Norteamérica. Lanzando en línea recta la pelota caerá al suelo a la derecha (este) de nuestro amigo porque se mueve más lento que nosotros. Si en cambio lanzamos la pelota desde el Polo Norte también caerá al suelo a su derecha ya que esta vez se está moviendo más rápido que nosotros.

Esto es causado por el Efecto Coriolis: el viento es como una bola que "gira" hacia la derecha en el hemisferio norte (Septentrional o Boreal) y hacia la izquierda en el hemisferio sur (Meridional oAustral).

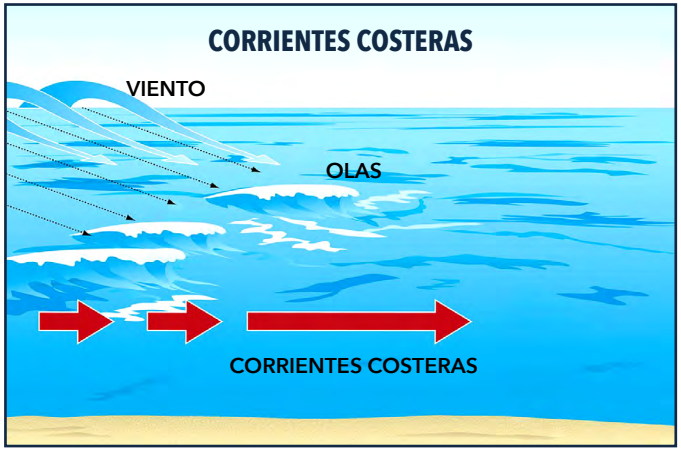
Los vientos que normalmente fluirían verticalmente desde los polos hacia el ecuador son, por lo tanto, desviados por la fuerza de Coriolis y dan lugar a esos vientos constantes conocidos como vientos Alisios y Contralisios.



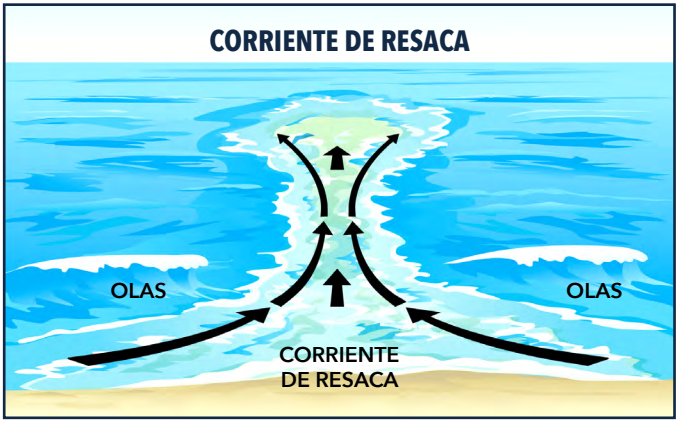
por sus costas y dándoles grandes cantidades de calor que influyen en el clima, mitigándolo. Estas aguas cálidas se mezclan paulatinamente con las frías y por compensación regresan hacia el ecuador dando lugar a las corrientes de retorno que, llegando a otras costas continentales, afectan el clima provocando la bajada de la temperatura media.

Otros factores que provocan las corrientes son las diferencias de presión atmosférica; pues donde ésta es más alta produce una bajada del nivel del agua, especialmente en los estrechos que conectan los mares con los océanos o los mares abiertos con los mares interiores. Un ejemplo clásico que involucra a buceadores son los **Pasos** en un arrecife de Coral: consisten en una división en el arrecife de coral (un paso) que puede ser más o menos ancha; las dimensiones de la abertura determinan la intensidad de la corriente y los guías que acompañan a los buzos en la inmersión deben conocer la extensión de la corriente para manejar mejor la inmersión.

Las corrientes que encuentran los buzos son principalmente **Corrientes Costeras** y **Corrientes de Resaca**. (también llamadas de Succión). La corriente costera suele estar provocada por olas que al llegar a la zona de rompiente con dirección oblicua a la costa dan lugar a un movimiento del agua paralelo a la orilla. Las corrientes costeras pueden alcanzar una fuerza tal que impida nadar y, en tales casos, la única posibilidad de que los buceadores se sumerjan es dejarse llevar por el agua que fluye. Este tipo de inmersión se llama **Drift Dive** (Buceo en Corriente): lo hemos mencionado y hablaremos más adelante.



