

Fernando Polo Cascajero
Colaborador: José Alberto Sánchez Cañamares

RESCATE SUBACUÁTICO

PARTE 4

Manual de
rescate y
salvamento

Coordinadores de la colección

Agustín de la Herrán Souto
José Carlos Martínez Collado
Alejandro Cabrera Ayllón



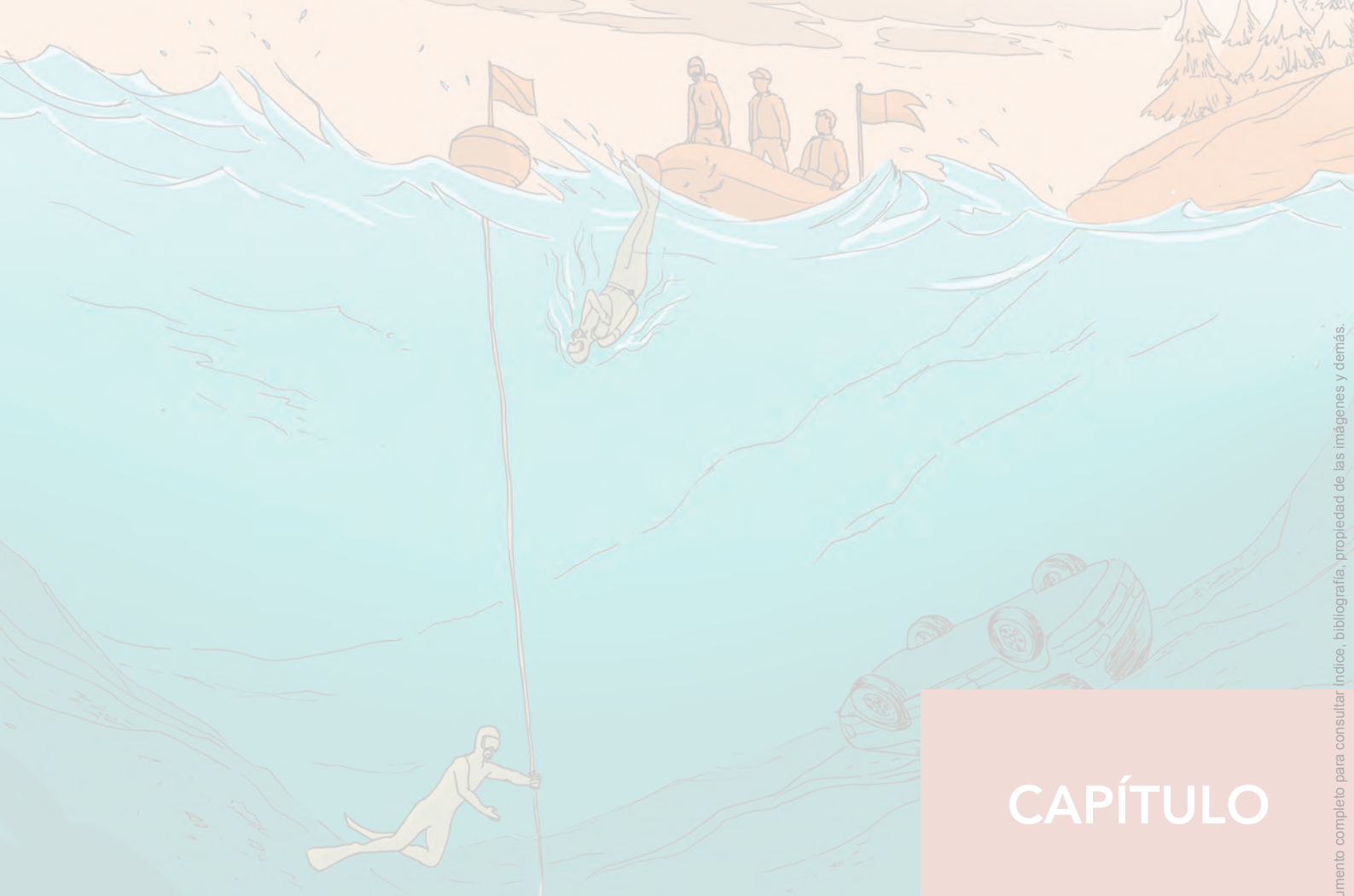
Documento bajo licencia Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 elaborado por Grupo Tragsa y CEIS Guadalajara. No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Asimismo, no se podrán distribuir o modificar las imágenes contenidas en este manual sin la autorización previa de los autores o propietarios originales aquí indicados.

Edición r0 2015.10.05

manualesbb@ceisguadalajara.es
www.ceisguadalajara.es

Tratamiento
pedagógico, diseño y
producción





CAPÍTULO

1

Caracterización



1. RESPONSABILIDADES BÁSICAS EN LA PRÁCTICA DE ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS

En España, la Orden del Ministerio de Fomento de 14/10/1997 –Boletín Oficial del Estado (núm. 280), 22 de noviembre de 1997– viene a establecer las normas de seguridad que deben aplicarse para la práctica de las actividades subacuáticas, tanto profesionales como deportivo-recreativas o de cualquier otra índole en un medio hiperbárico, con excepción de las de carácter militar.

En el marco de lo dispuesto en el artículo 149.1.20 de la Constitución, la Ley 27/1992 de 24 de noviembre de Puestos del Estado y de la Marina Mercante, en su artículo 86.1., confiere al Ministerio de Fomento las competencias relativas a seguridad de la vida humana en la mar.

Entre las responsabilidades básicas que la normativa suele imponer a la práctica de actividades subacuáticas destacan:

- Contar con los conocimientos y habilidades necesarias para realizar las operaciones de buceo, rescate o recuperación de cadáveres. En algunos países es necesario que esta actividad se lleve a cabo por las fuerzas de seguridad del estado y/o por buceadores con la titulación profesional correspondiente.
- Conocer, respetar y cumplir las medidas de seguridad para llevar a cabo la práctica de actividades subacuáticas de cualquier índole (profesional, deportivo-recreativo, etc.) en un medio hiperbárico*.
- Asegurar que todas las plantas y equipos utilizados o que vayan a utilizarse en operaciones hiperbáricas o relacionados con las mismas sean revisados, probados, controlados y reparados o sustituidos de acuerdo con la legislación vigente, y confirmar que mantienen al día la correspondiente documentación de revisión.
- Disponer de un “Libro de Registro/Control de Equipos” donde se especifiquen las instalaciones y los equipos de que dispone la entidad para realizar dicha actividad, los controles realizados en dichos equipos y el conjunto de hojas de control de trabajos submarinos, que serán cubiertas por el jefe de equipo de buceo que controle la inmersión, con su firma y sello de la empresa. Este libro de registro de buceo será conservado por la empresa durante un período de dos años desde la fecha de la última anotación efectuada en el mismo.
- Comprobar que los buceadores tienen la titulación y la capacitación adecuada y necesaria de acuerdo con la exposición hiperbárica a la que se van a someter.

2. DURACIÓN Y PROFUNDIDAD

La **duración máxima** de la exposición diaria de los trabajadores al medio hiperbárico (en el caso de buceo sin saturación*) no ha de superar las tres horas (ciento ochenta minutos), tiempo que incluye la fase de compresión, la estancia en el fondo y la descompresión en el agua. Sólo se permite superar este tiempo de inmersión, hasta un máximo de cinco horas (trescientos minutos), si se trata de inmersiones a

menos de diez metros y si no se supera esta profundidad en toda la jornada.

Sólo se podrá efectuar una inmersión continuada o sucesiva al día, y debe transcurrir desde esta inmersión a la primera de la siguiente jornada al menos doce horas. La suma del tiempo bajo el agua de la primera y de la segunda inmersión no debe superar los límites de tiempo de exposición máxima en medio hiperbárico que establece la jornada laboral.

La estancia diaria bajo el agua se reducirá en los siguientes casos:

- Estado de mala mar o si hay corrientes fuertes.
- Temperatura del agua menor de 10°C o superior a 30°C y que los trajes de inmersión no sean los adecuados. Será responsabilidad de la empresa dotar a los trabajadores de la protección térmica adecuada.
- La exposición a un medio hiperbárico no debe exceder de noventa minutos si el trabajador utiliza herramientas neumáticas o hidráulicas de percusión, con un peso fuera del agua superior a veinte kilogramos.

La **profundidad máxima** establecida para trabajos subacuáticos con sistema de buceo autónomo (con aire) es de cincuenta metros de profundidad, limitada a inmersiones cuya suma del tiempo de las paradas de descompresión no supere los quince minutos.

En las operaciones que impliquen someter al buceador a profundidades superiores a cincuenta metros de profundidad se recomienda disponer de una cámara de descompresión en superficie.

3. EQUIPAMIENTO

Para realizar operaciones de buceo se utilizan equipos de circuito abierto a demanda. Estos equipos liberan al exterior la totalidad del gas inspirado. El aire solo fluye cuando se realiza la inspiración.

Los requisitos básicos para cualquier equipo de buceo son los siguientes:

- El suministro de oxígeno debe estar dentro de los límites de seguridad.
- Disponer de una buena eliminación del CO₂.
- Compensar correctamente la presión hidrostática.
- Confortable para el buceador.

3.1. TRAJE DE BUCEO

El agua absorbe el calor corporal treinta veces más deprisa que el aire, por lo que incluso una inmersión en agua templada, elimina el calor del cuerpo con rapidez. Por ello, es imprescindible el uso de trajes de protección isotérmica, cuyo grosor varía en función de la duración de la inmersión, la temperatura del agua y las necesidades específicas de cada buceador.

Aunque existen indicaciones generales sobre qué traje es el más adecuado en función de la temperatura del agua, la decisión de qué nivel de protección es necesario depende de cada buceador. Es importante saber que el agua fría es más densa y tiende a hundirse bajo el agua caliente.

* Ver glosario

Tabla 1. Equipamiento mínimo obligatorio para la utilización del sistema de buceo autónomo

<ul style="list-style-type: none"> • Gafas o facial ligero de buceo. • Dos reguladores independientes (principal y auxiliar). • Un sistema de control de la presión del aire de la botella (preferiblemente dotada de un mecanismo de reserva). • Guantes de trabajo. • Cuchillo. • Aletas. • Cinturón de lastre. • Escarpines de neopreno. • Botella. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manómetro. • Máscara de buceo con tubo. • Chaleco hidrostático. • Chaleco de calor de neopreno. • Traje húmedo o seco de volumen variable en función de las condiciones ambientales. • Reloj. • Profundímetro u ordenador. • Brújula. • Juego de tablas oficiales plastificado o sistema digital computarizado equivalente. • Válvulas o griferías
---	---



En los embalses que tienen importantes masas de agua se encuentran zonas de cambios bruscos de temperatura, conocidas como termoclinas.



Imagen 1. Traje de buceo

Existen dos tipos de trajes de buceo:

- **Traje húmedo:** los trajes húmedos se fabrican con espuma de neopreno. El cuerpo se moja ligeramente, pero al no haber circulación de agua en su interior esta se calienta y mantiene al buceador caliente durante más tiempo. El grosor del traje varía entre dos y siete milímetros. Se aconseja su uso entre 18-24 °C. Por debajo de 18 °C es aconsejable llevar capucha. En aguas frías debe utilizarse traje seco.
- **Traje seco:** los trajes secos se fabrican de neopreno, caucho o materiales sintéticos laminados. Los trajes van provistos de un latiguillo de hinchado para equilibrar la compresión que se produce cuando el buceador desciende y la presión aumenta. Esto impide el aplastamiento del traje, lo que hace que resulte más confortable. Se aconseja su uso a temperaturas inferiores a 18 °C. Además, es el traje adecuado para inmersiones en aguas contaminadas que podrían ser nocivas para la salud del buceador, ya que proporciona la estanqueidad necesaria para que la inmersión se realice con la seguridad necesaria.

Algunos trajes secos son de volumen constante. Es decir, están conectados a la reserva de aire comprimido del

buceador para que éste, mediante un sistema de válvulas de entrada y salida, pueda modificar su flotabilidad en función de la profundidad a la que se encuentra.

Los trajes secos de volumen variable, deben llevar un sistema de hinchado desde la botella de suministro principal y una válvula de purga, lo que implica como mínimo un latiguillo y dos válvulas más a las usadas normalmente. Este tipo de trajes secos, permiten que el control de flotabilidad se haga con el propio traje. Sin embargo este sistema es muy sensible e impredecible, porque el volumen es grande y el aire se mueve por su interior dependiendo de la postura de buceo que adoptemos. Por este motivo, los expertos recomiendan que en el traje seco se inyecte el aire justo para evitar el placaje del traje contra el propio cuerpo y que la regulación de la flotabilidad se haga mediante un chaleco hidrostático.

Además de lo expuesto, es más recomendable usar el traje seco conjuntamente con el chaleco por los siguientes motivos:

- Mayor control de la flotabilidad y más facilidad a la hora de equilibrarse.
- Es más fácil de purgar, porque el chaleco tendrá varias purgas.
- El sistema de hinchado del traje puede quedar inutilizado. Si se utiliza solo, esto determinaría la pérdida de capacidad de controlar la flotabilidad. Si se utiliza conjuntamente con el chaleco, se podría recurrir al sistema de hinchado bucal.
- Los latiguillos de hinchado del traje y los del chaleco, van a reguladores diferentes e incluso compatibles e intercambiables, lo que permite usar ambos sistemas.

3.2. CINTURÓN DE LASTRE

El traje de buceo aporta protección contra el frío y los roces, pero también hace que el buceador adquiera una flotabilidad añadida que se debe contrarrestar con el cinturón de lastre hasta conseguir una flotabilidad neutra. El buceador debe determinar qué cantidad de lastre debe poner al cinturón. Para ello entrará en el agua con el equipo puesto y, con el chaleco hidrostático deshinchado, añadirá peso poco a poco hasta que ni se hunda ni flote.



Imagen 2. Cinturón de lastre

El zafado del cinturón de lastre es una maniobra importante que el buceador debe conocer y practicar.

En caso de que sea necesario realizar un ascenso de emergencia o se necesite flotabilidad adicional de emergencia en la superficie, se debe soltar la hebilla y dejar caer el lastre sin que se enganche con los atalajes.

3.3. MÁSCARA DE BUCEO

La parte más importante de las gafas son los cristales, que deben ser fabricados en vidrio templado inastillable. Existen dos tipos básicos de gafas:

- **Las gafas de volumen reducido** tienen poco espacio de aire interior y disponen de un moldeado para la nariz. Son las preferidas por los buceadores por la facilidad para evacuar el agua que penetra en su interior y por permitir realizar la maniobra de Valsalva* al pinzar la nariz con los dedos para compensar la presión en el interior de oídos y senos.
- **Las gafas de gran volumen** ofrecen como principal característica la posibilidad de incorporar cristales laterales y así aumentar el campo de visión.



Imagen 3. Máscara de buceo

3.4. CHALECO HIDROSTÁTICO

El chaleco hidrostático tiene dos funciones: actuar como chaleco salvavidas y ajustar la flotabilidad del buceador. Las características básicas de un buen chaleco son:

- Cubrir la nuca del buceador.
- Disponer de válvula de alivio de presión.
- Ser capaz de subir a superficie a un buceador inconsciente con el chaleco inflado desde la máxima profundidad de la inmersión.

* Ver glosario

Los chalecos normalmente pueden inflarse de dos formas:

- **Inflado oral.** El inflado se realiza soplando por la boca.
- **Inflado con el aire de las botellas.** El inflado se realiza mediante un latiguillo que conecta una salida de la primera etapa del regulador con el dispositivo de inflado. Este sistema se denomina *Vest Feeder*. Es un sistema de inflado automático que puede utilizar la botella de suministro principal o un botellín anexo.



Imagen 4. Válvulas del chaleco hidrostático

El chaleco se puede deshinchar bien presionando la válvula de control manual del mecanismo de hinchado (para que el funcionamiento sea correcto normalmente hay que colocar la válvula orientada hacia la superficie) o bien accionando unos mecanismos de purga situados en la parte superior e inferior del mismo.

Además, los chalecos incorporan como elemento de seguridad, la **válvula de sobreexpansión**, diseñada para expulsar aire cuando el chaleco se sobreexpande.

3.5. BOTELLA

Las botellas se fabrican en acero y en aluminio. Las botellas más comunes son las de acero de diez, doce, quince y dieciocho litros de capacidad. Las de aluminio soportan mejor la corrosión pero necesitan más mantenimiento.

Existen dos sistemas de grifería:

- **INT.** Tipo Internacional o de estribo. Utilizado en botellas con una presión de carga de 200 kg/cm² (196.08 bares). Es el más empleado. Se usa una brida de conexión con la primera etapa del regulador. Para este tipo de conexión es conveniente llevar juntas tóricas de repuesto que permitan garantizar la estanqueidad. Su principal ventaja es que es muy fácil y cómodo de montar y desmontar, además, está mundialmente aceptado, por lo que si vamos a bucear en otras partes del mundo lo más probable es que necesitemos un regulador INT o un adaptador. Su principal inconveniente es que la junta tórica viene incorporada en la botella, por lo que en caso de que sea de alquiler no podemos asegurar que esté en buen estado.
- **DIN.** Utilizado en botellas con una presión de carga superior a 204 kg/cm² (200 bares). En este tipo se sujeta el regulador a la botella mediante una rosca. En Europa y en otros países como por ejemplo, Egipto, cada vez es más habitual encontrar botellas que utilizan el montaje

de reguladores DIN. Según su presión máxima admitida, existen dos tipos de reguladores DIN, de 200 bares y de 300 bares. Su principal ventaja es que el sistema DIN incorpora la junta tórica en el regulador, lo que facilita su mantenimiento y cuidado.



Imagen 5. Botellas

Existen botellas con doble grifería que permiten llevar dos primeras etapas y sus correspondientes segundas. Se utilizan sobre todo en trabajos subacuáticos y en buceos en los que la redundancia de equipos se considera necesaria.

3.6. OTROS ELEMENTOS DEL EQUIPAMIENTO

a) Grifería o válvulas

La grifería de la botella está roscada en la parte superior de la misma y sólo se desmonta para su inspección.

b) Regulador principal

El regulador de presión es el aparato que se va encargar de suministrarnos el aire de la botella, que se encuentra a alta presión, a una presión ambiente y respirable. Proporciona aire a demanda y permite que el aire exhalado sea expulsado por una válvula de exhaustación*.



Imagen 6. Regulador

Los reguladores tienen dos mecanismos separados: la primera etapa y la segunda etapa. La primera etapa reduce la presión de la botella a una presión intermedia de unos diez bares sobre la presión ambiente. A continuación el aire pasa por un latiguillo y llega a la segunda etapa, que es la que el buceador lleva en la boca. Allí se detiene y sólo cuando el buceador inhala suministra el aire a presión ambiente.

* Ver glosario

c) Regulador auxiliar

Los equipos deben llevar una segunda etapa adicional, conocida popularmente como “octopus”, que comparte la primera etapa del regulador principal y que se usará en caso de fallo. Suele ser algo más larga para permitir suministrar aire a otro compañero en caso de necesidad.



Imagen 7. Octopus

d) Manómetro

El manómetro permite al buceador conocer el aire de que dispone en cada momento. Se conecta a una salida de alta presión de la primera etapa del regulador.



Imagen 8. Manómetro

e) Profundímetro

La función del profundímetro es permitir al buceador conocer a qué profundidad se encuentra para evitar accidentes por descompresión. Puede ser analógico o digital. Este último tipo requiere menos mantenimiento y es más preciso.

f) Brújula

La brújula ayuda al buceador a determinar la dirección bajo el agua. Se usa principalmente en navegación subacuática, buceo en aguas turbias, inmersiones nocturnas y cuando se desea navegar siguiendo un rumbo trazado.

g) Ordenador de buceo

Un ordenador de buceo es un procesador de datos que incluye un reloj, un profundímetro y, a veces, una brújula. El ordenador de buceo permite planificar la inmersión y realizarla de forma más segura. Ofrece información valiosa para el buceador (determina si la velocidad de ascenso a superficie es excesiva, indica el tiempo de aire que queda si se man-

tiene la profundidad, etc.) y permite aprovechar mejor el aire, aunque sea necesario respetar unas reglas de buceo más estrictas.

h) Tablas de descompresión

El ordenador de buceo no sustituye a las tablas de descompresión; es recomendable que el buceador las lleve siempre encima. Estas tablas indican cuándo la acumulación de nitrógeno en el organismo hace necesaria una o más paradas de descompresión, así como su duración. Se trata de tablas estándar, para todas las personas y situaciones, si bien el buceador deberá tener en cuenta sus propias condiciones físicas.



Imagen 9. Ordenador de buceo



Para ampliar este contenido, se puede consultar el Anexo, donde se describe su utilización.



Imagen 10. Tablas de descompresión

i) Guantes de neopreno

Los guantes de neopreno ofrecen una protección imprescindible en las manos; no sólo contra el frío, sino contra cortes y golpes. Existen diferentes tipos de guantes para diferentes temperaturas del agua, e incluso algunos llevan incluida una protección de Kevlar en la palma y en los dedos.



Imagen 11. Guantes de neopreno

j) Aletas

Diseñadas para facilitar la movilidad del buceador en el agua. Existen tres tipos de aletas: de pie completo, de correa fija y de correa ajustable. Normalmente es imprescindible el uso de escarpines para lograr una comodidad razonable.

En buceo en ríos se desaconseja su uso al ser prioritaria la versatilidad de los pies a la hora de subirse a una piedra o acercarse a la orilla.



Imagen 12. Aletas de buceo

4. INSTALACIONES Y MATERIAL PARA LA CARGA DE BOTELLAS

Los buceadores son los responsables directos del mantenimiento y puesta a punto de su equipo personal. No se utilizará ningún equipo cuyos componentes no estén específicamente indicados en la información que aporta el fabricante, tampoco se permitirá su uso en actividades para las que no hayan sido expresamente diseñados.

Las **botellas de buceo** de uso continuado deben ser sometidas anualmente a una inspección visual y de limpieza exterior. Todas las botellas de buceo se someterán a una verificación completa cada cinco años, o en los períodos que cada legislación determine.

No se cargará ninguna botella si la fecha de verificación ha expirado, o el aspecto de la botella no es el adecuado e indique signos de deficiente estado de conservación del equipo tales como muescas, golpes, exceso de óxido, griferías dobladas, mecanismos de reserva agarrotados, etc.

Tampoco se cargará ninguna botella con gases o mezclas de gases distintos de los que indiquen sus marcas reglamentarias, ni por encima de la presión de carga prevista por el fabricante. Dicho dato deberá figurar grabado a punzón sobre el cuello de la botella, así como su número de fabricación y demás datos oficiales.

Se evitará el exceso de calor mientras se cargan los equipos de buceo. Para ello se sumergirán las botellas en un tanque de agua o se efectuará la carga lentamente.

Todas las instalaciones para carga de aire deberán tener las autorizaciones correspondientes de los organismos competentes para dedicarse a esta actividad.

Se almacenarán y estibarán las botellas en un lugar fresco y a la sombra, evitando que la temperatura en el local alcance los 50 °C. Nunca se dejarán las botellas cargadas en contacto directo con el sol.

Para efectuar carga de botellas con mezclas distintas al aire (21 por 100 O₂) se debe disponer de la autorización correspondiente.

Toda instalación de carga de aire autorizada debe llevar un libro de registro donde debe quedar anotado el número de la botella cargada, el número del título del usuario que se responsabiliza de la misma y la fecha de carga.

5. NORMAS DE SEGURIDAD EN LA INMERSIÓN

5.1. NORMAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS DESEMPEÑADOS EN MEDIO ACUÁTICO O HIPERBÁRICO

Existen normas complementarias de seguridad laboral que deben aplicarse en caso de realizar trabajos concretos en entornos específicos.

5.1.1. CORTE Y SOLDADURA SUBMARINO

En estas operaciones sólo se emplearán máquinas y accesorios expresamente indicados para el uso submarino.

Debe tenerse en consideración el peligro de explosión o de incendio, tanto por el material como por la acumulación de gases producida por el corte o la soldadura. Si se emplean equipos eléctricos (nunca de corriente alterna) los buceadores deben llevar trajes secos.

Es obligatorio que exista un interruptor de corte, operado por personal de ayuda. Se debe prestar atención para evitar que la pieza cortada caiga sobre el buceador o sobre el umbilical* o líneas de suministro.

5.1.2. OPERACIONES EN AGUAS CONTAMINADAS

Si se sospecha que las aguas en las que se realiza la inmersión pueden ser nocivas para la salud del buceador, se usará un traje totalmente estanco. La estanquidad del traje debe ser comprobada previamente en aguas limpias. También se usará una máscara con capucha o un casco rígido que cubra toda la cabeza, así como guantes, manguitos, etc. para evitar que ninguna parte del cuerpo del buceador entre en contacto con el agua contaminada. Si es posible tanto la máscara como el traje tendrán una sobrepresión con respecto al exterior para evitar la entrada del agua.

Si el buceador detecta una falta de estanquidad debe abortar la inmersión. Debe analizarse la posibilidad de que el agente contaminante pueda corroer el equipo del buceador y sustituir cualquier elemento susceptible de ser corroído.

En el caso de trabajos subacuáticos en aguas contaminadas biológica o químicamente, o con posibilidad de existir peligro de radiación, el responsable de la empresa de buceo debe suministrar el equipo adecuado de intervención, además de los medios apropiados para la descontaminación. Se debe evitar la contaminación durante la retirada del traje estanco, y tras la inmersión el buceador debe someterse a una ducha de descontaminación y pasar un reconocimiento médico.

5.1.3. OPERACIONES EN AGUAS FRÍAS (< 7 °C)

Se consideran aguas frías aquellas que tengan una temperatura inferior a los 7 °C. En este caso, se exige el empleo de personal y material especializado.

El jefe de equipo de la operación debe conocer los síntomas y cómo actuar ante una hipotermia, así como prever medios de tratamiento y evacuación si fueran necesarios. Todos los buceadores que efectúen la inmersión deben ser también ca-

* Ver glosario

paces de reconocer la hipotermia, y abortar la inmersión con la aparición de los primeros síntomas en sí mismos o en sus compañeros.



Es importante tener en cuenta el efecto de las inmersiones sucesivas en relación con la hipotermia.

Deben emplearse reguladores especialmente diseñados para su uso en aguas frías. Es obligatorio el uso de trajes secos estanco, así como guantes o manoplas que proporcionen el aislamiento necesario. El uso de trajes húmedos se limitará a casos de necesidad con inmersiones de pocos minutos.

Al bucear bajo el hielo o en sus proximidades se extremarán las precauciones para no extraviarse. Se recomienda la unión a superficie mediante un cabo de recuperación*.

5.1.4. TRABAJOS EN OBRA VIVA

La embarcación en la que se realicen estas operaciones evitará poner en marcha el sónar, las aspiraciones o las hélices. Para ello se quitará la alimentación del sistema y se colocarán avisos para que nadie pueda conectarla. El resto de embarcaciones evitarán navegar en las proximidades cuando se muestren las señales de buceadores en el agua.

El jefe de equipo debe revisar las condiciones planificadas y debe conocer las previsiones de movimientos en la dársena* o aguas próximas, así como la situación (encendido, apagado de aspiraciones, etc.) de las embarcaciones contiguas.

Las aspiraciones en marcha se balizarán mediante ondas pasadas bajo la quilla y luces submarinas, y nunca se buceará a menos de quince metros de la aspiración principal.

Por si quedaran atrapados, los buceadores llevarán amarrado a la muñeca un objeto de percusión para golpear el casco de la embarcación.

Si un buceador descubre a un compañero atrapado, no tratará de liberarlo, sino que saldrá con rapidez a superficie para avisar a cubierta y detener las aspiraciones. Se dispondrá de un operador junto a los mandos de las bombas para detenerlas en caso de escuchar golpes en el casco o recibir un aviso desde cubierta, donde habrá personal preparado en cada banda del buque para dar la orden de parar las aspiraciones.

Si fuera necesario bucear en las proximidades de las hélices de un barco con los motores en marcha, será imprescindible confirmar que dichas hélices no pueden ponerse en marcha. El jefe del equipo de buceo coordinará con el jefe de máquinas la condición más favorable, que depende del sistema de propulsión.

Cuando se usen herramientas neumático-hidráulicas, se respetarán las normas indicadas por el fabricante, con especial cuidado en evitar derrames de líquidos hidráulicos.

5.2. PROHIBICIONES, RESTRICCIONES Y LIMITACIONES

En España, se exige un seguro que cubra los posibles riesgos que puedan generar las actividades subacuáticas y acreditar que se posee la titulación requerida para la actividad que desempeñe.



Además, la normativa¹ que regula las actividades subacuáticas, establece una serie de prohibiciones, restricciones y limitaciones que recogemos a continuación.

5.2.1. PROHIBICIONES

- Realizar inmersiones con equipo autónomo sin utilizar el chaleco compensador de flotabilidad, provisto de una válvula de seguridad automática y de un sistema de inflado doble por medio de un botellín o latiguillo y mediante una boquilla de inflado, que debe poder ser controlado a voluntad del usuario.
- Realizar inmersiones superiores a doce metros de profundidad sin llevar reloj y profundímetro, o aparato de similares prestaciones.
- Realizar inmersiones que requieran paradas de descompresión con equipos autónomos sin disponer de botellas de reserva. Si hay suministro desde superficie se debe disponer de una batería de mezcla respirable adicional.
- Realizar operaciones de buceo en las que se someta a personas a un medio hiperbárico bien sea de buceo profesional, deportivo, recreativo o de cualquier otra índole, sin tener garantizada una cámara multiplaza de descompresión «operativa». Las personas que se sometan a un medio hiperbárico, en caso de accidente, deben tener acceso a dicha cámara por cualquier medio de transporte en un plazo máximo de dos horas desde que este se produzca.
- Realizar intervenciones en medios hiperbáricos subacuáticos en embarcaciones en movimiento, a excepción de las operaciones de búsqueda con buceador remolcado. En este caso, la embarcación se pondrá en movimiento cuando el buceador se encuentre fuera del alcance de los efectos de la unidad de propulsión de la embarcación. Se tomarán precauciones especiales cuando se bucee desde embarcaciones dotadas de sistema de posicionamiento dinámico.

5.2.2. RESTRICCIONES Y LIMITACIONES EN LA PRÁCTICA DEL BUCEO

- Se exigirá a los centros de alquiler de material y a los buceadores la responsabilidad sobre el equipo y su puesta a punto.
- La unidad mínima en el agua para efectuar inmersiones con equipos autónomos será la pareja de buceadores. Si, por razones de extrema necesidad, urgencia o emergencia se está obligado a realizar una inmersión con un único buceador, este deberá permanecer unido por un cabo salvavidas a la superficie, cuyo extremo estará siempre en manos de un ayudante atento a las señales del buceador.
- No podrá realizar actividades subacuáticas el buceador que se encuentre en bajo estado físico o psíquico, que se encuentre bajo los efectos de drogas o productos similares, que sufra tensión o ansiedad, que se encuentre en estado de embriaguez, que sufra alguna enfermedad o tenga síntomas de sueño.

- Si por alguna razón un buceador se ve obligado a ascender a superficie, avisará a su compañero. Siempre que los buceadores pierdan el contacto entre sí, subirán a la superficie.
- No se efectuarán actividades de buceo cuando las condiciones atmosféricas impidan la maniobra normal de la embarcación de apoyo para la recogida de los buceadores.
- No se realizarán inmersiones que requieran paradas de descompresión en el agua cuando su estado no permita realizar, con seguridad, las paradas reglamentarias o mantener la profundidad con exactitud.
- Se evitará, en la medida de lo posible, la realización de inmersiones con corrientes superiores a un nudo.
- Tras finalizar una inmersión que haya requerido descompresión, para prevenir accidentes disbáricos de buceo, no se someterá al personal que la haya realizado a trabajos físicos en superficie que provoquen la aceleración del riego sanguíneo durante las dos horas siguientes.
- Si se bucea en líquidos de densidad superior a la del agua se deberá efectuar la corrección necesaria.

5.3. APOYO EN SUPERFICIE

Una parte fundamental de las operaciones subacuáticas es el apoyo prestado a los buceadores desde una embarcación, de tal forma que se impone la obligación de contar siempre con ella para ayuda y auxilio de los buceadores durante sus inmersiones.

La dotación de la embarcación vigilará en todo momento las burbujas procedentes de los equipos respiratorios de los buceadores y, en lo posible, estará informada de la duración aproximada de la inmersión. Permanecerán alerta para recoger en el menor tiempo posible a un buceador que deba salir a superficie con cualquier problema.

La embarcación debe permanecer desembragada mientras los buceadores que realicen la inmersión estén en superficie o próximos a ella. Cuando se sepa o haya evidencia del regreso de los buceadores a superficie, el patrón desembragará el motor y no volverá a embragarlo mientras no se encuentren los buceadores fuera del agua o hayan vuelto a hacer inmersión.

La única operación de buceo permitida desde una embarcación en movimiento es la de búsqueda con buceador remolcado. En este caso no se embragará el motor de la embarcación hasta que el buceador se encuentre fuera del alcance de las hélices.

6. COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

En España, la normativa vigente exige que el equipo de intervención en un trabajo de buceo, esté compuesto por los siguientes miembros: un patrón de embarcación, jefe de equipo, dos buceadores especialistas y un buceador de apoyo.

Todo el equipo deberá estar capacitado para desarrollar su trabajo. En España, se exigen las siguientes acreditaciones.

1 - Artículo 1 de la Orden del Ministerio de Fomento de 14/10/1997 Boletín Oficial del Estado (núm. 280) 22 de Noviembre de 1997

- Título de buceador profesional de **pequeña profundidad**. Este título capacita para realizar trabajos subacuáticos básicos en inmersiones de hasta treinta metros de profundidad con equipos de buceo autónomo en sistemas abierto y cerrado, con suministro de aire desde superficie.
- Título de buceador profesional de **media profundidad**. Este título capacita para:
 - Efectuar trabajos subacuáticos utilizando métodos y procedimientos establecidos.
 - Uso de equipos de buceo autónomo en sistemas abierto y cerrado, con suministro de aire desde superficie y campanas húmedas.
 - Inmersiones de hasta cincuenta metros de profundidad con botella y sesenta metros con suministro de aire desde superficie.
 - Uso de aire y mezclas binarias de nitrógeno y oxígeno.
 - Realizar, coordinar y supervisar diferentes trabajos: cortes y soldaduras subacuáticas, obras hidráulicas, reparaciones a flote y salvamento de buques, instalaciones y sistemas de buceo, inspecciones subacuáticas, trabajos subacuáticos con explosivos, búsqueda y salvamento subacuáticos o instalaciones de cultivos acuícolas.
 - Realizar operaciones con cámaras hiperbáricas: operación, control, supervisión y mantenimiento de cámara hiperbárica y sistemas asociados: actuar bajo la supervisión del médico en caso de tratamientos médicos; efectuar recompresiones y descompresiones en superficie
 - Ejercer como ayudante de buceador instructor en tareas formativas.



En caso de emergencia o extrema necesidad podrá bajar un solo buceador, amarrado por un cabo guía que sostendrá un ayudante en la superficie.

A continuación se detallan las funciones de cada integrante del equipo:

6.1. PATRÓN DE EMBARCACIÓN

La normativa vigente en España², establece las siguientes obligaciones del patrón de la embarcación desde la que se realicen operaciones de buceo:

- Impedir que se efectúen maniobras o actividades a bordo de la embarcación que puedan representar un peligro para cualquier persona relacionada con las operaciones de buceo.
- Consultar con el jefe de equipo de buceo antes de iniciar cualquier operación o actividad que pueda ser considerada como un riesgo. Asegurar una perfecta señalización de las operaciones de buceo en curso mediante banderas, luces y otros elementos de aviso reglamentarios.
- Confirmar que el motor de la embarcación está desembragado siempre que los buceadores están en el agua o en sus inmediaciones.

6.2. JEFE DE EQUIPO

En España, la normativa³ vigente exige la presencia de un jefe de equipo de buceo cuando se realicen trabajos subacuáticos profesionales. Es nombrado por la empresa y responsable de la supervisión y control de la operación de buceo. Se exige que esté en posesión de la titulación y especialidad adecuada para la realización de la operación a desarrollar y que haya realizado un curso de primeros auxilios para accidentes de buceo.

Sus principales responsabilidades serán las siguientes:

- Revisar el material y el equipo a utilizar por el grupo que se someterá al ambiente hiperbárico.
- Elaborar un plan de inmersión.
- Confeccionar un plan de emergencia y evacuación.
- Comprobar el equipo antes de iniciar cualquier inmersión.
- Comprobar que están colocadas las señales y avisos para la navegación, e izar la bandera “Alfa” en toda intervención hiperbárica subacuática.
- Comprobar que mientras dura la intervención los cuadros de distribución, los paneles y el resto de controles, así como los umbilicales de los buceadores, no se dejan libres en ningún momento.
- Disponer de un medio de comunicación adecuado con los medios de evacuación y la cámara hiperbárica.
- Disponer de un botiquín de urgencia que al menos contenga: agua sin gas, aspirinas, un vasodilatador, un equipo de oxígeno de alta concentración y caudal suficiente para conseguir una concentración del 100 por 100 y material para cortar hemorragias.
- Comprobar que el apoyo desde superficie, tanto a bordo como en tierra, se realiza desde el lugar adecuado, libre de obstáculos que puedan interferir en el desarrollo de la operación, y que la zona donde se efectúan las operaciones sea fácilmente accesible por todo el personal.
- Estar presente en el lugar de la inmersión, junto al resto del personal necesario para la ejecución de la operación, mientras los buceadores se encuentren en inmersión.
- Mantener al menos un buceador de reserva preparado para bucear a la profundidad de trabajo, con independencia de los buceadores en inmersión.
- Comprobar la colocación de indicadores y señales de aviso que muestren que se están realizando operaciones de buceo en los diferentes paneles, cuadros e instalaciones de suministro, con indicación expresa de la prohibición de tocar ninguno de los mandos y controles.
- No permitir que ningún buceador participe en una operación de buceo si, en su opinión, no se encuentra en condiciones de hacerlo.

6.3. BUCEADOR ESPECIALISTA EN RESCATE SUBACUÁTICO

Las obligaciones del buceador especialista serán las siguientes:

2 - El artículo 17 de Orden del Ministerio de Fomento de 14/10/1997

3 - El artículo 5 de la Orden del Ministerio de Fomento de 14/10/1997.



- Conocer, en detalle el material de que dispone el servicio: características, funcionamiento y ubicación
- Vigilar la posición de los buceadores y, en lo posible, controlar la duración aproximada de la inmersión.
- Realizar los servicios que se le encomienden. Para ello debe emplear medios y técnicas de buceo y salvamento acuático, en medio acuático y subacuático.
- Colaborar con los sanitarios en la asistencia a los accidentados.

6.4. BUCEADOR DE APOYO EN SUPERFICIE

Las obligaciones del buceador de apoyo en superficie serán las siguientes:

- Estar preparado para actuar ante cualquier problema que surja durante la inmersión.
- Saber interpretar las comunicaciones de los buceadores de fondo en inmersiones sin visibilidad o en acciones, como por ejemplo la de elevación de cargas.

7. EL BUCEO Y EL CUERPO HUMANO

Es necesario conocer los conceptos físicos y las leyes que rigen los dos medios (aire y agua) con los que debe interactuar el buceador en su trabajo diario. Esto le permitirá al buceador entender los posibles sucesos y sus efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.

7.1. CONCEPTOS BÁSICOS

Antes de abordar las leyes físicas que influyen en el buceo, es necesario clarificar algunos conceptos básicos que intervinen en las mismas:

- **Aire.** Es una mezcla de gases, incolora, inodora e insípida, que constituye la atmósfera que rodea a la Tierra. Se compone de un 78,13% de nitrógeno (N₂), un 20,90% de oxígeno (O₂), un 0,03% de dióxido de carbono (CO₂) y un 0,94% de otros gases (argón, vapor de agua, etc.).
- **Agua.** Es un líquido incoloro, inodoro, insípido y transparente que está compuesto por dos partes de hidrógeno y una de oxígeno (H₂O). Es aproximadamente 800 veces más denso que el aire a nivel mar. El agua salada, a diferencia del agua dulce, contiene gran cantidad de minerales disueltos, lo que le otorga mayor densidad (es 1.026 veces más densa que el agua dulce).
- **Presión atmosférica.** Alrededor de la Tierra existe una capa de aire con un espesor estimado en 10.000 metros. Este aire tiene un peso aproximado de 1,033 gramos por litro y ejerce dicho peso sobre la superficie de la tierra, lo que se denomina presión. Por ejemplo, si se pudiera construir un recipiente que tuviera un centímetro cuadrado de base y diez kilómetros de altura dicha base recibiría una presión de 1,033 kg; es decir, una atmósfera o 760 mm de Hg (mercurio).
- **Presión relativa o hidrostática.** Es la fuerza a la que se encuentra sometido todo cuerpo sumergido. Su valor depende de la profundidad y densidad del medio. Es la presión debida al peso del agua y aumenta aproximadamente 1 kg/cm² (es decir, una atmósfera) cada 10,33 metros de profundidad.