La corriente de Resaca o de Succión se forma cuando el agua empujada hacia la orilla por las rompiente, vuelve hacia el mar abierto y se dirige hacia una depresión en el fondo marino: la fuerza de la corriente aumenta la profundidad de la depresión dando lugar a la formación de un canal que puede variar de 30 a 800 metros/100 a 2600 pies aproximadamente. La corriente de resaca se puede identificar desde la superficie: de hecho, el flujo de agua transportado a la depresión forma un abanico, además arrastra la arena y las partículas en suspensión y esto hace que se pueda ver claramente un canal de agua turbia que sale al mar perpendicular a la costa. Otro signo evidente de la presencia de una corriente de resaca es la disminución de la altura de las rompientes en la zona atravesada por el flujo de agua y la presencia de espuma en la superficie más allá de la línea de las propias rompientes. Sin embargo, todas estas señales pueden ser difíciles de detectar cuando el viento es fuerte.



04. BUCEO DESDE LA EMBARCACIÓN

La mayoría de las inmersiones se realizan desde embarcaciones de apoyo, excepto en algunas zonas donde el uso de embarcaciones puede no resultar ventajoso debido a las condiciones del mar y la morfología de la costa. Para que el buceo desde el barco sea agradable y placentero, es necesario conocer y respetar algunas reglas de comportamiento a seguir en los distintos barcos en relación a sus características.

Puede suceder que un buceador que realiza la inmersión desde el barco por primera vez se pare en el muelle sin saber qué hacer, cómo subir y, una vez a bordo, cometa una serie de errores de comportamiento por desconocer la manera en que debe proceder.

A través de este capítulo no te convertirás en un profundo conocedor de los barcos, pero para aprender a moverte correctamente en un barco es necesario conocer, en general, algunas características y la terminología relativa a las embarcaciones.

Para todas las embarcaciones, de cualquier tipo, existen nomenclaturas estándar que se utilizarán al referirse a sus partes:

Proa: es la parte delantera del barco.

Popa: es la parte posterior del barco.

Borda/Banda: son las partes laterales. En términos marítimos, el lado derecho se llama "derecha o estribor" mientras que el izquierdo "izquierdo o babor".

En un bote inflable (gomón o zodiac) los lados están formados por los tubulares inflables del mismo.

Para evitar malos entendidos, es bueno que el principiante (no hay nada malo ni de qué avergonzarse por serlo: todos hemos estado o estaremos, tarde o temprano, en las primeras armas en algo) siga siempre las instrucciones dadas por el capitán o el guía. Por lo general, el capitán es la ley a bordo. Con la difusión de cruceros de buceo y centros de buceo, en algunos países, en embarcaciones especialmente acondicionadas para el buceo, es el guía de buceo quien también asume el rol de responsable a bordo y como buceador deberás consultar al guía, tanto para el buceo, como para organizar tu vida a bordo.

Photo © Gianni Neto

En este manual indicaremos quién está al mando de las operaciones de la embarcación con el nombre de Comandante (persona que tiene el mando), independientemente de si estamos hablando del capitán de la embarcación o del guía de buceo.

Bucear desde un barco implica varias variables y esperar definir solo una forma correcta es casi imposible: las técnicas de buceo varían de un lugar a otro y también están condicionadas por el tipo de embarcación.

Antes de subir al barco, debes esperar la autorización del capitán o pedir permiso para abordar. Una vez que todos los pasajeros estén a bordo, el capitán realizará un briefing para dar indicaciones sobre la disposición del equipo personal, el uso de espacios comunes, áreas reservadas y generalmente advierte que te mantengas alejado de las áreas de maniobras durante las operaciones de amarre. Si el barco es grande y está equipado con baños, también se informará a los pasajeros sobre cómo usarlo.

En los centros de buceo que ofrecen un buen nivel de servicio, los cilindros y equipos de los clientes son cargados a bordo por el personal a cargo y los buzos solo ensamblan el equipo SCUBA. Una vez montado el equipo, debes tener cuidado de no dejar el cilindro sin vigilancia y de asegurarlo bien en las carcasas especiales: recuerda que el barco está en movimiento y una ola puede hacer que el cilindro se caiga con el riesgo de herir a alguien o dañar el mismo equipo.