- **Presión absoluta.** Es la suma de la presión atmosférica y la presión relativa.

7.2. LEYES DE LOS GASES

Las leyes que se detallan a continuación conforman un grupo de relaciones matemáticas que explican el comportamiento de los gases sometidos a distintas condiciones. Los parámetros que explican estos procesos son la presión, la temperatura y el volumen.

a) Ley de Boyle-Mariotte

Esta ley dice: "A temperatura constante, el volumen de un gas varía inversamente en relación a la presión absoluta, en tanto que la densidad varía directamente con la presión".

Esta ley dice que si la presión de un gas se duplica, la densidad también se duplica, pero el volumen disminuye a la mitad del volumen original. A mayor presión, menor volumen y mayor densidad.

Esta ley es muy importante para los buceadores, ya que permite comprender tres aspectos del trabajo en el medio hiperbárico:

- La compresión de un gas por la presión debida al aumento de profundidad.
- La relación entre la presión a la que se encuentra un buceador y el volumen de aire que hay que suministrarle
- El porqué a mayor profundidad la atmósfera respirable es más densa.

Además, nos permite extraer las siguientes conclusiones:

- Si un buceador asciende y contiene la respiración, el aire atrapado en sus pulmones buscará una vía de escape y provocará lesiones por sobreexpansión.
- Las burbujas aumentan de tamaño a medida que se asciende a superficie.
- El consumo de aire aumenta con la profundidad.
- Se pierde flotabilidad a medida que se desciende.

b) Ley de Charles-Gay Lussac

Esta ley dice: "A volumen constante, la presión de un gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta".

De esta ley se puede extrapolar que dejar un tanque cargado al sol es peligroso, ya que podría provocar su explosión. Además esta ley demuestra que si se carga un tanque en caliente, al medir su presión manométrica se obtendrá un valor superior al que realmente tiene cuando se introduce en el agua y se enfría.

c) Ley de Dalton

Según esta ley, "la presión total de una determinada mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que integran la mezcla".

Esta ley demuestra que cada gas pesa por sí solo en una mezcla gaseosa; por lo tanto, cuando se estudie la toxicidad de los gases, se debe hacer especial hincapié en la presión parcial de ese gas, en el punto en el cual se vuelve tóxico.



Por ejemplo, el oxígeno es tóxico a aproximadamente 2,2 atmósferas, lo que no significa que si se bucea con aire comprimido se produzca una intoxicación a esa presión absoluta (doce metros), ya que en el aire hay sólo un 21% de ese gas y, por lo tanto, 0,21 atmósferas a una atmósfera absoluta y 0,45 atmósferas a doce metros.

d) Ley de Henry

La formulación de esta ley es: “La cantidad de un gas que se disuelve en un líquido, a una temperatura constante, es proporcional a la presión parcial de ese gas”.

En el caso del buceo y del cuerpo humano, la Ley de Henry implica que, a temperatura constante, una mezcla de gases como el aire (O₂ y N₂) entra en contacto con un líquido como la sangre y, por lo tanto, un número determinado de moléculas de Oxígeno, Nitrógeno, CO₂, etc. se disolverán dentro de la sangre, de forma casi directamente proporcional a las presiones parciales de cada uno de estos gases.

El número de moléculas de cada uno de estos gases aumentará o disminuirá conforme aumente o disminuya la presión del aire sobre la sangre; sin embargo, ese incremento o disminución proporcional de las moléculas disueltas no se obtiene en el mismo instante que se incrementa o disminuye la presión del gas, sino que requiere un tiempo para su modificación. Transcurrido ese tiempo se obtiene el llamado Punto de Equilibrio o de Saturación.

Aplicando lo anterior al organismo del buceador, se ha de considerar que el regulador suministra aire a presión ambiente: a cero metros, una atmósfera; a diez metros, dos atmósferas. Es decir, el aire compuesto por O₂, N₂ y CO₂ es respirado, según la profundidad, a presiones parciales, mayores o menores, lo que provoca que durante el intercambio gaseoso estos gases se disuelvan en la sangre en una cantidad de moléculas casi directamente proporcional a su presión parcial; es decir, esa cantidad de moléculas será mayor o menor según el tiempo transcurrido bajo presión.

Algunos gases (componentes del aire) son metabolizados o asimilados por el organismo por procesos bioquímicos, como el O₂ y el CO₂. Otros, como el N₂, son almacenados sin metabolizarlos, debido a que son gases inertes. Con el Nitrógeno (N₂) se presenta un fenómeno similar al de las gaseosas, por lo que se debe manejar de tal forma que no se presenten burbujas en el cuerpo.



Un ejemplo práctico de este fenómeno es el de las bebidas gaseosas. Con el fin de preservarlas, se someten a presión con gas carbónico durante un tiempo determinado para que las moléculas de gas carbónico se disuelvan en la bebida. Después se tapan herméticamente a presión para que el gas carbónico permanezca disuelto. Si una de estas bebidas gaseosas se destapa bruscamente —es decir, se libera la presión—, el gas carbónico sale en forma de burbujas y se produce efervescencia, pero si se destapa gradualmente, de tal forma que poco a poco se igualen las presiones externa e interna, el gas carbónico saldrá de la bebida sin generar tal cantidad de burbujas.



Los dos principales problemas asociados al aumento de la presión del nitrógeno son la narcosis de nitrógeno y la enfermedad descompresiva. Para prevenirlos basta con respetar algunas reglas sencillas que se exponen en el siguiente apartado.

La ley de Henry explica, entre otras cosas, las siguientes:

- La narcosis nitrogenada o intoxicación que se manifiesta en los buceadores que respiran aire en botellas cuando la presión por la profundidad disuelve grandes cantidades de nitrógeno en la sangre. Altas concentraciones de este gas producen un efecto narcotizante.
- También porque al retornar a superficie los buceadores deben subir escalonadamente para permitir que el nitrógeno disuelto en la sangre se libere al disminuir la presión. De no hacerlo así, el buceador corre el riesgo de experimentar los síntomas de la descompresión por las burbujas de gas que se desprenden de la sangre al retornar a la presión atmosférica.

7.3. EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL BUCEO

Nuestro cuerpo se halla constantemente bajo presión. Cuando se bucea se experimenta un rápido aumento de presión que produce dolor. Un buceador debe saber cómo afectan a su cuerpo los cambios de presión y cómo contrarrestarlos.



Los tejidos del cuerpo pueden soportar presiones altas: el hombre ha llevado a cabo inmersiones a 400 metros de profundidad. La mayor parte del cuerpo humano está compuesta por líquidos prácticamente incompresibles, lo que permite que las presiones externas se transmitan por todos los tejidos.

7.3.1. EFECTOS DEL AUMENTO DE PRESIÓN

El aire es suministrado a la misma presión a la que se encuentra sometido el buceador. Los espacios naturales del cuerpo (los pulmones, el oído medio, los senos, y, a veces, el estómago y los intestinos) estarán en equilibrio de presiones con los tejidos del cuerpo y el exterior.

Los problemas relacionados con la presión que pueden sobrevenir a medida que el buceador desciende se manifiestan en una o más de esas cavidades aéreas naturales.

Los espacios aéreos naturales están comunicados con el exterior de manera que pueden equilibrar su presión con normalidad. Así, los pulmones se ventilan con la respiración, y el oído medio y los senos están conectados mediante conductos aéreos con la garganta y la nariz.

Si estos conductos fuesen bloqueados (por congestión nasal o de los senos, por ejemplo), el aire contenido en estas cavidades no podría ser equilibrado a medida que el buceador desciende.

a) Compresión de gases en oídos

El oído externo está abierto al medio ambiente y, por ello, no representa un riesgo con la presión. Sin embargo, el oído medio tiene un espacio de aire atrapado en su interior. Por tanto, si la presión en dicho espacio se mantiene igual provocará un daño durante el descenso. El conducto que va del oído medio a la nasofaringe debe ser abierto para igualar la presión.



Tapando la nariz y tratando de exhalar por ella con la boca cerrada se empuja el aire al oído medio y a los senos. Esta acción se denomina **compensar**.

Los oídos deben igualarse continuamente, a intervalos regulares durante el descenso. Si el buceador no logra presurizar sus oídos el tímpano sufrirá un aplastamiento o se romperá.

Si esto sucede entrará agua fría al oído medio y entrará el fluido del oído interno, lo que alterará las funciones del equilibrio. En ese caso el buceador debe buscar la ayuda de alguien en quien sujetarse hasta que el mareo y la náusea cedan. En ese momento debe ascender y acudir a un médico para revisión a la mayor brevedad posible.

b) Compresión de gases en senos nasales

Los senos son las cavidades que se encuentran en la estructura ósea del cráneo, y están conectados por los conductos permanentemente abiertos a la nariz.



El mismo proceso que se utiliza para compensar el oído sirve para equilibrar los senos.

La compensación de senos puede verse dificultada por un bloqueo de la apertura de los senos originado por la inflamación o la congestión provocada por resfriados, alergias u otros trastornos. Por ese motivo es recomendable no bucear si se tienen los senos bloqueados.

c) Compresión de gases en pulmones

Cuando se practica buceo autónomo cada vez que se respira a través del regulador este entrega aire a la misma presión que el agua circundante (presión ambiente). Cuando se realiza una inspiración completa normal, los pulmones compensan automáticamente.

A medida que el buceador desciende, el aumento de presión provoca una disminución del volumen de aire de sus pulmones. Cerca de los treinta metros de profundidad el volumen de aire se habrá reducido al equivalente al volumen residual.

d) Compresión de gases y piezas dentales

Es raro que existan espacios de aire en los dientes. Sin embargo estos pueden existir cuando hay un diente o una muela que presenta una caries sin tratar. Estos espacios están sujetos también a problemas de compresión durante el descenso y de expansión en el ascenso, lo que causa dolor.

e) Compresión de gases en el visor

Como el espacio de aire que llena el interior del visor sufre los efectos de la presión, hay que conseguir que dicha presión sea idéntica a la presión ambiental. Para lograrlo es necesario exhalar el aire por la nariz dentro del visor durante el descenso.

7.3.2. EFECTOS DE LA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN

Del mismo modo que el aumento de presión disminuye el volumen de un gas, también se produce el fenómeno contrario: la disminución de la presión provoca la expansión del gas.

En el contexto del buceo, la expansión del gas puede provocar graves lesiones al buceador.



Por ejemplo, si llenamos un globo de aire a veinte metros de profundidad, bajo tres atmósferas de presión, y lo dejamos subir, cuando llegue a superficie el aire de su interior se habrá expandido hasta el triple de su volumen inicial. Esto mismo ocurre con los pulmones del buceador.

Los senos y oídos dejan escapar el aire de manera natural, compensando a medida que se asciende, pero el buceador debe dejar escapar el aire de los pulmones de forma consciente.



Es muy importante que el buceador respire normalmente mientras asciende. Nunca se debe contener la respiración.

7.3.3. LESIONES DURANTE EL DESCENSO: BAROTRAUMAS

El barotrauma es el daño provocado por desequilibrios entre diferentes partes del cuerpo, o entre el cuerpo y el equipo de buceo.

Un tipo común de barotrauma es el de oído o *squeeze*, que se produce al descender sin compensar: la presión externa que se ejerce sobre el tímpano empuja a este hacia el oído interno y produce dolor. Este barotrauma puede llegar a ocasionar daños graves al oído, incluso pérdida auditiva total.

Existen otros tipos de barotraumas que afectan a otras partes del organismo:

- Pulmones, debido a una compresión que reduce el volumen pulmonar a un volumen inferior al residual. Puede ocurrir durante una inmersión extremadamente profunda en apnea.
- Oído medio, debido a la obstrucción de la trompa de Eustaquio.
- Oído externo, causado por una capucha u otra pieza del equipo que cubra el conducto externo del oído.
- Cara, en caso de no poder equilibrar la presión del visor de buceo mediante exhalación nasal.
- Senos paranasales, causado por un bloqueo de los pasos de aire; produce la compresión de estos, que se hinchan, duelen y sangran.
- Dientes, en la cavidad del diente abierta por la caries o por un empaste mal colocado, que puede provocar diferencias de presión que conlleve su compresión.

7.3.4. LESIONES DURANTE EL ASCENSO

a) Lesiones por sobreexpansión

Si no mantenemos las vías aéreas abiertas durante el ascenso se pueden producir entre una y cuatro lesiones por sobreexpansión.

Si un buceador asciende sin respirar normalmente y contiene la respiración, el aire atrapado en sus pulmones buscará una vía de escape. Dependiendo de dónde se alojen esas burbujas así serán los daños.

- **Embolia de aire.** Durante el ascenso, en caso de retener la respiración el aire en los pulmones aumentará su volumen, romperá los alvéolos pulmonares y llegará

al torrente circulatorio, dificultando la circulación de la sangre. Los mayores problemas se presentan cuando se dificulta la circulación hacia el cerebro.

Signos y síntomas: falta de coordinación, parálisis y convulsiones. Puede ocasionar la muerte.

- **Neumotórax.** Se produce si el aire escapa hacia el espacio existente entre los pulmones y la cavidad torácica. Al expandirse, causa un colapso pulmonar.

Signos y síntomas: dolor en el pecho, dificultad para respirar, pulso débil y cianosis en labios y punta de los dedos.

- **Enfisema mediastínico.** Se produce cuando el aire se aloja en el espacio existente entre los pulmones, cerca del corazón (mediastino), lo que ocasiona dolor en el pecho y dificultad para respirar.

Signos y síntomas: dificultad para respirar, dolor en el pecho bajo el esternón y posible colapso debido a la presión directa del aire sobre el corazón.

- **Enfisema subcutáneo.** Se produce cuando el aire en los pulmones aumenta su volumen, rompe los alvéolos pulmonares y la pleura que los recubre. El aire pasa al mediastino y viaja hacia el cuello, donde se produce una erupción abultada.

Signos y síntomas: abultada erupción en la piel (si se produce cerca de la laringe, puede dificultar el habla y la respiración).



Las lesiones por sobreexpansión requieren atención médica inmediata y casi con toda seguridad tratamiento en cámara hiperbárica.

Antes de la evacuación al centro médico, hay que estabilizar a la víctima. Para ello se le suministrará oxígeno al 100% y si presenta síntomas graves y ha respirado bajo el agua, puede ser incluso necesario realizar una reanimación cardiopulmonar.

b) Enfermedad descompresiva

Cuando el buceador desciende y aumenta la presión parcial de nitrógeno, la sangre absorbe este nitrógeno adicional y lo transporta disuelto hasta los tejidos. Los tejidos absorben el nitrógeno y lo mantienen disuelto bajo presión. Cuando el buceador asciende a menor profundidad, y la presión parcial de nitrógeno disminuye, el proceso se invierte. Los tejidos vuelven a entregar el nitrógeno al flujo sanguíneo para transportarlo a los pulmones, donde es exhalado.

Durante este proceso de liberación del nitrógeno es importante que el buceador ascienda lo suficientemente despacio para permitir que el nitrógeno permanezca disuelto en los tejidos y en la sangre mientras se elimina. Si el buceador asciende demasiado rápido, el nitrógeno formará burbujas en el organismo que, dependiendo de dónde se formen, provocará problemas de mayor o menor gravedad.



El factor clave para prevenir la enfermedad descompresiva es subir a superficie con la suficiente lentitud para que el nitrógeno sea eliminado de la sangre y de los tejidos sin salir de solución. La velocidad de ascenso debe ser de nueve metros por minuto.

Las lesiones por sobreexpansión y la enfermedad descompresiva presentan síntomas tan similares que deben ser tratados como un Síndrome Descompresivo (de igual manera). El tratamiento de la enfermedad descompresiva es la recompresión inmediata en cámara hiperbárica.

Los dos factores que determinan la cantidad de nitrógeno que se absorbe durante el buceo son la profundidad y el tiempo. A mayor profundidad, más denso es el aire que se respira y más nitrógeno se absorbe. Cuanto más tiempo transcurra bajo el agua, más tiempo tiene el organismo para acumular nitrógeno.

Tras una inmersión, una vez en superficie, se continúa liberando nitrógeno hasta recuperar la presión parcial normal. Si se bucea de nuevo antes de recuperar este nivel normal, se ha de tener en cuenta este dato para las siguientes inmersiones a lo largo del día.

Los límites de profundidad y tiempo para inmersiones sin pausas de descompresión están contemplados en unas gráficas cuyo origen data de 1908. El precursor de las primeras tablas de buceo con aire comprimido, en las que se describe el proceso de absorción del nitrógeno por el organismo al respirarlo a altas presiones, fue John Scott Haldane.

Hoy en día estas tablas evolucionadas (tablas de descompresión) resultan imprescindibles para evitar que los buceadores sufran la enfermedad descompresiva. Estas tablas deben regir la actividad del buceador en cualquier inmersión, tanto en aguas marítimas como interiores.

c) Narcosis nitrogenica

El efecto narcótico de altas presiones parciales de nitrógeno puede producir euforia, desorientación y pérdidas momentáneas a nivel cognitivo y de racionalidad.

Los síntomas pueden ser leves al principio, aumentando a medida que el buceador continúa el descenso.

La narcosis del nitrógeno suele aparecer a partir de los treinta metros de profundidad y es una de las principales razones por las que se recomienda a los buceadores recreativos no superar esta profundidad. Suele resolverse con rapidez al ascender unos metros.

7.4. ACCIDENTES

Para evitar los accidentes de buceo, durante o después de la descompresión, es necesario respetar las listas de comprobación y la planificación exigible previa a la inmersión.

En cualquier caso, cuando se presenta una situación de emergencia tanto el buceador como el equipo de apoyo deben saber reconocer la situación, enfocar el problema principal y tomar las medidas adecuadas. Así se logrará evitar tanto los accidentes graves como secuelas permanentes en los integrantes del equipo.

El jefe de equipo debe exigir un buen estado físico a los buceadores antes de cualquier inmersión. Todo el equipo debe conocer los signos y síntomas propios de los accidentes de buceo. También deben estar entrenados en las medidas de primeros auxilios, en las formas de evacuación y en los tratamientos de urgencia en cámara hiperbárica*.

En la planificación previa se tendrá en cuenta la ubicación de la cámara hiperbárica más cercana, su estado de funcionamiento y las vías de evacuación a la misma.

* Ver glosario



En Castilla-La Mancha no hay cámaras hiperbáricas, las más cercanas al CEIS Guadalajara estarían en Madrid, Zaragoza y Castellón:

- UME tiene una militar en Zaragoza (Pontoneros).
- Guardia Civil tiene una cámara móvil en Valdemoro. Según el día en que se requiera, puede que la cámara esté allí o desplazada en cualquier punto de la península.
- El hospital militar Gómez Hulla (público de Madrid) sólo tiene la cámara hiperbárica disponible por las mañanas.
- Clínica privada NOVA CENSALUD (C/ Antonio Zapata 3 de Madrid)

A pesar de lo anterior, durante un trabajo de inmersión es posible que suceda un accidente. A continuación se detallan los accidentes más comunes, sus síntomas y cómo debe proceder el equipo de trabajo ante ellos.

7.4.1. ACCIDENTES MÁS FRECUENTES

a) Ahogados

Existen diferentes tipos de ahogados. En función del tipo se valorarán las medidas más oportunas.

- **Ahogado blanco.** Se dice de la persona que ha sufrido hidrocución (súbita pérdida de conocimiento como consecuencia del repentino impacto con el agua fría), un infarto o un desvanecimiento. Las posibilidades de encontrarlo en superficie son mayores, al no tener agua en los pulmones.

La actuación debe ser lo más rápida posible y se deben abrir vías aéreas durante el remolcado a la orilla.

- **Ahogado azul.** Se dice de la persona a la que, tras la fase de lucha, le abandonan las fuerzas y entra en la fase que se conoce como disnea. A continuación convulsiona, pierde la consciencia, pasa a la fase de muerte aparente y, por último, a la fase de muerte real.

En este caso, la búsqueda tendrá que realizarse a medias aguas o en el fondo, dependiendo del tiempo transcurrido.

b) Hipotermia

Este tipo de accidente se produce habitualmente al bucear en aguas frías, aunque también suele ocurrir al estar mucho rato en el agua (buceo muy prolongado), si bien en estos casos es de menor intensidad.

Los síntomas son los mismos que los de la hipotermia fuera del agua: escalofríos, contracciones musculares involuntarias, disminución de la frecuencia cardíaca y del ritmo respiratorio e incluso inconsciencia.

7.4.2. PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE DE DESCOMPRESIÓN

Como hemos dicho, la **descompresión** es causada por la aparición de burbujas de nitrógeno en la sangre debido a una descompresión demasiado brusca.

Ante este tipo de accidente el equipo de trabajo debe actuar de la siguiente forma:

- El jefe de equipo y todos los componentes del mismo deben saber reconocer los síntomas de un accidente de

descompresión, así como aplicar los primeros auxilios necesarios.

- En caso de descompresión omitida, se procederá de la misma forma que ante un accidente descompresivo, aunque el accidentado no presente síntomas.
- Durante el transporte el accidentado debe permanecer acostado, caliente y respirando oxígeno a la más alta concentración posible.
- En caso de que el transporte se efectúe por aire, para evitar el agravamiento de la enfermedad no se someterá al accidentado a una presión inferior a la equivalente a 300 metros de altura.
- En caso de accidente de buceo el jefe de equipo tomará la decisión que considere más adecuada: enviar al accidentado a un centro sanitario o a uno hiperbárico, según corresponda.
- Los centros hiperbáricos deben estar dirigidos por un especialista en instalaciones y sistemas de buceo. Además deben contar con un médico y un ATS/DUE capacitados en accidentes de buceo.
- Si un centro hiperbárico deja de estar disponible la Dirección del centro debe comunicarlo a aquellas entidades de buceo de las que dependa.

a) Primeros auxilios

- Retire al buceador del agua.
- Retire el traje y cualquier componente que oprima las vías respiratorias.
- Cubra al buceador con una manta o ropa seca.
- Colóquelo en posición horizontal, con la cabeza hacia arriba si está consciente.
- Si el buceador está inconsciente colóquelo con la cabeza de lado. Compruebe si tiene pulso y si respira. La primera persona disponible que conozca o esté capacitada en reanimación cardiopulmonar debe empezar de inmediato a practicarla.

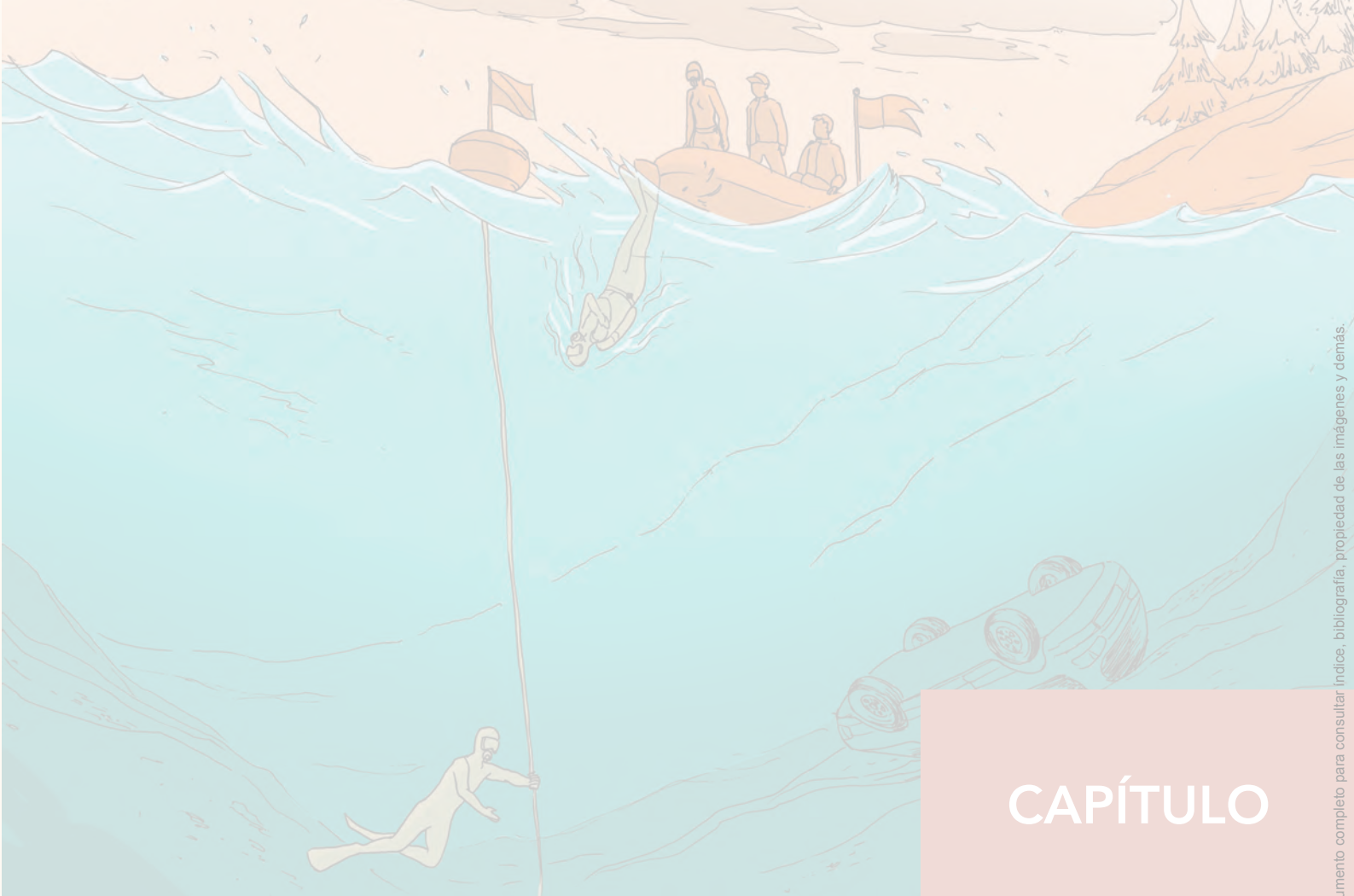


Para ampliar información sobre esta maniobra, se puede consultar el manual de intervenciones sanitarias en emergencias.

- Administre siempre O₂ normobárico por mascarilla y, si el buceador está consciente, líquidos abundantes en forma de agua o zumo.
- Prepare la evacuación a una cámara o centro hiperbárico, nunca recomprima en el agua. Si la cámara no está en el mismo lugar, contacte con ella antes de la evacuación.

b) Evacuación de pacientes

- Tras estabilizar al buceador que ha sufrido el accidente de descompresión, debe evacuarse a la cámara hiperbárica multiplaza más cercana.
- Debe emplearse el medio más rápido para la evacuación: embarcación, vehículo, helicóptero o ambulancia.
- El buceador debe continuar con O₂ normobárico durante toda la fase de evacuación y debe ir acompañado en todo momento.
- Se desaconseja la evacuación de pacientes en/y a cámaras monoplazas.



CAPÍTULO

2

Técnicas de intervención

1. PREPARACIÓN DE LA INMERSIÓN

Como paso previo a la inmersión se debe asegurar una perfecta señalización de las operaciones de buceo. Para ello se utilizarán banderas, luces y otros elementos de aviso reglamentarios que permitan desarrollar el trabajo con la mayor seguridad y comodidad posible.

1.1. ZONIFICACIÓN

Es necesario establecer unas zonas de trabajo que se detallan a continuación:

- **Zona Fría:** zona fuera de peligro. Es en esta zona (por ejemplo, en una orilla cercana) donde se establecerán los medios sanitarios y las fuerzas del Orden Público. También en esta zona se ubicaría el Puesto de Mando si fuera necesario, y se dispondrá de una zona de control del material a emplear en la intervención.
- **Zona templada:** es una zona en la que puede existir riesgo y sólo será utilizada por el personal de apoyo. Debe estar balizada, ser segura para los buceadores y tener controlado el tráfico de embarcaciones en todo momento.
- **Zona caliente:** es la zona más peligrosa. Sólo trabajarán en ella los equipos de rescate, convenientemente equipados. En esta zona se evitará la navegación; si fuese imprescindible se tendrá controlada en todo momento la posición de los buceadores.

En función del patrón de búsqueda elegido para realizar el rastreo se realizarán diferentes acciones. La zona de trabajo debe ser planteada en superficie y conocida por los buceadores de fondo. Siempre que sea posible se marcarán los cabos con luces químicas para facilitar la orientación y la labor de los buceadores.

1.2. SEÑALIZACIÓN

1.2.1. SEÑALIZACIÓN SUPERFICIAL

Para señalar en superficie la zona de buceo generalmente se utiliza una boya con una bandera de buceo* (bandera alfa), que se fondea en la zona donde se realiza la inmersión.

Además, es recomendable que otra bandera marque la posición de los buceadores. La zona de inmersión debe estar libre de tráfico de embarcaciones y de bañistas.

La cuerda de fondeo de las boyas se puede utilizar como línea de ascenso y descenso o para realizar las paradas de seguridad.



Imagen 13. Bandera Alfa. Buzo sumergido según la OMI (Organización marítima internacional)

1.2.2. FONDEO

En el mundo del buceo a los objetos pesados que se emplean para fijar otros elementos al fondo (boyas, líneas de vida, lí-

neas de marcaje, etc.) se los denomina “muertos”. Su peso, material y forma están determinados por el tipo de trabajo en el que se utilizan.

Para lanzar un elemento de peso muerto al fondo debe soltarse poco a poco, directamente en el lugar elegido. Esta maniobra debe realizarse con especial cuidado, ya que mover el fondo implica pérdida de visibilidad. Es importante asegurarse de que el “muerto” llegue al fondo para evitar que posteriormente se mueva.

En buceos nocturnos o de baja visibilidad es recomendable iluminar la boya con un cartucho de luz química de larga duración para facilitar su localización.

2. INMERSIÓN

2.1. ENTRADA AL AGUA

Para lograr la mejor entrada en el agua (es decir, la más sencilla y la más segura), se deben tomar distintas decisiones en función de las circunstancias y variables existentes.

- Como primer paso se comprobará que la zona de inmersión esté libre de obstáculos.
- Después se revisará el equipo entre los compañeros para confirmar que todo el material está debidamente montado.
- A continuación se inflará ligeramente el chaleco, lo que permitirá al buceador flotar en el momento de entrar en el agua.

Hecho esto, se elegirá el método entrada más adecuado:

- **Voltereta hacia atrás:** esta entrada se realizará desde embarcaciones pequeñas. Se sujetan las gafas y el regulador con una mano y el equipo con la otra.
- **Paso adelante:** esta entrada se realizará desde embarcaciones más altas o desde un embarcadero. La colocación de las manos es similar al método anterior.
- **Desde la orilla:** se realizará caminando hacia atrás.

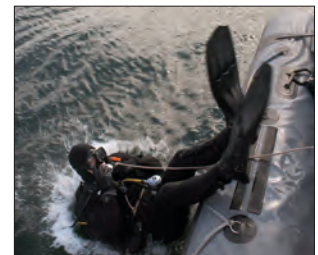


Imagen 14. Voltereta hacia atrás



Imagen 15. Paso adelante



Imagen 16. Confirmación del correcto funcionamiento del equipo

Al emerger tras la entrada se comprobará la flotabilidad, el funcionamiento del equipo propio y la estanquidad de las gafas. Una vez verificado se dará la señal de “ok”.

* Ver glosario

2.2. EL DESCENSO

Antes de iniciar la inmersión el buceador debe sentirse cómodo con el equipo. En función de su experiencia puede emplear diferentes técnicas, como realizar una flexión por la cintura acompañada de un pequeño aleteo que le colocaría en posición invertida, que es la posición adecuada para comenzar el descenso. Como paso previo al descenso hay que dejar escapar el aire del chaleco a través de la válvula de deshinchado. Siempre que sea posible se descenderá (y ascenderá) por un cabo guía.

La velocidad de descenso depende de la capacidad del buceador para compensar, aunque nunca debe superar los veinticuatro metros por minuto.

En cuanto surja cualquier dificultad se debe parar el descenso y, a continuación, ascender unos metros hasta poder compensar. Una vez conseguido se puede continuar el descenso.

Cuando el buceador se acerca a la profundidad deseada debe añadir aire al chaleco hasta que quede estabilizado (flotabilidad neutra). Entonces comprobará de nuevo el equipo y verificará que las condiciones del fondo son las adecuadas.

La manera correcta de nadar con las aletas es utilizar la pata de crol, lenta y constante.

Durante el buceo pueden surgir **emergencias**, que deben ser atendidas sin perder la calma. Algunas de ellas son:

- **Agotamiento del aire.** No suele ser grave, ya que incluso si la reserva falla, la resistencia al inspirar antes de agotar el aire generalmente sirve de aviso. En cualquier tipo de regulador, la reducción de presión en el ascenso debe de proveer de un poco de aire adicional. Los buceadores deben estar entrenados en la técnica de compartir un solo regulador, técnica empleada únicamente en caso de emergencia. Para efectuarla los buceadores deben colocarse uno frente a otro y efectuar dos respiraciones cada uno. Durante el ascenso deben asegurarse de exhalar para prevenir la embolia gaseosa.
- **Inundación de las gafas.** El buceador debe aprender a desenvolverse sin gafas. En cualquier caso las gafas se pueden vaciar con facilidad inclinando la cabeza hacia atrás, presionando con la mano la parte de las gafas en contacto con la frente y expulsando aire por la nariz.

2.3. EL ASCENSO

El ascenso se realizará en pareja. Los buceadores, en pareja, se pasarán la señal correspondiente e iniciarán el ascenso a superficie a una velocidad de nueve metros por minuto. El organismo elimina de forma natural el nitrógeno adicional durante un ascenso lento. Al ascender la presión disminuye, por lo que el chaleco aumenta su flotabilidad positiva. Es necesario controlarlo liberando el aire según se asciende. También se debe mirar a superficie mientras se asciende para verificar que el camino está despejado y evitar golpearse contra la embarcación u otro obstáculo.



Es obligatorio, como medida de seguridad adicional, realizar una parada de seguridad de tres a cinco minutos al alcanzar los cinco metros de profundidad en cualquier inmersión a mayor profundidad de nueve metros.

Al alcanzar superficie se hinchará el chaleco con las gafas puestas o en el cuello. Cuando el buceador esté estabilizado se quitará el regulador y dará la señal de *ok* a su compañero.

2.4. EL ASCENSO DE EMERGENCIA

Las salidas del agua deben ser seguras y cómodas. Como regla general en toda salida debe conservarse el equipo puesto hasta estar fuera del agua.

Si un buceador se encuentra repentinamente sin aire y su compañero no puede ayudarle compartiendo su regulador, deberá realizar lo que se denomina un **escape libre**.

- El primer paso será zafarse del lastre.
- No se quitará la botella a no ser que sea imprescindible, pues al disminuir la presión el flujo de aire aumentará y puede proporcionarle un poco de aire extra.
- Durante el ascenso el buceador debe expirar continuamente y verificar que no sobrepasa sus propias burbujas, generadas en la exhalación.

Para realizar con éxito un escape libre el buceador debe poseer suficiente experiencia en el buceo.

3. TÉCNICAS DE BÚSQUEDA Y RASTREO

Para realizar las técnicas de búsqueda propuestas se requieren al menos dos buceadores de fondo y un equipo de apoyo en superficie. Como hemos dicho, el primer paso cuando se llega a un escenario de búsqueda debe ser la delimitación de la zona de rastreo.



Es de vital importancia recopilar la información necesaria de todos los testigos posibles, porque de su testimonio depende el éxito de la operación.

3.1. SELECCIÓN DEL PUNTO ULC

Se denomina punto ULC al punto que marca la última localización conocida.

Se señalará con una boya con un peso adecuado a las condiciones de fondo y a las condiciones climatológicas, para que no se desplace y se puedan tomar sus coordenadas.

Este cabo no debe utilizarse como anclaje para la embarcación, pero sí puede emplearse como cabo de descenso para los buceadores. Será también el punto de partida de un patrón de búsqueda circular.

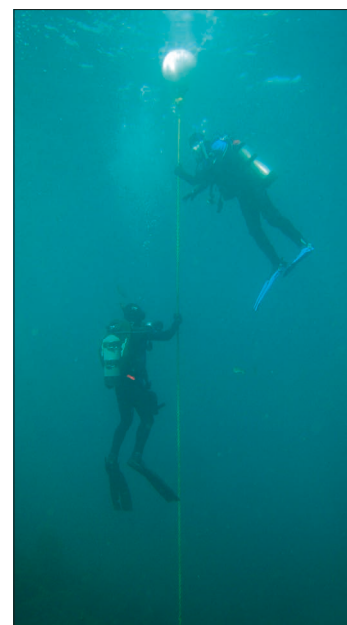


Imagen 17. Ascenso

3.2. PATRONES DE BÚSQUEDA

Existen varios patrones de búsqueda: por barrido, en paralelo, circular, por filieres* y con planeador.

3.2.1. BÚSQUEDA POR BARRIDO

La búsqueda por barrido se realiza desde la orilla o desde un embarcadero. En condiciones ideales puede alcanzar hasta sesenta metros de distancia desde el encargado del cabo.

Durante la ejecución de este patrón el buceador traza desplazamientos recorriendo el espacio marcado entre dos cabos de referencia. El cabo que guía al buceador permanece tenso y posibilita la comunicación entre ambas partes.

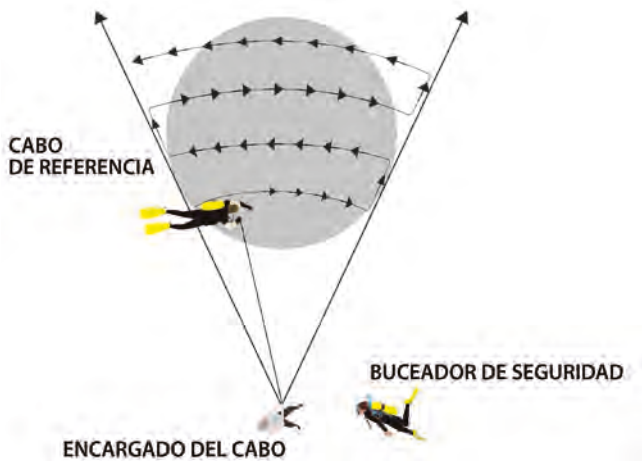


Imagen 18. Búsqueda por barrido

3.2.2. BÚSQUEDA EN PARALELO

La búsqueda en paralelo se utiliza cuando existe una zona amplia y libre de obstáculos. Si lo que se busca está próximo a la orilla, es la mejor opción.

El encargado del cabo y el buceador realizan este patrón de búsqueda moviéndose paralelamente entre ellos. Desde la orilla se marca la franja a recorrer y el buceador, dependiendo de la visibilidad, se aleja de la orilla en cada bordo.

El cabo de guía debe estar tenso y debe prestarse atención cuando se realiza el cambio de sentido para no desorientarse.

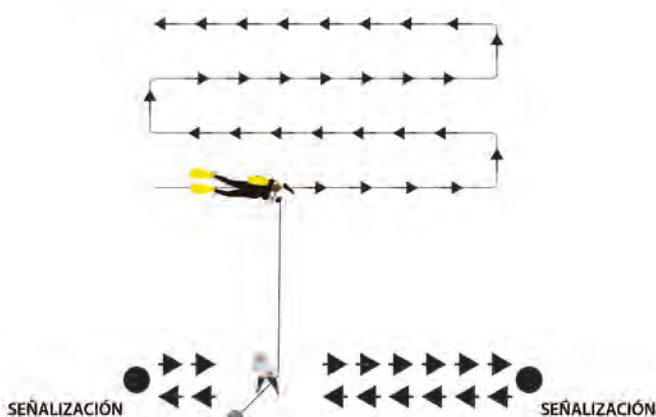


Imagen 19. Búsqueda en paralelo

3.2.3. BÚSQUEDA CIRCULAR

En la mayoría de las situaciones la búsqueda circular es la más sencilla. Se emplea en zonas de búsqueda pequeñas, donde no haya grandes desniveles ni fuertes corrientes.