En un bote, el espacio que cada buceador tiene disponible es limitado, por lo que el sitio debe estar ordenado y mantener tu equipo recogido en un solo lugar. Para ello, existen en el mercado bolsas de malla muy convenientes que son útiles para usar en el barco.

Un momento clave es el briefing, que hará el guía antes de la inmersión. Dará toda la información necesaria para entrar al agua: siempre con el chaleco inflado, el regulador en la boca, la máscara en el rostro y las aletas colocadas. El camino de entrada dependerá de la embarcación: desde una lancha o un bote inflable entras en el agua de espaldas: sentado en el borde, con las piernas adentro del bote, sostienes el regulador en la boca y la máscara con la mano derecha en la cara y con el brazo izquierdo la fuente de aire alternativa y el manómetro contra el abdomen, luego te empujas hacia atrás hacia al agua levantando las piernas (siempre cuando el capitán de la orden, nunca antes).

Desde un bote grande, de pie y entrando, con los pies juntos o con el "paso gigante" dependiendo de la distancia del plano de entrada a la superficie del agua. Si el nivel de entrada está lejos de la superficie, es preferible entrar con los pies juntos para "abrir" el agua con los pies y reducir el impacto.

Mira el Video de la Entrada con Paso de Gigante

Si las aguas están tranquilas y no hay corriente, puedes optar por ingresar al agua con máscara y snorkel y hacer que te alcance el equipo SCUBA la misma tripulación. Este método es muy útil para quienes tienen problemas de espalda, pero en realidad son pocas las situaciones en las que es posible adoptarlo.

Las demás indicaciones que da el guía en el briefing previo a la inmersión se refieren a la información sobe del camino a seguir (sobre y bajo el agua), los procedimientos de seguridad y los de salida del agua.

Incluso la salida está condicionada por el tipo de embarcación: de hecho, si la embarcación está equipada con una escalera grande y cómoda, se puede subir con el equipo puesto de lo contrario es necesario quitar el lastre primero, luego el equipo SCUBA y pasarlo a la tripulación antes de subir a bordo.

Mira el Video de la Salida en Barco con Aletas Puestas

Mira el Video de la Salida en Barco Sin Aletas

Una vez que te hayas familiarizado con los diferentes métodos de entrada y salida del agua y con los distintos tipos de embarcaciones utilizadas, es hora de considerar las técnicas de buceo desde la embarcación. Como ya hemos mencionado varias veces, las categorías de buceo desde el barco son esencialmente dos: con el