Se gira sobre el cabo de la boya ULC y se utiliza un cabo guía, que en su extremo distal tiene otro lastre unido a otra boya a superficie. Siempre que sea posible el cabo guía se orientará al norte, para que sirva de referencia cada vez que el buceador termine un ciclo de giro.

Los círculos se irán abriendo cada vez más, hasta un máximo de treinta metros de diámetro, dejando correr el riel en función de la visibilidad. El riel siempre debe estar tenso y si la visibilidad es muy reducida, los buceadores pueden ayudarse de una sirga (cuerda) de un metro de largo, que sujetarán con la mano y les permitirá mantenerse en contacto y abarcar más terreno.

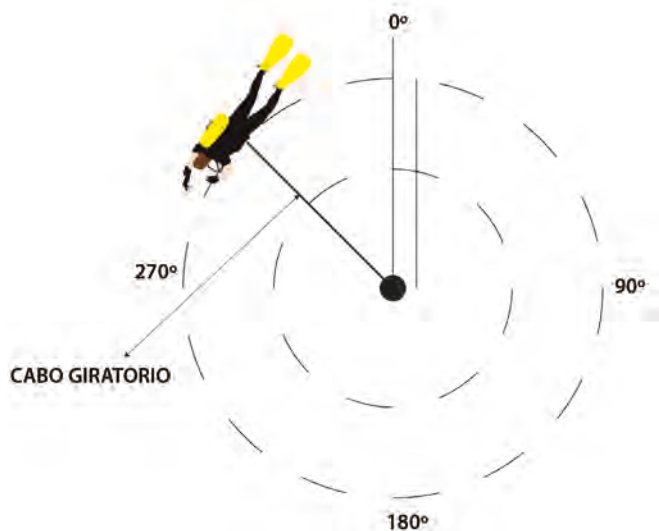


Imagen 20. Búsqueda circular

En muelles o diques se emplea una variante, la búsqueda semicircular. Desde el centro de la zona de búsqueda se fondea un muerto. Se pivotará sobre él una y otra vez, alejándose el buceador un poco más cada vez en función de la visibilidad. La pared del muelle o dique servirá de referencia para cambiar el sentido.

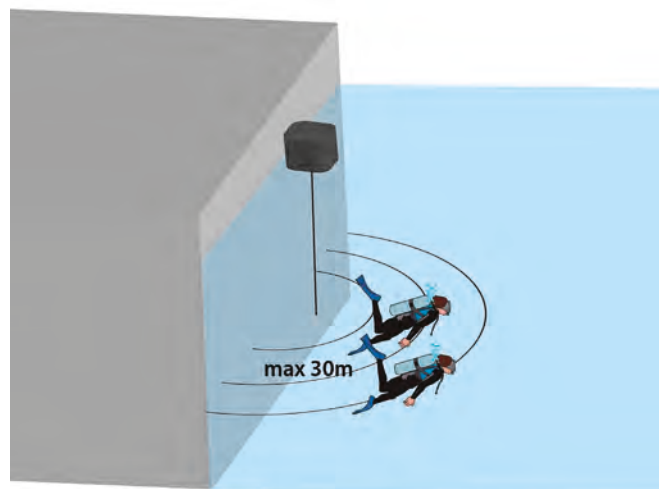


Imagen 21. Búsqueda semicircular

* Ver glosario

3.2.4. BÚSQUEDA POR FILIERES

Es una búsqueda por observación visual y al tacto. Se tienden filieres en paralelo sobre el fondo, lastradas y separadas tres metros y medio si la visibilidad es nula, dos veces la visibilidad en otro caso. Sus chicotes* se manejan desde tierra.

Las anclas que llaman en la dirección de la progresión del ancla de proa deben estar fondeadas con mucha cadena para permitir, al virar de ellas y filar de la popa, el desplazamiento de los “muertos” durante las operaciones sin tener que modificar el fondeo con demasiada frecuencia.

Los buceadores realizan la operación con una mano sobre las filieres y la otra buscando todo lo lejos que puedan tocar o ver. Si hay mucho fango llevarán pértigas para poder detectar los objetos enterrados y usarán botas lastradas en lugar de aletas.



Trabajar en el fango provoca tensión nerviosa en los buceadores y son necesarios los relevos.

Los buceadores, convenientemente lastrados, realizan inmersión solos o por parejas. Uno de los buceadores remolca un pequeño flotador que señala la progresión de la búsqueda.

Cuando no hay mucha corriente es sencillo tender las filieres en dársenas, muelles, ríos, etc. Es posible rastrear grandes superficies en zonas planas o ligeramente inclinadas. Este método es útil de día y de noche, e incluso con visibilidad nula o con objetos enterrados. Es un método de búsqueda muy lento, pero extremadamente seguro. El porcentaje parcial de cobertura está próximo al 90%. Sólo los objetos enterrados profundamente escapan a la búsqueda.

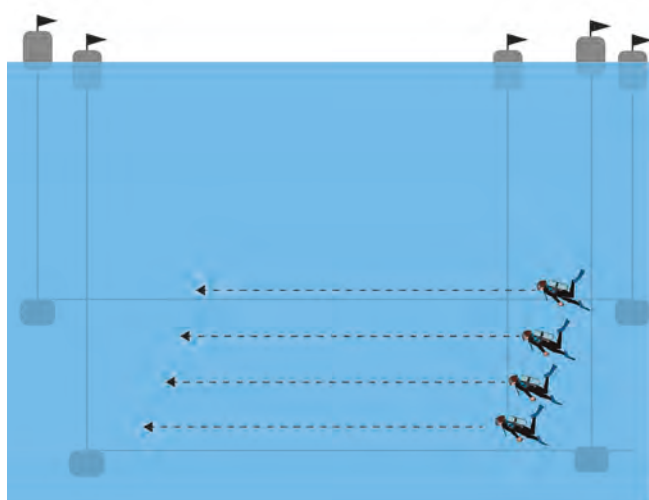


Imagen 22. Búsqueda por filieres I

Trabajar con filieres ofrece innumerables posibilidades. Una de ellas es que permite trabajar dentro de canales hasta con corrientes de un nudo. En este caso el montaje de las filieres debe ser más resistente. Para ello:

- Se colocarán unos cables fuertemente anclados en cada orilla del canal, que delimitaran la zona de búsqueda lon-

gitudinalmente y servirán de apoyo a la colocación de las filieres.

- A continuación, a intervalos regulares que coincidan con la anchura de rastreo (dos o tres metros como máximo), se colocarán las filieres, lastradas en su inicio y su fin y unidas a su vez a los cables previamente anclados.
- Los buceadores, en pareja, entrarán en el canal, sujetos siempre al cable situado a barlovento de la corriente, hasta llegar a la primera filier. Descenderán por ella lo más rápido posible para evitar arrastrar el tren de fondeo, sin soltarse de los cabos hasta llegar al fondo.
- Una vez allí, cogidos de la mano y a la filier, de cara a la corriente, se dejarán arrastrar por ella y buscarán con piernas y brazos (al tacto) el objeto.
- Al llegar al final de la filier ambos buceadores ascienden por el fondeo final y se trasladan por el cable de anclaje hasta la orilla.
- Una vez en tierra vuelven al cable inicial y repiten la maniobra por la segunda filier, y así sucesivamente hasta completar la zona o encontrar el objeto.

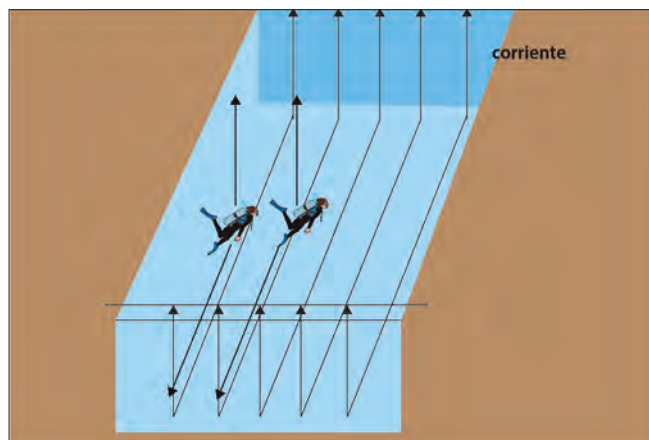


Imagen 23. Búsqueda por filieres II

3.2.5. BÚSQUEDA CON PLANEADOR

La búsqueda con planeador es una búsqueda por observación visual que se utiliza para rastrear grandes áreas.

En ella una embarcación arrastra un planeador submarino manejado por un buceador. El planeador está provisto de timones, por lo que puede ascender o descender para evitar los obstáculos que encuentre. La dotación mínima en la embarcación será de dos buceadores: uno será remolcado y otro hará de seguridad.

El patrón de la embarcación se guía por las boyas que zonifican el lugar de búsqueda o utiliza un GPS para desplazar la embarcación por toda la zona de búsqueda. La velocidad del planeador debe ser de dos a cuatro nudos.

Este método es válido para cualquier fondo, siempre que no presente desniveles bruscos y no esté cubierto de algas demasiado altas. Para utilizar esta técnica la visibilidad debe ser al menos de nueve metros.

Un simple cabo de señales permite que la embarcación envíe las señales pautadas. Cuando el buceador encuentre el

* Ver glosario

objeto de la búsqueda lo comunicará al patrón, soltará el planeador y marcará la zona con una boya Deco. El patrón, en superficie, llevará la embarcación al lugar con mucho cuidado y con el motor desembragado para proteger al buceador, que permanece en el agua. Fondeará en el mismo lugar una boya para que no se desplace la marca.

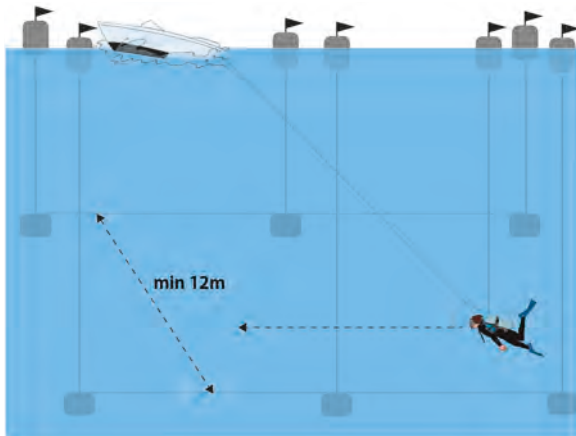


Imagen 24. Búsqueda con planeador

4. TÉCNICAS DE BUCEO EN CONDICIONES ESPECIALES

4.1. BUCEO EN ALTITUD

4.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL BUCEO EN ALTITUD

Se considera buceo en altitud a cualquier inmersión realizada en un lago, embalse, río o cualquier otro lugar cuya altitud supere los 300 metros sobre el nivel del mar. Existen diferencias relevantes entre el buceo en altitud y el buceo en el mar. Las principales son:

- La **diferente presión atmosférica** juega un papel fundamental en las inmersiones en altitud. A nivel del mar la presión atmosférica es de una Atmósfera, 1012 milibares o 760 mm/Hg. Cuanto mayor sea la altitud menor será la presión atmosférica y, en consecuencia, mayor la diferencia entre la presión hidráulica y la atmosférica. El hecho de que el gradiente de presiones sea mayor en altitud provoca que al emerger el buceador cambie de un ambiente con mucha presión (dentro del agua) a un ambiente con muy poca presión (fuera del agua). Esto hace más probable la formación de burbujas de nitrógeno.
- La **densidad del agua**. El buceo en altitud suele practicarse en agua dulce, menos densa que el agua salada del mar. Para compensar este efecto el buceador debe disminuir la cantidad de lastre de su equipo.
- La **temperatura del agua**, como la del clima, es por lo general más fría en los lugares de buceo en altitud, ya que es habitual que en lugares elevados prevalezcan las bajas temperaturas. Si el agua está muy fría se recomienda tomar como límite de tiempo de buceo al planificar la inmersión un grupo anterior en las tablas de buceo. Esto ayudará a mantenerse en un marco de inmersión más seguro.

Se recomienda ser conservador al realizar los planes de buceo, para mantener un buen nivel de seguridad durante la inmersión y prevenir una enfermedad por descompresión. Al llegar al lugar de buceo, como paso previo a la inmersión, se debe valorar si es posible tomar un tiempo (entre doce y veinticuatro horas) para adaptarse a los cambios de presión. Esto es necesario en diferencias de cotas relevantes, sobre todo si el punto de partida es el nivel del mar. El cuerpo humano está saturado de nitrógeno a presión atmosférica a nivel de mar (0,79 atmósferas), por lo que al disminuir la presión atmosférica en altitud estará sobresaturado. Si se inicia la inmersión nada más llegar lo que realmente se estará haciendo es una teórica inmersión sucesiva.

Antes de la inmersión se comprobarán los elementos de medición:

- Si se emplea un ordenador de buceo no autoprogramable se debe seleccionar la altitud correspondiente a la inmersión, y hacerlo siempre por exceso.
- Si se usa un profundímetro de membrana o de tubo de Bourdon se deben calcular las profundidades que marcará cuando el buceador esté a la máxima profundidad planificada y al alcanzar la parada de seguridad.

Todos los cálculos que se utilicen basados en presiones absolutas son erróneos a diferentes altitudes de las tenidas en cuenta para dichos cálculos. Los valores fundamentales en el uso de las tablas de descompresión (profundidad, velocidad de ascenso, profundidad de la parada de seguridad, profundidad de las paradas de descompresión, etc.), se verán alterados en mayor o menor medida dependiendo de la altitud. Se utilizarán las tablas de buceo en altitud.

Existen tres tipos de inmersiones:

- **Simple**s: son aquellas que dejan pasar doce horas entre inmersiones.
- **Continuadas**: el tiempo de espera entre inmersiones es de menos de diez minutos. Para las tablas de descompresión este tipo cuenta como simple: toma como referencia la máxima profundidad alcanzada en cualquiera de las inmersiones y sumando los tiempos de todas ellas.
- **Sucesivas o repetitivas**: el tiempo de espera entre inmersiones es mayor de diez minutos pero menor de doce horas.

Las inmersiones sucesivas en altitud deben realizarse con sumo cuidado. Cuando no se siguen todos los procedimientos a la perfección, la combinación de la baja presión atmosférica, el nitrógeno residual y la acumulación adicional de nitrógeno en los buceos repetitivos puede favorecer la formación de burbujas de nitrógeno.

A la hora de hacer inmersiones de repetición en altitud es recomendable respetar intervalos en superficie lo más prolongados que sea posible. Aún así no se aconseja hacer más de dos inmersiones al día de treinta metros de profundidad máxima.



En resumen, bucear en altitud conlleva una serie de riesgos adicionales que deben ser conocidos y minimizados. Se recomienda evitar los buceos profundos, hacer paradas de seguridad en todos ellos y controlar la velocidad de ascenso, que debe ser más lenta de lo normal (siete metros por minuto).

4.1.2. MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD EN ALTITUD

Los profundímetros y los ordenadores de buceo pueden mostrar datos erróneos en altitud si trabajan con presiones absolutas y están calibrados a nivel del mar.

La mayoría de los ordenadores de buceo incorporan delicados sensores de presión que se adaptan automáticamente a la presión atmosférica. Sin embargo, algunos deben ser seleccionados manualmente dentro de unos rangos de altitud previamente establecidos por el fabricante. Por lo tanto, si se cumplen las normas de uso indicadas por el fabricante los ordenadores de buceo son bastante fiables en inmersiones en altitud.

No ocurre lo mismo con los profundímetros. Mientras los de tipo capilar (Boyle-Mariotte) no se verán afectados ya que marcan las profundidades teóricas directamente para ser usadas en las tablas, así como las profundidades reales de las paradas, los profundímetros de membrana o de tubo de Bourdon (que son los más usados) se gradúan en función de la presión absoluta y están calibrados a nivel del mar. Por ese motivo el buceador que use un profundímetro de este tipo en inmersiones en altitud conocerá la presión absoluta pero no la profundidad real, ya que su profundímetro marcará siempre una profundidad menor.

4.2. BUCEO EN CUEVAS O CAVERNAS

Esta modalidad, conocida como espeleobuceo, hace referencia al buceo en el interior de cuevas, cavernas, oquedades, huecos, grietas y aberturas total o parcialmente inundadas. Esta especialidad se practica desde hace muchos años, pero se ha popularizado en la última década.

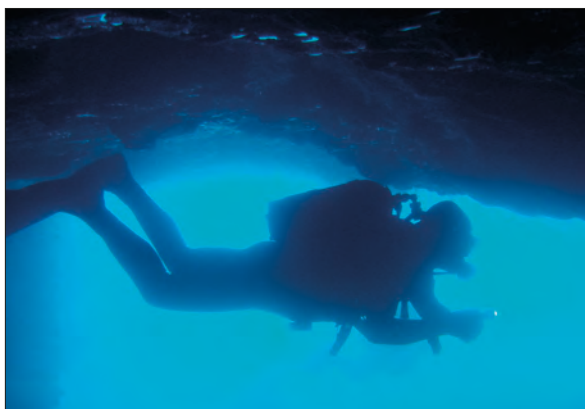


Imagen 25. Buceo en cuevas o cavernas

4.2.1. MODALIDADES DE ESPELEOBUCEO

El espeleobuceo se divide en varias modalidades:

- Buceo en caverna (zona 1)
- Buceo en cueva (zona 2)
- Buceo en cueva completa (zona 3)

a) Buceo en cavernas (zona 1)

Se practica en un lugar en el que el buzo puede ver en todo momento la luz natural que ilumina la entrada, que debe ser suficientemente ancha como para permitir el paso de dos buceadores equipados uno junto al otro, con los tanques montados en la espalda.

La penetración máxima estimada desde la entrada de la caverna y en línea recta, debe ser de sesenta y seis metros, y la profundidad máxima es de veintiún metros. La visibilidad horizontal al empezar la inmersión debe ser de por lo menos doce metros

b) Buceo en cueva (zona 2)

Se practica en un lugar en el que no es posible ubicar la luz de la entrada y está, por lo tanto, en constante oscuridad. Dicha entrada debe ser suficientemente ancha como para permitir el paso de un buceador equipado con los tanques montados en la espalda. La penetración máxima estimada desde la entrada, en línea recta, debe ser de ciento ochenta metros, y la profundidad máxima es de treinta y tres metros.

Tabla 2. Comparación entre zona 1 y zona 2

	Cuevas (Zona 2)	Cavernas (Zona 1)
Luz	Oscuridad	Luz natural
Penetración	Máximo 180 m desde la entrada	Máximo 66 m desde la entrada
Profundidad	33 m	21 m
Visibilidad	Menos de 12 m al inicio	Más 12 m al inicio
Anchura	Un buceador equipado	Dos buceadores equipados en paralelo

c) Buceo en cueva completa (zona 3)

Al superar cualquier límite de la modalidad de cueva (zona 2) se considera buceo en cueva completa (zona 3).

La práctica de esta modalidad del espeleobuceo no se considera dentro del buceo deportivo, sino que se incluye en una clasificación de investigación o exploración. Sin embargo algunas agencias certificadoras (asociaciones, escuelas u organizaciones educativas que están certificadas por las federaciones para poder organizar cursos y eventos relacionados con el buceo) la manejan dentro de sus programas; para ello aumentan los límites de profundidad y penetración de la modalidad cueva.

4.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL ESPELEOBUCEO

Antes de entrar en una caverna o en una cavidad inundada, sea del tipo que sea, es necesario tener un buen entrenamiento especializado en las técnicas y procedimientos del espeleobuceo.

Además es necesario considerar algunos aspectos adicionales al buceo tradicional en aguas abiertas.

- En la caverna prevale un ambiente con **poca luz**. Al adentrarse en la caverna la luz que proviene de la entrada disminuye. En ocasiones, debido al levantamiento del sedimento del fondo, puede llegar a extinguirse por completo. Esto hace más difícil el manejo del equipo y de los procedimientos.
- Las cavernas son lugares **confinados**. Al entrar en una caverna se ingresa en un lugar confinado; es decir, un lugar cerrado, con techo, que no permite que el buceador pueda salir directamente a superficie.



- El **lugar de entrada es el mismo que el de salida**. Al carecer de salida directa hacia la superficie y poseer habitualmente una sola entrada, para salir de la caverna es necesario regresar al mismo lugar de entrada. Es importante tener en cuenta que si un buceador se encuentra en problemas puede estar lejos de la salida.
- La **visibilidad**. La visibilidad es tal vez uno de los temas más importantes al hablar de buceo en cavernas, ya que es el causante de los principales problemas a los buceadores. Las condiciones del fondo, en términos de visibilidad, generalmente son mejores al inicio de la inmersión y empeoran paulatinamente debido al desplazamiento del cuerpo de agua causado por los movimientos de los buceadores. Dicho desplazamiento remueve y eleva el fino sedimento depositado en el fondo, lo que causa turbidez en el agua y limita la visibilidad.
- La **temperatura**. En el interior de la caverna la temperatura del agua suele ser fresca, no demasiado fría. Se recomienda utilizar un traje de buceo que brinde protección térmica al buceador, ya que aunque habitualmente el agua no está extremadamente fría el traje hace más confortable la permanencia en ese ambiente.
- Mayor **dependencia de los instrumentos**. Trabajar en un medio confinado exige controlar el perfil de la inmersión, con atención a factores trascendentes como el aire disponible, la penetración y la profundidad. Esto obliga a los buceadores a consultar los instrumentos con más frecuencia que cuando bucean en aguas abiertas.
- **Pérdida o desorientación**. Debido a sus condiciones de escasa iluminación y medio confinado, es más fácil perderse o desorientarse en el interior de una caverna que en aguas abiertas.
- Quedar **atrapado**. Dentro de una caverna es posible que el buceador se atore y se quede atrapado de muchas formas: no seguir la línea de vida, tomar un camino equivocado, un derrumbe dentro de la caverna, etc.
- **Corrientes**. Las corrientes de agua se originan por muchas razones. Por ejemplo, en cavernas localizadas en tierra firme se deben a nacimientos o brotes de agua, cascadas, caídas de agua, sifones, fondos que tienen pendientes pronunciadas o crecimiento de ríos. Mientras que en aguas abiertas el buceador puede tomar varias medidas para hacer frente a las corrientes y realizar su inmersión, en las cavernas, al tratarse de un lugar confinado, es más difícil tomar medidas.
- **Aumento de consumo de aire**. El consumo de aire es muy importante en el buceo, pero adquiere mayor relevancia en un medio confinado. El hecho de penetrar a una caverna, en un medio ajeno al natural como es para el hombre el medio acuático, en condiciones de poca iluminación y con mayor percepción de riesgo, incrementa las condiciones de estrés para los buceadores, incluso para los más experimentados. Esto provoca un ligero aumento del consumo de aire que debe ser tenido en cuenta.
- **Ayuda desde superficie**. En caso de emergencia dentro de una caverna, la ayuda que puede prestar el personal de apoyo en superficie, dada la dificultad añadida por

el acceso al lugar, se vuelve mucho más complicada que en condiciones de buceo en aguas abiertas.

4.2.3. EQUIPO PARA ESPELEOBUCEO

Para el ejercicio del buceo en cavernas se utiliza prácticamente el mismo equipo que para bucear en aguas abiertas, con algunas modificaciones y algunos elementos agregados.

En espeleobuceo, determinadas partes del equipo son más delicados y susceptibles de tener fallos (como el octopus, las lámparas, el doble regulador o los carretes). Por este motivo se aplica un principio de redundancia, es decir disponer de duplicados que permitan su sustitución en caso de fallo. Se trata de una medida de seguridad para evitar los problemas que podría acarrear al buceador, la falta de un elemento del equipo.

a) Equipo modificado

Algunos elementos del equipo utilizado en espeleobuceo son los mismos que utilizados en aguas abiertas con algunas modificaciones:

- **Visor**: el visor es el mismo que se utiliza para realizar buceos en aguas abiertas. Se debe evitar que las puntas de la correa queden sueltas para prevenir que se atoren; para ello lo mejor es sujetarlas con algún tipo de cinta adhesiva o colocar la correa en el visor de manera invertida (con las puntas por dentro).
- **Snorkel**: no se usa en cuevas. Es un elemento innecesario que puede atorarse con facilidad y causar problemas.
- **Tanque**: en cavernas se utilizan tanques con mayor capacidad de almacenaje de aire, e incluso algunas personas utilizan bibotellas (doble tanque).
- **Válvulas o griferías**: se recomienda emplear válvulas específicas para el espeleobuceo que permiten acoplar dos reguladores que trabajan de manera independiente.
- **Octopus**: se recomienda utilizar un octopus con manguera más larga para facilitar el suministro de aire en lugares más o menos estrechos. Debe medir entre 1.50 metros y 2.10 metros. Se recomienda sujetar esta manguera al tanque mediante unas cintas elásticas para facilitar su manejo y evitar que se enrede en el cuerpo del buceador.
- **Instrumentos de medición**: los instrumentos de medición (manómetro, profundímetro, reloj, brújula y computadora) son los mismos que se utilizan en buceo en aguas abiertas. Para facilitar su lectura, las carátulas deben ser de tipo fluorescente y no deben estar rayadas.
- **Tablas de buceo**: se debe llevar una tabla para cálculos de buceo como medida de seguridad. Pese a que antes de entrar se lleva un plan de buceo definido, es posible que de manera involuntaria se vea alterado. La tabla de buceo es una herramienta insustituible para realizar los ajustes necesarios.

b) Equipo especial para espeleobuceo

Es necesario contar con equipo especializado para hacer más seguro y confortable el desarrollo de las inmersiones en las cavernas.

- **Lámparas**

En el buceo en cavernas las lámparas utilizadas deben ser de tipo sumergible, estancas (herméticas), de construcción sólida (para poder asimilar golpes), de fácil manejo y con un interruptor que no se active accidentalmente. La luz debe ser intensa y con buena penetración, por lo que se recomienda utilizar focos a base de halógeno o kriptón. El buceador debe llevar dos o tres lámparas. Las lámparas auxiliares permanecerán apagadas durante la inmersión; sólo se encienden si falla la principal.



Imagen 26. Lámparas

- **Líneas de vida**

La línea, denominada habitualmente línea de vida, es un elemento de seguridad indispensable para buceos en lugares confinados. La línea es un cabo que marca el camino que recorren los buceadores desde la entrada hasta la penetración máxima de la inmersión. La principal ventaja que brinda esta línea a los buceadores es que con sólo seguirla es posible encontrar la salida de la caverna y volver a superficie en condiciones de poca visibilidad.

La línea es manejada, fijada y tendida por el guía de la inmersión y será recogida por él mismo al terminar. Se recomienda que la línea sea delgada (2-4 milímetros) para que no ocupe espacio en el carrete, de un material resistente (nylon) para que no se rompa y de un color visible (blanco o amarillo) para poder localizarla con facilidad en caso de separarse accidentalmente de ella.

La penetración determinará el largo de la línea que se utiliza en espeleobuceo. La línea puede tenderse mediante un carrete o utilizando varios. En el caso específico de cavernas se utiliza uno solo debido a su limitada distancia de penetración.

En algunos lugares existen líneas permanentes, por ejemplo en cavernas muy visitadas o en lugares que están siendo investigados. Antes de utilizarla es necesario desenrollarla y verificar su estado. Las líneas que permanecen mucho tiempo guardadas se deterioran y pueden romperse en el momento de tenderlas dentro de la caverna.

- **Carretes**

El carrete o riel es un elemento imprescindible. A través de este instrumento se maneja, almacena y transporta la línea. Los carretes se clasifican de acuerdo con su tamaño y uso. La capacidad de almacenamiento de línea dependerá del ta-

maño del carrete y del grosor de la propia línea. En general tienen capacidad para almacenar desde 15 a 400 metros aproximadamente.



Imagen 27. Carretes

Es posible utilizar estos carretes en combinación con las boyas de descompresión. Suelen ser carretes de unos 20 a 50 metros, y tienen utilidades como:

- Marcar una zona de buceo.
- Señalizar en superficie dónde se realiza la parada de seguridad, que posteriormente será el lugar de recogida.
- Marcar un objeto o un punto interesante durante una búsqueda.



Imagen 28. Boya deco

4.2.4. PROCEDIMIENTOS BÁSICOS GENERALES

Para garantizar la seguridad hay una serie de acciones que se deben llevar a cabo antes, durante y después de una inmersión en cavernas.

a) Selección del lugar

Antes de realizar una inmersión en una caverna se deben tener en cuenta varios aspectos, como la capacidad del equipo o el medio ambiente que impera en la caverna.

Para conocer las condiciones de la caverna es necesario recopilar toda la información posible sobre las características del lugar (corrientes, sifones, restricciones, visibilidad, tipo de fondo, etc.) y así preparar un plan de inmersión adecuado.

b) Preparativos para la inmersión

Tras seleccionar el lugar de buceo se debe reunir el equipo material y humano y colocar los aparejos en un sitio determinado y de una manera organizada para que no se dañen ni se ensucien.

• Equipo material

Es necesario hacer una revisión previa del estado en el que se encuentra el equipo, ya que con esto se pueden prever posibles fallos durante la inmersión. Hay que revisar:

- El estado general de las líneas, comprobar que no estén deterioradas, que los carretes suelten y recojan la línea libremente.
- Que el equipo de iluminación trabaje correctamente y verificar que cada una de las lámparas encienda.
- Es indispensable comprobar que los tanques estén llenos a su máxima presión de trabajo (por lo menos al 90%).
- Funcionamiento correcto y sin fugas del/de los reguladores y octopus
- El manómetro indique la presión verazmente y no tenga fuga,
- Los instrumentos estén calibrados y funcionando.

• Equipo humano

Lo más importante de un grupo de buceo es el equipo humano. Para practicar cualquiera de las modalidades de espeleobuceo es necesario recibir un entrenamiento adecuado previo a las inmersiones. Se debe recibir un curso esta especialidad con instructores y personal capacitado para este fin. Los grupos en caverna nunca deben exceder de cinco buceadores.

c) Plan de buceo

Una regla de seguridad básica e ineludible es la realización de un plan de buceo. En un lugar cerrado como las cavernas adquiere incluso mayor importancia. En un plan de buceo para inmersiones en caverna no sólo deben considerarse la profundidad y el tiempo como parámetros limitantes, sino también otros como los límites de penetración y profundidad establecidos para la caverna (zona 1) o la necesidad de empezar y terminar las inmersiones con luz de día.



No se deben hacer planes de buceo que contemplen inmersiones con descompresión.

Para realizar inmersiones en cavernas ubicadas por encima del nivel del mar es necesario incluir en el plan todas las consideraciones del buceo en altitud.

La falta de aire es sin duda la condición más difícil de un buceador de caverna. Para tratar de anticiparse a tal eventualidad se debe bucear siguiendo la famosa regla de los dos tercios. Esta regla consiste en utilizar un tercio del aire para penetrar y hacer el recorrido, un tercio de aire para salir y reservar el último tercio para cualquier imprevisto.

d) Control de la flotabilidad

Los buceadores que penetran en una caverna deben conocer y dominar el manejo de los controles de inflado oral y automático del chaleco compensador de la flotabilidad.

Nunca se debe introducir o extraer aire del chaleco en grandes cantidades de una sola vez, ya que esto altera súbitamente la flotabilidad y es fácil perder el control de la misma. Los ajustes, tanto de inyección de aire al interior del chaleco como de la expulsión del mismo, deben ser sutiles y graduados.

Otro aspecto importante es el lastre. El buceador debe llevar la cantidad adecuada, colocada en el cinturón de forma balanceada para evitar que el peso se cargue hacia un lado y modifique su centro de gravedad.

Un error puede provocar que el buceador pierda el control de la flotabilidad o de desplace de forma incorrecta.

e) Técnicas de desplazamiento

Las técnicas de patada, la posición y la ubicación de los buceadores con respecto a la caverna y su fondo son extremadamente importantes, ya que sus movimientos al desplazarse pueden remover el sedimento y alterar las condiciones del fondo. La posición de un buceador debe ser horizontal o con la cabeza ligeramente por debajo del nivel de las piernas, con la finalidad de evitar que tanto las aletas como el cuerpo levanten el material depositado en el fondo.

En las cavernas se utilizan las mismas patadas que en aguas abiertas, pero con algunas modificaciones:

- Con independencia del estilo de patada de desplazamiento que se utilice, la fuerza, intensidad y frecuencia son menores que en aguas abiertas. Los movimientos deben ser suaves para avanzar pocos centímetros en cada patada. Esta medida ayudará al buceador a evitar que el material del fondo se levante.
- La patada estilo crol se modifica para adaptarla a las condiciones especiales dentro de la caverna. Deben doblarse las rodillas y utilizar sólo la parte de la pierna que comprende de la rodilla hacia abajo para dar la patada. Se deben dar patadas cortas, una pierna a la vez y evitando que las aletas vayan más abajo que el cuerpo del propio buceador.

- La patada de pecho (o patada tipo rana) modificada para desplazarse dentro de una caverna es tal vez la más popular: comienza separando lentamente las rodillas y manteniendo juntos los tobillos. Este momento es la fase pasiva de la patada, mientras que la fase activa es cuando se impulsan las piernas hacia atrás, separando los talones y juntándolos cuando cesa el impulso. Se usan indistintamente boca abajo o de espaldas. También se aconsejan movimientos calculados, finos y poco vigorosos.

f) Manejo de la línea de vida

La línea de vida debe ir desde la entrada a la caverna hasta la penetración máxima y, a ser posible, desde la superficie del agua. Es necesario fijarla con firmeza en la entrada de la caverna, en un lugar estable y resistente. Es recomendable hacerlo en dos o tres puntos diferentes para evitar que de manera fortuita se suelte.

Cuando no exista un lugar adecuado en las inmediaciones de la caverna se puede utilizar cualquier objeto pesado a manera de anclaje para amarrar la línea.

El guía de la inmersión es el que tiende la línea de vida. Debe ir al frente del grupo, soltando la línea poco a poco conforme avanza. El resto de grupo seguirá el camino que marca la línea.

Es necesario mantenerla ligeramente tensa, por lo que se debe sujetar en varios puntos a lo largo de la inmersión para evitar que se afloje. Los amarres en los diferentes puntos a lo largo de la caverna deben hacerse en lugares firmes, con cuidado de que la línea no entre en sitios estrechos ya que dificulta su seguimiento. Las ataduras deben ser consistentes pero fáciles de soltar, de forma que en el momento de retorno sea sencillo recuperar la línea.

La línea es solo una guía, por lo que los buceadores deben seguirla manteniendo el contacto visual. Los buceadores no deben alejarse de la línea y conservar como distancia máxima la que les permita alcanzarla con sólo estirar el brazo (para no perderla en caso de que las condiciones de visibilidad se compliquen).

Cuando la visibilidad se reduce deben extremarse las precauciones en cuanto al seguimiento de la línea, cambiando el contacto visual por contacto físico. Para seguir la línea por contacto físico se toma con los dedos índice y pulgar, formando una especie de candado, y se deja la línea en medio del orificio que se forma con los dedos. La línea debe correr libremente dentro del candado de los dedos conforme el buceador avanza.

Para que la línea no se zafe o se rompa es importante evitar que los buceadores tiren de la misma, se cuelguen o se apoyen en ella. La línea sólo debe tomarse como una referencia para encontrar el camino.

Para iniciar el regreso hacia la salida se invierte el orden de la posición de los miembros del grupo. Simplemente se dan la vuelta, con cuidado de no levantar el sedimento, lo que deja en primer lugar al que estaba detrás. El último en entrar será el primero en salir. El guía irá al final y recogerá la línea conforme avanza.

g) Manejo de los carretes o rieles

El carrete principal se emplea para tender la línea de vida. Se maneja con una sola mano, en la que suele estar la lámpara principal colocada entre el carrete y la palma de la mano.

Para controlar la velocidad del soltado de la línea se frena la parte rodante del carrete aplicando presión con el dedo índice, lo que permite aumentar o disminuir la velocidad de la misma según se necesite.

El carrete de seguridad es un elemento redundante en el equipo. Se utiliza cuando el carrete primario falla o no está disponible. También cuando se rompe o se interrumpe una línea, para navegar y localizar el otro extremo. Se fija la nueva línea (carrete de seguridad) al extremo de la línea primaria y se continúa hasta encontrar el otro extremo de la línea.

4.3. BUCEO NOCTURNO O EN AGUAS SIN VISIBILIDAD

4.3.1. REQUISITOS PREVIOS

Es necesario dominar las técnicas básicas del buceo y de los procedimientos de emergencia. Bucear en estas condiciones aumenta sensiblemente la dificultad.

El buceador debe ser capaz de mantener el control en un medio sin luz, que provoca aprensión y angustia en algunas personas.

En aguas turbias, al carecer de referencia visual, es habitual sentir vértigo.

Es necesario dominar la navegación subacuática, ya que en estas condiciones es fácil desorientarse y descontrolar la flotabilidad.



Imagen 29. Buceo nocturno

4.3.2. EQUIPO

En buceo nocturno o en aguas de visibilidad reducida se debe completar el equipo habitual de buceo con otros elementos:

- a) **Linternas o focos.** Las linternas utilizadas deben ser herméticas y resistentes a la presión. El buceador debe llevar una linterna de emergencia para utilizarla cuando falle la principal.

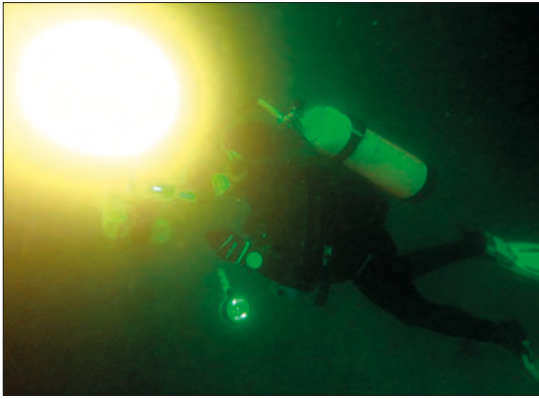


Imagen 30. Linternas o focos

- b) **Luces de referencia.** Las luces de referencia se utilizan para localizar a los buceadores durante la inmersión. Se suelen utilizar luces químicas. Se recomienda iluminar la boya durante la noche con estos cartuchos de luz química.
- c) **Luces marcadoras.** Las luces marcadoras se utilizan para facilitar a los buceadores la localización de la embarcación o de la orilla. En inmersiones en aguas turbias se debe colocar una luz a cinco metros de profundidad en el cabo de ascenso para que sirva de referencia a la hora de efectuar la parada de seguridad, y otra luz a dos metros del fondo para que facilite que se encuentre la línea de ascenso. Se suelen utilizar luces estroboscópicas.



Imagen 31. Luces marcadoras

- d) **Brújula.** La brújula es un instrumento imprescindible para navegar cuando se carece de referencias visuales.
- e) **Líneas de vida.** Durante el buceo con poca visibilidad es fácil desorientarse. Se utilizarán las líneas de vida como se detalló en el buceo en cavernas. La línea de vida será de vital importancia a la hora de volver al punto de inicio para regresar a superficie por el cabo de la boya, así como para realizar los sectores de búsqueda.
- f) **Silbato.** El silbato es un elemento muy útil durante la noche si un buceador quiere ser localizado.

4.3.3. REGLAS DE SEGURIDAD

En buceos nocturnos o con poca visibilidad los planes de buceo deben ser conservadores.

El grupo de buceo constará como mínimo de dos buceadores y nunca deben perderse de vista unos de otros.

En lugares donde la visibilidad sea nula será necesario el contacto físico directo.

Para controlar el descenso y el ascenso es necesario apoyarse en el cabo del ancla de la embarcación o en el que une el muerto y la boya.

4.4. BUCEO EN AGUAS CONTAMINADAS

4.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL BUCEO EN AGUAS CONTAMINADAS

Se denomina agua contaminada a aquella que contiene un producto químico, biológico o sustancia radiactiva que supone un riesgo para la salud cuando el buceador se expone a la misma.