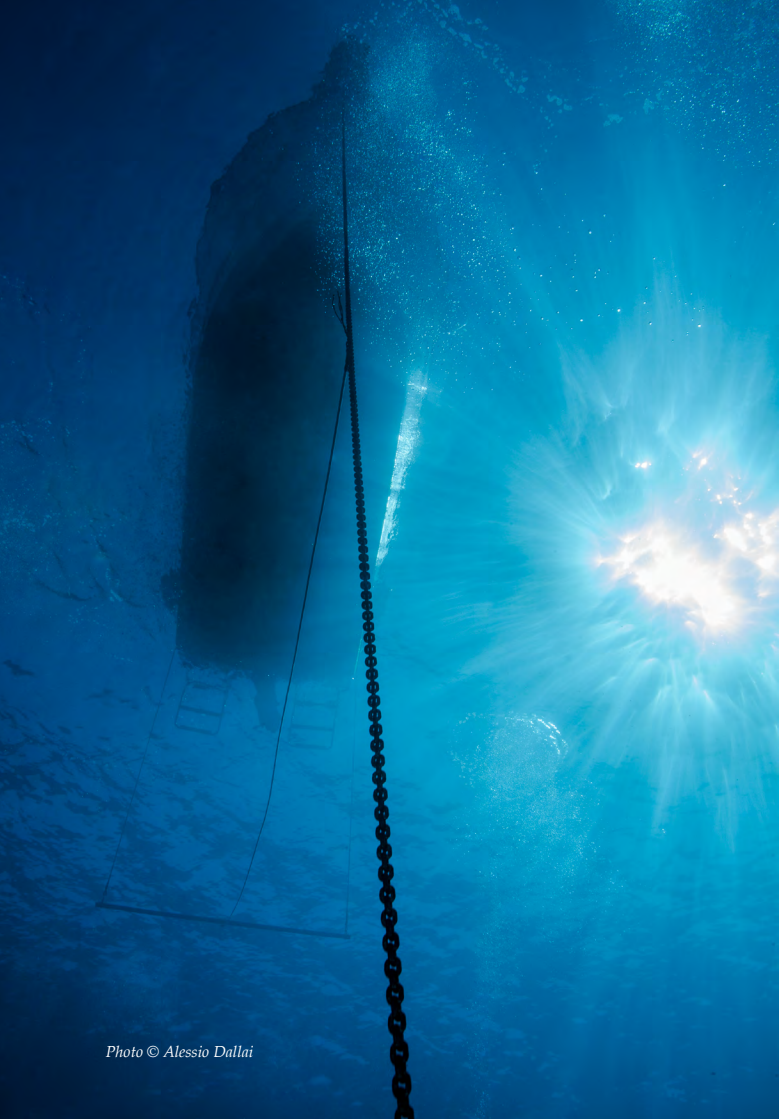


Photo © Alessio Dallai

barco anclado y con el barco en movimiento (inmersión a la deriva). Ambos métodos pueden tener numerosas variables.

05. DECIDES CÓMO BUCEAR DESDE EL BARCO

Los factores determinantes que llevan a decidir si bucear con el barco anclado o en movimiento son la intensidad de la corriente y la distancia que se quiere recorrer mientras se bucea. Si el sitio de buceo es pequeño, como un naufragio, es conveniente anclar el barco directamente en el lugar. En algunos mares donde hay arrecifes de coral muy frecuentados por embarcaciones con buceadores, las autoridades del lugar, con el fin de preservar la integridad de los arrecifes, han instalado amarres fijos equipados con boyas de superficie a las que los barcos pueden sujetarse sin tener que soltar anclas cada vez que llegan al sitio de buceo.

Si la inmersión se realiza con el barco anclado, los buzos deben aplicar las técnicas de navegación necesarias para volver a la línea de ascenso al mismo. Del curso básico ya sabemos que en el caso de que exista corriente la inmersión debe iniciarse en contra de la dirección del flujo de la misma y llevar a cabo el buceo hasta que haya transcurrido el tiempo predeterminado o uno de los miembros del grupo alcance el nivel mínimo de aire programado para volver. De esta manera, cuando estés más cansado, retornarás al punto de salida con la corriente a favor.

Cuando la fuerza de la corriente sea tal que impida nadar contra ella, se puede acordar previamente con el

capitán, el iniciar la inmersión con el barco anclado: los buzos se dejarán llevar por la corriente y el barco los recuperará al final de la inmersión. En el caso de que se opte por este método, es fundamental que los buzos estén equipados con una boya de señalización (SBM) que se inflará durante el ascenso para señalar al barco, la posición de cada pareja. En algunos países, es mandatorio que todos los buceadores buceen equipados con este dispositivo de señalización independientemente del tipo de inmersión que realicen.

Una vez en la superficie, infla bien el chaleco para flotar cómodamente, y espera a que llegue el barco. Si emerges cerca de un arrecife de coral o un banco de arena, debes nadar por la superficie y alejarte de los obstáculos lo suficiente para permitir que la embarcación se acerque sin el riesgo de terminar en el arrecife o contra las rocas, esto de seguro será informado en el briefing.

Cuando la embarcación alcanza el lugar en donde los buzos esperan para subir a bordo, éstos deben recordar llevar el regulador en la boca y la máscara debidamente colocada, ya que el motor de la embarcación estará encendido y quitarse la máscara y/o el regulador significaría respirar el gas de escape del mencionado motor.

Si la embarcación está equipada con escaleras abiertas en los costados, hechas especialmente con tubos de acero inoxidable, es posible subir con las aletas puestas, de lo contrario primero debes quitarte las aletas y pasarlas a la tripulación, luego subir, también puedes subir con tus aletas enhebradas en tus muñecas, algo mucho más seguro para ti mismo. En presencia de olas tendrás que quitarte las aletas sujetándote a la línea de superficie, pondrás las correas de las aletas en tus manos (muñecas) y, una vez que llegue tu turno, te subirás a la escalera para estar listo para subir con rapidez.