Un cierto grado de contaminación es evidente en prácticamente cualquier lugar con agua en el mundo. La contaminación puede ser de origen natural o provenir de diversas fuentes, como fugas en tuberías, residuos industriales o aguas de alcantarillado. Sin embargo gran parte de la contaminación que entra el agua no es evidente. La preocupación es mayor en las grandes acumulaciones de agua natural, como lagos, ríos o puertos, que están muy cerca de grandes poblaciones, o restos de naufragios, donde la contaminación se acumula.



Imagen 32. Aguas contaminadas

Los contaminantes pueden ser:

- Biológicos: bacterias, protozoos y virus.
- Derivados del petróleo: petróleo crudo, fueloil, gasolina, diesel, etc.
- Materiales peligrosos:
 - Clase 1: explosivos (nitroglicerina).
 - Clase 2: gases (comprimidos, líquidos).
 - Clase 3: Líquidos inflamables (hidrocarburos y alcohol).
 - Clase 4: Sustancias sólidas inflamables.
 - Clase 5: Agentes oxidantes (halógenos).
 - Clase 6: Sustancias venenosas (bromo, monóxido de carbono).



Estos contaminantes presentan un riesgo potencial para la salud de los buceadores y, adicionalmente, tienen impacto en la misión y en el desarrollo de las operaciones. Los efectos sobre el personal pueden hacerse evidentes de inmediato (agudos) o pueden mostrarse años después (crónicos), como en las exposiciones a sustancias cancerígenas.

4.4.2. EQUIPO

No existe una configuración del equipo o material que pueda proteger al buceador de todos los contaminantes. El tipo de protección estará determinado por el riesgo previsto, el equipo disponible, el tipo de trabajo y la urgencia del mismo. El sistema de equipamiento debe incluir el equipo respiratorio y la vestimenta o protección física. El buceador auxiliar debe estar equipado con un nivel de protección similar al usado por los demás buceadores, y se debe tener en cuenta que el personal de apoyo en superficie experimenta el mismo riesgo que el personal que bucea.

La mucosa de las membranas son las regiones más vulnerables del cuerpo y, con la piel, son las rutas principales por las que los microorganismos entran e infectan el cuerpo.

No se debe permitir realizar una inmersión con equipo convencional en aguas contaminadas. Bucear con equipos convencionales de buceo (máscaras de media cara y boquilla sobre la boca) no proporciona protección al buceador. La boca del buceador está en contacto constante con el agua, lo que le expone a todos los contaminantes que se encuentran en el medio. La inhalación puede conducirlos directamente a los pulmones y contaminarlos y posteriormente hacer que entren en el torrente sanguíneo, con las consiguientes infecciones.

El casco de buceo está equipado con una válvula de exhaustación cuádruple, lo que reduce la probabilidad de reflujo de agua. Los umbilicales o nargüiles estándar de suministro de aire en superficie para buceadores están compuestos de nitrilo con una cubierta exterior de neopreno. Esta combinación es razonablemente resistente a muchos productos químicos. Los trajes secos, ya sean de volumen variable o de volumen constante, son los más apropiados para las operaciones de buceo en aguas contaminadas. El traje seco de una pieza es el preferido, ya que de esta manera se minimiza el número de penetraciones. Los trajes secos vulcanizados ofrecen gran protección durante grandes periodos de tiempo, tanto contra peligros microbiológicos como contra los químicos.

5. TÉCNICAS DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO ERA

Existen equipos de protección respiratoria (como por ejemplo PA90 Plus, PSS5000 y PASMicro fabricados por Dragüer), que en el ámbito subacuático pueden ser usados en casos de extrema necesidad cuando se carezca de equipos de buceo.

El personal que los emplee debe estar familiarizado con los equipos y técnicas propias del buceo convencional. Además, es necesario reflejar aspectos concretos y relevantes a tener en cuenta en su uso:

- Ofrecen nulo control de la flotabilidad al no poder usar ningún elemento de flotabilidad bajo el agua. Siempre se usará un cabo o algún elemento estructural que permita descender y ascender con total control.
- Se dificulta la maniobra de Valsalva, ya que el procedimiento requiere retirar la máscara y esta ocupa toda la cara. Además estos equipos trabajan en presión positiva, lo que conlleva la salida continuada del aire que dificulta la visión.

- La máscara a utilizar con los equipos ERA debe ser la de pulpos, ya que el sistema Supra hace necesario el uso del casco lo que dificulta la maniobrabilidad. Además el efecto óptico del visor curvo distorsiona la visión bajo el agua.
- Estos equipos no llevan pulmoautomático de reserva, como los equipos de buceo convencionales (octopus), por lo que habrá que extremar la seguridad al máximo.
- Los elementos de control de presión de estos equipos pueden ser analógicos o digitales (*bodyguard*), lo que condicionará la profundidad de trabajo. Hasta tres metros pueden ser usados los dos, hasta diez metros sólo podrá ser usado el analógico. Es obligatorio no sobrepasar los límites de reserva de aire que marcan los elementos de control.



Los equipos ERA se pueden emplear en el medio acuático, pero se debe aumentar la seguridad y tener en cuenta los aspectos mencionados anteriormente.

6. TÉCNICAS DE UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CORTE

Para operaciones de corte las herramientas hidráulicas son las herramientas submarinas por naturaleza, ya que ofrecen bastantes ventajas frente a las neumáticas. Su funcionamiento se basa en la transmisión de energía a un fluido, que un motor hidráulico situado en la herramienta aprovecha para transformarla en trabajo mecánico.

El corte subacuático es similar al corte en superficie, excepto que el medio ambiente impone más limitaciones al operador. En función de las especificaciones de cada fabricante las herramientas de extricaje permiten operar a diferentes distancias de profundidad. Por lo general oscilan entre los 7 y 10 metros.

El éxito y la velocidad de la operación dependen directamente de las condiciones de trabajo. Corrientes, bajas temperaturas, poca visibilidad e inestabilidad son condiciones que dificultan el trabajo de corte subacuático.

La primera consideración ha de ser la seguridad personal, después la protección del material. Sólo debe participar en estas operaciones personal adiestrado. Tras el trabajo, toda herramienta que haya sido expuesta al agua debe ser limpiada por medio de agua dulce a presión después, debe ser secada y engrasada.

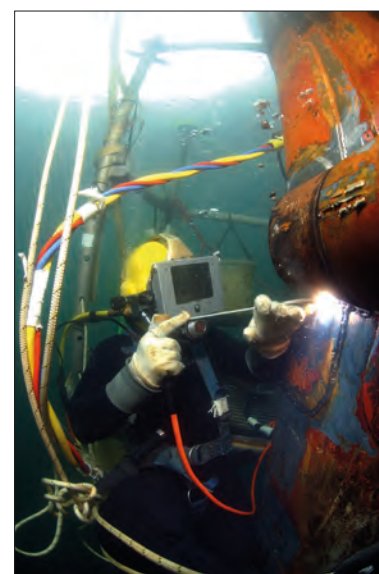


Imagen 33. Trabajo con herramientas de corte

7. TÉCNICAS DE ELEVACIÓN DE CARGAS

Elevar los objetos en una operación subacuática puede ser complicado. Existen diferentes técnicas a emplear dependiendo de los medios disponibles (grúa flotante, grúa terrestre, globos de elevación, arrastre tractel y arrastre de cabrestante, entre otras). La técnica más simple siempre será la mejor. Si es posible extraer la carga del fondo con una grúa o un tractel siempre será mejor que hacerlo con globos elevadores. A veces será necesario emplear técnicas combinadas para lograr el objetivo.



Imagen 34. Elevación de cargas

Respecto a las fases de la operación es necesario considerar que el factor de mayor peso específico de todas ellas es la seguridad, y que a ella se supeditará el desarrollo de todos los trabajos. Cuando la seguridad absoluta no esté garantizada se debe suspender la operación.

Una de las herramientas principales es el **globo de elevación**, que puede ser abierto o cerrado. Es una campana de material impermeable cuyo extremo inferior va dotado de dispositivos de amarre al objeto. La fuerza se transmite al objeto mediante unas bandas reformadas que terminan en anillas, donde se engatillan los grilletes o mosquetones. Habitualmente los globos están provistos en la parte superior de la campana de una válvula de achique, que manejada mediante un tiraflector permite el vaciado del globo. Es esta válvula la que se debe asir para su traslado al fondo. La carga se fija a los globos mediante unas vagas provistas de anillas terminales, donde se fijarán los grilletes o mosquetones.



Imagen 35. Globo de elevación abierto



Imagen 36. Globo de elevación cerrado

Cuando estén colocados todos los globos, a la señal del Jefe de equipo se procederá al llenado de los mismos mediante el regulador auxiliar, botellas provistas de latiguillos o incluso narguiles que suministren aire desde la superficie. De cualquier forma el llenado ha de ser simultáneo en todos los globos, para evitar movimientos diferenciales que provoquen accidentes. Si se suministra aire a los globos desde inmersión es importante no hacerlo desde las botellas de respiración, así como utilizar un regulador auxiliar para evitar que se enganche y tire del buceador hacia superficie.



Se debe tener en cuenta que la colocación de los globos tiene que permitir el ascenso controlado del objeto, por lo que es muy importante la posición y la altura a la que se colocan.

El momento más delicado es cuando el objeto empieza a arrancar del fondo. Lo ideal es conseguir flotabilidad y equilibrio neutros y, en ese momento, mediante un ligero empuje manual el objeto se elevará a superficie.

El procedimiento a seguir para que la elevación con globos sea segura y efectiva, consta de cuatro pasos:

- **Paso 1. Planificación de la inmersión por parte del mando.** Para lo cual debe valorar los siguientes aspectos:
 - Posible tiempo en el fondo.
 - Profundidad.
 - Tipo de fondo.
 - Temperatura.
 - Análisis de capacidad de elevación con globos disponibles.
- **Paso 2. Zonificación de zona de trabajo.** Los aspectos a valorar son:
 - Señalización de la zona con banderas/luces correspondientes.
 - Fondeo de muerto cercano a carga a elevar (marca la zona de trabajo y permite el descenso).
 - Revisión del equipo como paso previo a la inmersión.
 - Equipo personal.
 - Material necesario para el trabajo a realizar.
- **Paso 3. Reunión previa (mando y buceadores) para explicar el plan de trabajo:**
 - Explicar planificación.
 - Definir objetivo: marcar, elevar, elevar y desplazar a superficie, etc.

- Detallar la carga a elevar y sus posibles puntos de anclaje
 - Detallar el código de comunicación entre superficie y fondo.
- **Paso 4. Inmersión**
 - Descenso por cabo guía
 - Colocación de cabo que una superficie con carga.
 - Unión equilibrada de globos de elevación, inflado hasta conseguir su posición vertical y comprobación de anclajes.
 - Comunicación con superficie de próxima elevación.
 - Comprobación de que está libre la zona de elevación.
 - Llenado de globos y elevación de la carga. El buceador no acompañará la carga ni se colocará bajo ella.
 - **Paso 5. Trabajo en superficie**
 - Recuperación de la carga desde superficie utilizando el cabo guía
 - Una vez la carga esté en superficie, inspección visual de los anclajes por parte del buceador de seguridad
 - En función del plan de trabajo, subida de la carga a la embarcación o desplazamiento de la carga hasta la orilla. En este último caso es necesario utilizar un bidón u objeto similar para evitar que se hunda de nuevo.
 - **Paso 6. Recogida del material y briefing de la intervención**

8. COMUNICACIONES

Las señales de buceo fueron creadas para un mejor entendimiento entre los buceadores y salvar la dificultad derivada de

la imposibilidad de utilizar bajo el agua la comunicación oral.

Es obligatorio conocer las señales de buceo antes de realizar una inmersión. La mayor parte de las señales son comunes a todas las partes del mundo. Sin embargo, conviene saber que en algunas regiones pueden variar, por lo que si vamos a realizar una inmersión con alguien a quien no conocemos o en una región distinta a la habitual, puede resultar conveniente realizar una revisión de las señales antes de la inmersión.



Imagen 37. Comunicaciones

Se puede distinguir entre tres tipos de comunicaciones en buceo: con visibilidad; señales en buceo nocturno; y señales con visibilidad limitada o sin visibilidad.

8.1. SEÑALES CON VISIBILIDAD

Algunas de las señales que se realizan con visibilidad se muestran en las ilustraciones inferiores.

8.2. SEÑALES EN BUCEO NOCTURNO

En buceo nocturno las señales son las mismas que en el buceo con visibilidad, pero será necesario usar linternas para hacer visibles dichas señales. Una cuestión importante es que para que las señales sean efectivas hay que iluminar con la linterna la mano del compañero.

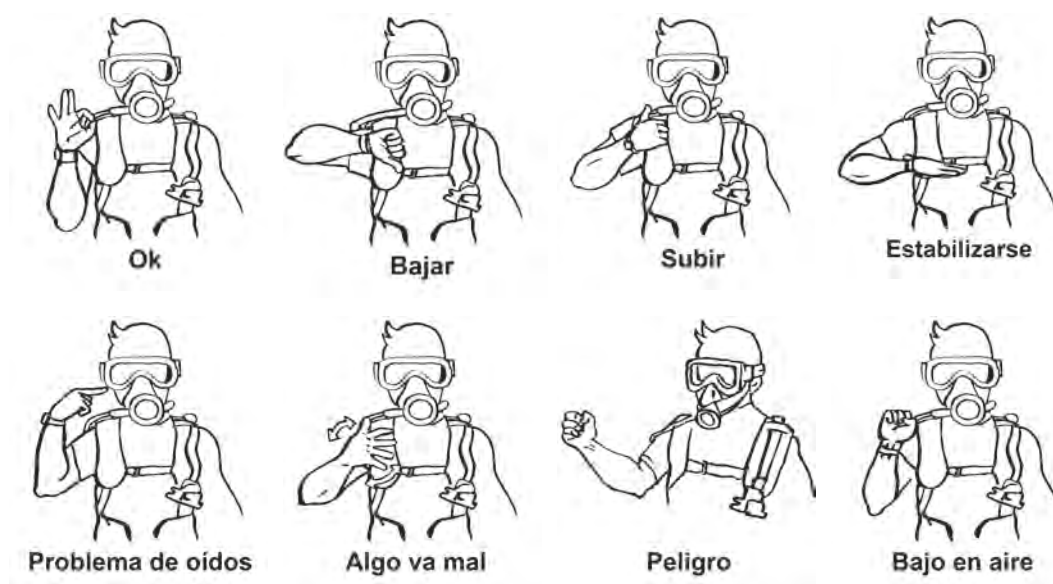


Imagen 38. Señales con visibilidad

Las señales específicas en el uso de la linterna son:

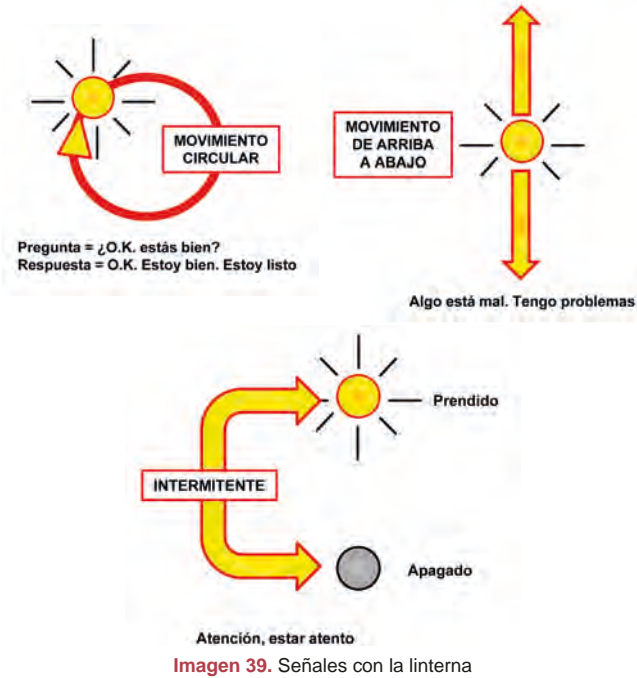


Imagen 39. Señales con la linterna



El abuso en el manejo de la luz durante la inmersión puede crear situaciones no deseables, por lo que se recomienda usarla con prudencia.

8.3. SEÑALES ESPECIALES PARA EL BUCEO EN AGUAS CON VISIBILIDAD LIMITADA

Durante el buceo diurno hay determinadas condiciones que requieren una técnica diferente de comunicación. El motivo es que la visión con linterna no mejora las condiciones de visibilidad del agua al existir partículas en suspensión. Además, cuando nos aproximamos al fondo, sobre todo en zonas arcillosas, podemos provocar que el limo del fondo disminuya la visibilidad. Para estas situaciones podemos utilizar las siguientes señales:



Imagen 40. Señales para el buceo con visibilidad limitada

8.4. SEÑALES DE VISIBILIDAD NULA

Las señales entre buceadores o con la superficie cuando la visibilidad es nula y es imposible el uso de la linterna son:

Tabla 3. Señales para situaciones de visibilidad nula

Atención / ¿Están bien? / Estoy bien	1 tirón
Arriar	2 tirones
Izar	3 tirones
Salida	4 tirones
Envía un cabo	5 tirones
Peligro de enredo / Estoy enredado	6 tirones
Auxilio	7 tirones
Avanzar	1 repique* y 1 tirón
Girar a la derecha	1 repique y 2 tirones
Giro de 180°	1 repique y 3 tirones
Girar a la izquierda	1 repique y 4 tirones
Cobrar o seguir del cabo	1 repique
Abocar o acercar el cabo guía	4 repiques

Todas las señales deben ser repetidas por el buceador que las recibe. En caso de no entender una señal se contesta con un tirón para que se repita.

Cuando el buceador dé la señal de salida, el acompañante no repetirá la señal, sino que cobrará rápidamente del buceador, esto es, iniciará la orden o devolverá la señal al siguiente buceador.

9. TÉCNICAS DE DESCOMPRESIÓN

9.1. OBJETIVOS

Como hemos venido diciendo, al realizar una inmersión con aire, los tejidos del organismo absorben cierta cantidad de nitrógeno en función de la profundidad alcanzada y del tiempo en el fondo. Este nitrógeno disuelto debe ser eliminado de forma gradual durante el ascenso (en determinados casos con paradas de descompresión cada 3 metros), de manera que nunca se superen ciertos valores críticos de sobresaturación en cada profundidad.

Si estos valores se superan, existe el riesgo de que aparezca **enfermedad descompresiva**. Para minimizar este riesgo existen dos herramientas principales que ayudan a realizar el cálculo de la descompresión: el ordenador de buceo y las tablas de descompresión (con apoyo del cronómetro y del profundímetro).

En la actualidad la planificación de la descompresión se realiza mediante sistemas electrónicos (ordenadores). Estos permiten un ajuste más preciso a las condiciones particulares del sujeto y del medio, pero presentan el problema de incrementar la sensación de seguridad, con el riesgo de apurar los límites frente al planteamiento más conservador de las tablas. Además transforma la planificación en una especie de normas mágicas cuyo fundamento se desconoce.

Los ordenadores de buceo tienen la ventaja de monitorizar la inmersión a tiempo real, por lo que generan un plan de buceo instantáneo y, por tanto, aumentan el tiempo de fondo (en contra del perfil rectangular generado con las tablas).

* Ver glosario

El manejo de las tablas tiene otras ventajas, como la no dependencia absoluta de un aparato electrónico y que conocer su uso ayuda a entender mejor el comportamiento del organismo en el medio acuático.