Cuando quieras hacer una inmersión llevada por la corriente y no hay posibilidad de fondear el barco en el punto de entrada, puedes entrar al agua con el barco en movimiento: en la práctica, cuando el barco está en el punto de entrada el capitán da la señal para que los buceadores salten al agua. En este tipo de inmersión todo el mundo debe estar preparado para entrar al agua cuando el barco esté en posición en el punto de entrada; una vez en el agua nos reunimos en la superficie y comenzamos a descender. Si la corriente es muy fuerte,

es necesario ingresar al agua y comenzar el descenso lo más rápido posible: de lo contrario, corres el riesgo de pasar una buena parte del tiempo en la superficie en lugar de bucear. Para sumergirse en la corriente se requiere un buen nivel de experiencia y conocimiento de tu lastre correcto, ya que no tienes tiempo para comprobarlo y posiblemente corregirlo.

Para los procedimientos de salida, lo que está escrito arriba se aplica también a salir del agua con el bote en movimiento.

06. CONCLUSIÓN

Por supuesto, no existe una forma única para bucear desde una embarcación. Las diferencias están relacionadas con las condiciones ambientales, el tipo de barco y la experiencia individual de cada buceador. Al prepararse para una inmersión desde el barco, debes observar a tu alrededor y asegurarte de estar lo suficientemente cómodo con el equipo y con el barco.

Es fundamental escuchar atentamente las instrucciones del guía y del capitán y cuando algo no está claro es recomendable pedir explicaciones y preguntar tantas veces como sea necesario para ti.

Si te preparas y planificas correctamente tu buceo, la inmersión desde el barco ofrece la oportunidad de descubrir sitios fascinantes y vivir experiencias divertidas y emocionantes.

Mira el Video de la Especialidad SNSI Boat & Drift Diver

PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 5

1. El mejor momento para hacer una inmersión a la deriva es
   - O El momento de la marea mas alta.
   - O El momento de la marea mas baja.
   - O El momento de la Estoa.

2. Las Corrientes Costeras:
   - O Son provocadas por las olas que llegan a la costa.
   - O Son paralelas a la costa.
   - O Ambas respuestas son correctas.

3. En presencia de corriente, la inmersión desde una embarcación anclada debe comenzar:
   - O Contra la corriente.
   - O En la dirección de la corriente.
   - O En la dirección que prefieras.

Continúa Tu Aventura

Buceo en Naufragios

Buceo con Descompresión

Rescate en el Agua

¡Te llevamos donde quieras ir!

Un Sistema Educativo
Dinámico y Moderno para Bucear.

SNSI
scubasnsi.com

www.scubasnsi.com

SNSI
FREEDIVING
Con un solo Respiro.
SALVIMAR
FLUYD
www.scubasnsi.com
Photo © Alessio Dallai

SeaTizen

BRIDGING PEOPLE TO OCEANS

Quiénes Somos

SeaTizen es una asociación internacional sin fines de lucro dedicada a **salvaguardar**, administrar y promover el patrimonio natural, histórico y cultural de los ambientes marinos.

Qué Hacemos

Transformar a los usuarios del mar en **Ciudadanos del Mar** "Sea Citizens", promoviendo su participación en la conservación y gestión del medio marino..

Conciencia Ambiental

Involucrar a las personas en **actividades prácticas** para aumentar su conciencia y edu**cación ambiental** y proporcionarles el conocimiento y las herramientas para que sean **promotores** eficaces del desarrollo sostenible.

Crecimiento Azul

El turismo marino es una fuerza impulsora para el desarrollo sostenible de las zonas costeras. SeaTizen quiere fomentar la **creación de zonas costeras protegidas** donde se conserva la biodiversidad y las actividades humanas desarrolladas de manera sostenible.

Misión

Lograr una **gestión ambiental beneficiosa** para todos, en la que se preserve el medio ambiente y, su preservación, promueva el crecimiento económico y social de las actividades humanas.

Suscríbete en www.seatizen.eu

SNSI
scubasnsi.com

Trained for:

- Master Buoyancy & Trim Diver
- Underwater Navigation
- Night Diver
- Deep Diver
- Boat & Drift Diver

Maximum Depth Allowed **-39m -130ft**

WRSTC WORLD RECREATIONAL SCUBA TRAINING COUNCIL

R·S·T·C Recreational Scuba Training Council Europe

© Copyright SNSI 2020. All rights reserved.