9.2. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

Toda inmersión debe ser planificada previamente. En caso de efectuar una inmersión a distintos niveles, la planificación se debe realizar desde la profundidad mayor a la menor. Además, deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- Aunque se realice una inmersión sin descompresión, hay que evitar las aproximaciones o salidas a superficie para recibir instrucciones o recoger herramientas, pues con ellas aumenta el riesgo de sufrir enfermedad descompresiva.
- Si las condiciones psicofísicas del buceador no son las adecuadas, no debe realizarse la inmersión.
- Los trabajos difíciles (con estrés, con gran esfuerzo físico, o en aguas frías) aumentan la posibilidad de sufrir enfermedad descompresiva, por lo que como medida de precaución se debe incrementar el tiempo en el fondo al inmediato superior.
- En las inmersiones que requieran paradas de descompresión, se debe tender un cabo de descenso que señalice las paradas y, si fuese necesario, las dote de aire.
- La velocidad de descenso no debe ser superior a los veinticuatro metros por minuto
- La velocidad de ascenso, hasta la primera parada o hasta superficie, debe ser de nueve metros por minuto, aunque son aceptables variaciones de tres metros por minuto.
- Los tiempos para las paradas de descompresión indicados en las tablas se cuentan desde el momento en el que el buceador llega a la parada hasta que la deja.
- El tiempo empleado para ir de una parada hasta la siguiente o a superficie es de un minuto.
- Tras una inmersión, el buceador debe ser observado durante los treinta minutos siguientes a su llegada a superficie. Aunque los síntomas de enfermedad descompresiva pueden aparecer incluso tras seis horas, suelen manifestarse en esos primeros treinta minutos.
- Tras una inmersión, el buceador no debe exponerse a situaciones que conlleven una disminución de presión ambiental (subir una montaña, viajar en avión, etc.).
- Tras producirse el accidente, las consecuencias derivadas del mismo y la seguridad del buceador accidentado dependen de las acciones de sus compañeros o de los responsables del centro de buceo en caso de que hayamos dispuesto de sus servicios.
- Es imprescindible disponer siempre a bordo de un equipo de oxigenación completo (tanque con oxígeno, mascarilla para oxigenación, regulador de demanda, y mascarilla con bolsa reservorio) y de un botiquín de emergencia con lo esencial, que permita una asistencia inicial hasta la llegada de asistencia médica especializada.
- Antes de la inmersión se debe concertar una cámara hiperbárica a menos de dos horas del lugar de dicha in-

mersión. La cámara hiperbárica requiere una activación previa, ya que necesita la presencia de un camarista y un médico con conocimientos de medicina hiperbárica movilizados allí. Si el médico no puede estar *in situ*, contactará telefónicamente, pero será necesario contar con un enfermero en la cámara.

9.3. TABLAS DE DESCOMPRESIÓN

Para efectuar la descompresión, se establece como reglamentaria la colección de tablas que en España son las editadas por la Dirección General de la Marina Mercante, único organismo que puede modificarlas considerando en vigor la última colección editada. La utilización de otro tipo de tablas debe ser autorizada por la citada Dirección General. Todas las inmersiones se ajustarán a estas tablas de descompresión, de acuerdo con las instrucciones que figuran en las mismas.

En este manual hemos hecho nuestro el listado de tablas del *Manual de Buceo Autónomo* del Centro de Buceo de la Armada Española, que es el que recogemos a continuación. Sin embargo, es importante señalar que estas tablas se actualizan periódicamente. También debemos indicar que es posible encontrar listados con una numeración de tablas diferente a la aquí utilizada, por lo que, en caso de duda, debe prevalecer el nombre de la tabla y no su número.

Estas tablas son las que se relacionan a continuación:

- I. Tiempos límite sin descompresión y grupos de inmersión sucesiva para inmersiones sin descompresión con aire.
- II. Tiempos de nitrógeno residual (TNR) para inmersiones sucesivas con aire.
- III. Descompresión normal con aire.
- IV. Profundidad teórica para inmersiones en altitud y profundidad real de las paradas de descompresión para inmersiones en altitud.
- V. Grupos de inmersión sucesiva correspondientes al ascenso inicial a altitud.
- VI. Intervalo en Superficie exigido antes de ascender a altitud después de bucear.
- VII. Tiempos límite sin descompresión y grupos de inmersión sucesiva para inmersiones con aire en aguas poco profundas.



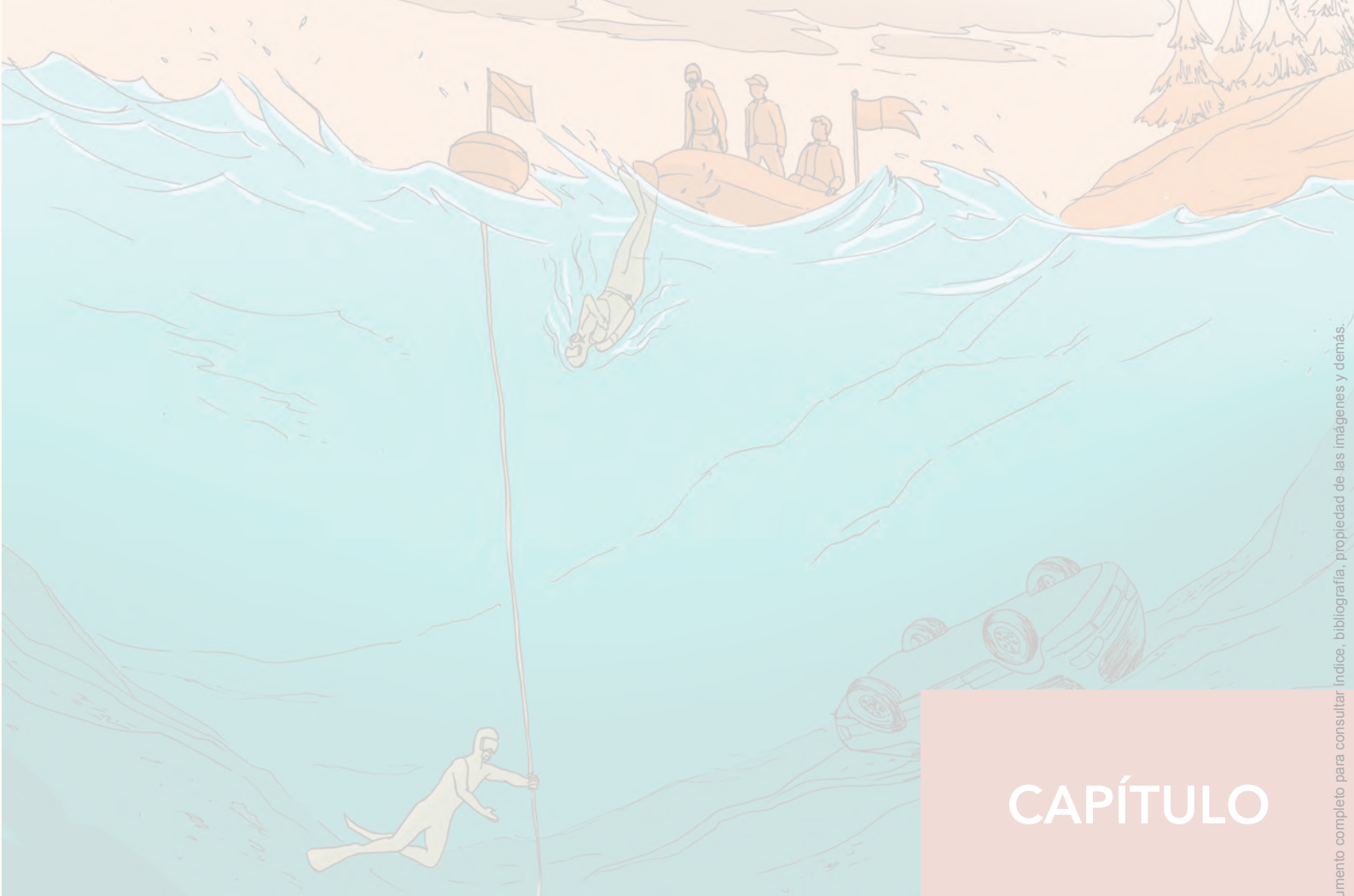
Importante:

Los programas de enseñanza para la obtención de los distintos títulos de buceo deben incluir formación sobre el manejo de las tablas de descompresión establecidas en estas normas.

Las tablas son válidas para su uso por un buceador certificado. No se garantiza la exactitud de todos los datos y no se recomienda su utilización para planificar un buceo real.



En el Anexo de esta parte del manual pueden consultarse los criterios de uso y las tablas del Centro de Buceo de la Armada Española.



CAPÍTULO

3

Valoración

1. RECEPCIÓN DE DATOS Y VALORACIÓN DINÁMICA

La gestión de la información es clave para el desarrollo de la búsqueda o rescate. Esta tarea corresponde al mando y debe ser continua durante toda la emergencia.

La información debe ser veraz, clara y, si es posible, contrastada. Esta información y los recursos disponibles determinarán las acciones prioritarias a emprender.



Los errores durante la fase de valoración de la información desembocarán en planteamientos tácticos erróneos y situaciones que sean complicadas o incluso imposibles revertir. Por ello la valoración es sumamente importante y condiciona el desarrollo posterior de la emergencia.

La toma de decisiones del mando se fundamenta en:

- Conocimientos técnicos.
- Formación táctica.
- Experiencia.
- Conocimiento del medio.

Tras la valoración y una vez implantando el Plan de Acción, el mando de intervención realizará una **valoración continua** en función de todos los parámetros que estén a su alcance. Así identificará los riesgos e implantará las medidas de seguridad oportunas en cada momento (zonificación, niveles de protección, plan de emergencia, etc.).

El objetivo de la valoración continua es introducir las correcciones necesarias en el Plan de Acción al evaluar de forma crítica el éxito de las acciones ya emprendidas. Se trata de comprobar si el trabajo emprendido obtiene los resultados esperados tras valorar el alcance y la situación del siniestro.

Antes de emprender una acción de rescate se debe **valorar el riesgo** que se está dispuesto a asumir. En la mayoría de

las emergencias relacionadas con el rescate subacuático las probabilidades de encontrar a personas con vida son muy reducidas. Por ello se debe evitar tomar riesgos innecesarios y no agravar la situación existente. La seguridad de los intervinientes debe ser máxima. La confirmación de de víctimas en situación crítica puede priorizar su rescate a cualquier otra acción indicada anteriormente.



Es muy importante que el trabajo que se desarrolle no entorpezca ni perjudique las labores que otros servicios deban realizar a posteriori.

No todos los buceadores están capacitados para realizar todo tipo de inmersiones. Será de vital importancia que el mando de la intervención conozca las limitaciones y aproveche las virtudes de cada uno de los miembros del equipo de trabajo.

El mando de la intervención debe prever el relevo de los buceadores y las limitaciones por tiempo de inmersión, cansancio y estrés. Cuando se incorporen efectivos los campos de trabajo deben estar totalmente señalizados.

2. PLAN DE ACCIÓN

Existen diversos factores que determinan el Plan de Acción. Los principales a tener en cuenta son: tipo de fondo, temperatura, profundidad, distancia de la orilla, corrientes, tiempo bajo el agua del accidentado, condiciones meteorológicas, aguas contaminadas y visibilidad en superficie y tráfico marítimo.

2.1. TIPO DE FONDO

El tipo de fondo (fango, arena, etc.) obliga al buceador a realizar ciertos movimientos para trabajar con eficacia y con seguridad. El conocimiento previo del tipo de fondo es importante a la hora de planificar la inmersión, seleccionar las técnicas de buceo, seleccionar los equipos y prevenir los daños.

Tabla 4. Condiciones y efectos del fondo

Tipo	Características	Visibilidad	Movilidad del buceador en el fondo
Roca	Liso o irregular; sedimento mínimo	Generalmente buena a pesar del movimiento del buceador	Buena. Hay que tener cuidado para evitar enredos con sedales y desprendimientos de los arrecifes.
Coral	Sólido, puntiagudo e irregular; solo en aguas tropicales	Generalmente buena a pesar del movimiento del buceador	Buena. Hay que tener cuidado para evitar enredos con sedales y desprendimientos de los arrecifes.
Gravilla	Relativamente liso, base granular	Generalmente buena a pesar del movimiento del buceador	Buena. Posibles inclinaciones o irregularidades por la gravilla suelta. Inestable para andar sobre ella.
Conchas	Compuesto principalmente por conchas rotas y arena o barro	La combinación de conchas y arena no obstaculiza la visibilidad cuando te mueves en el fondo, pero la de conchas y barro, sí. Cuanto mayor sea la concentración de barro, mayor será la falta de visibilidad	La mezcla de conchas y arena ofrece una gran estabilidad. Con grandes cantidades de barro te puedes hundir o tener movilidad limitada.
Arena	Tipo común de fondo; pisada firme	Generalmente buena a pesar del movimiento del buceador	Buena
Barro y cieno	Tipo común de fondo, compuesto de cantidades variables de cieno y arcilla; se encuentra normalmente en ríos y puertos.	Escasa a nula. Trabajar en el sentido de la corriente para apartar el cieno del lugar de trabajo. Evitar mover el fondo. Cuidado con los pecios, restos y otros obstáculos que no se ven fácilmente	Escasa. Puede retener al buceador. Quizás convenga arrastrarse para no penetrar en exceso; provoca fatiga.

En condiciones de poca visibilidad los buceadores irán unidos entre sí mediante una guía y, si es posible, también estarán unidos a superficie (este procedimiento lo valorará el jefe de buceadores).

Se tomarán precauciones en inmersiones en fondos de fango para evitar la pérdida de visibilidad o el enterramiento del buceador o su equipo.

También se deben considerar otros factores del fondo como la vegetación, si es irregular, si existen objetos peligrosos, etc.

En la valoración dinámica, durante la propia intervención y en función de la información proporcionada por los primeros buceadores se modificarán los criterios de búsqueda si es necesario.

2.2. TEMPERATURA DEL AGUA

Como hemos venido diciendo, las aguas frías afectan a las funciones mentales y físicas. Las aguas frías son incómodas e incluso dolorosas, y generan tensión en el organismo en su intento de calentarse. Por definición las aguas con temperaturas inferiores a 21 °C se consideran frías. Para evitar el efecto de las aguas frías y la hipotermia se debe llevar el traje adecuado a la temperatura del agua a la profundidad de la inmersión, no a la de superficie.

El siguiente gráfico muestra las recomendaciones para llevar uno u otro traje.

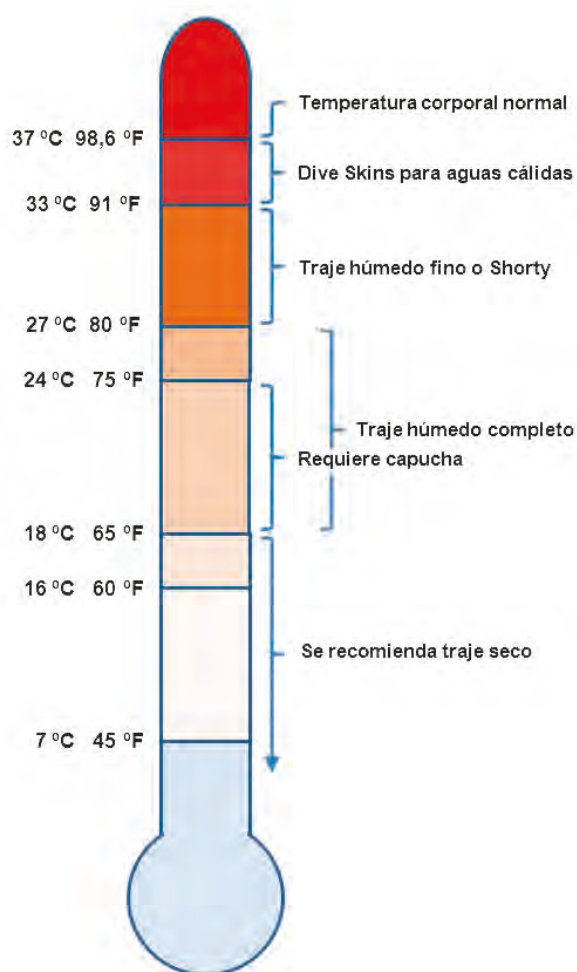


Imagen 41. Traje adecuado en función de la temperatura del agua

2.3. PROFUNDIDAD

Este es un factor de relevancia para valorar los recursos disponibles. Las horas de trabajo dependen del tiempo permitido en el fondo.

Si una pareja de buceadores realiza una inmersión a doce metros, el tiempo de trabajo potencial que podrá desarrollar será diez veces mayor que si la inmersión se realiza a treinta y tres metros.

En función del personal disponible se podrá o no emprender un trabajo.

2.4. DISTANCIA A LA ORILLA

Es un factor muy relevante a la hora programar un trabajo. La distancia a la orilla determina la necesidad de emplear una embarcación. Tanto la técnica de búsqueda en paralelo como la de barrido se utilizan cuando la zona de inmersión está cercana a la orilla. Además los trabajos que se realizan cerca de la orilla normalmente son de menor profundidad que los que están lejos.

2.5. CORRIENTES

El movimiento del agua dificulta el buceo e incluso puede hacerlo impracticable. Se debe valorar la peligrosidad de bucear en un río, en una zona cercana a una esclusa o en un canal. Hay que valorar la accesibilidad de los buceadores y la del equipo de seguridad al lugar donde ha de realizarse el rescate.

Las corrientes también son determinantes para saber dónde descansa el objeto a encontrar.

Como norma general se evitará en la medida de lo posible la realización de inmersiones con corrientes superiores a un nudo.

Un buceador con traje húmedo normal, atado a superficie y bien lastrado, puede trabajar normalmente con corrientes de hasta 1,5 nudos sin mayor dificultad. Si se aumenta el cinturón de lastre, podría realizar trabajos con corrientes de hasta 2,5 nudos. Un buceador autónomo que esté realizando operaciones en superficie estará muy limitado por las corrientes.

Una guía indicativa de los efectos de la corriente sobre un buceador autónomo es la siguiente:

- 0,5 nudos: fácil movimiento en cualquier dirección.
- 1 nudo: movimiento en contra o atravesando la corriente sobre un cabo (*jackstay*).
- 1,5 nudos: movimiento controlado a favor de la corriente sobre un cabo.

2.6. TIEMPO BAJO EL AGUA DE ACCIDENTADOS

El límite para aguantar la respiración lo determina el mínimo de oxígeno con el que puede subsistir el cuerpo y la cantidad de dióxido de carbono que puede soportar. Sin embargo, ambos dependen de la tasa metabólica. Una persona que sufra un accidente bajo el agua normalmente tendrá pocos minutos para que una intervención rápida pueda salvar su vida, pero existen casos en los que al reducir la actividad del metabolismo ese tiempo crítico se ha alargado hasta lo inexplicable.



Una niña estadounidense llamada Michelle Funk cayó a un riachuelo helado en 1986 y sobrevivió bajo el agua 66 minutos. Esto fue posible porque la gran hipotermia que sufrió redujo su tasa metabólica a casi nada.

En ocasiones muy raras, algunas personas que se creen ahogadas pueden haber encontrado una bolsa de aire (sumideros de simas, cuevas, obra hidráulica, etc.). En estas ocasiones la inyección de aire respirable en estas cavidades o entornos puede ser un paso previo a la evacuación.

2.7. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Dentro de la organización de un plan de acción no se puede olvidar este factor. Las condiciones de la superficie del agua en el área de operaciones afectan tanto a los buceadores como al equipo de apoyo en superficie. Estas condiciones dependen de la situación, de la época del año y del tiempo atmosférico, e incluyen: el viento, las olas y la temperatura.

En el caso excepcional de inmersiones en el mar, el factor atmosférico más crítico es el estado de la mar, por lo que no se realizarán inmersiones en mar abierto con el estado de la mar superior a 3 en la escala Beaufort.

La acción de las olas afecta tanto al posicionamiento de la embarcación de apoyo como a la vulnerabilidad de la tripulación y los buceadores a sufrir mareos o lesiones.

Los buceadores no están particularmente afectados por la acción de las olas, a no ser que se opere en superficie, en aguas poco profundas o con olas excesivamente grandes.

Por debajo de cierta profundidad, que variará con las condiciones de superficie, el buceador no se preocupará de la acción de las olas. Sin embargo, las olas en superficie pueden llegar a ser un problema cuando el buceador entra o sale del agua, así como en las paradas de descompresión cerca de superficie.

2.8. AGUAS CONTAMINADAS

Los buceadores pueden encontrar peligrosas y desagrada-

bles formas de contaminación que causan serios problemas. Un buceador que trabaja cerca de desagües de alcantarilla o emisarios industriales puede exponerse a enfermedades o a envenenamiento químico.

Las fugas de aceite de tanques dañados pueden causar fallos del equipo e impedir seriamente los movimientos de los buceadores. Los materiales tóxicos o combustibles volátiles que fluyan de barcasas o tanques pueden irritar la piel y corroer el equipo de buceo.

Cuando se utiliza el equipo autónomo un buceador puede, inadvertidamente, tragar materiales contaminados, lo que puede provocarle tanto problemas físicos como psicológicos. El buceador es especialmente vulnerable a las infecciones de oído y piel.

2.9. VISIBILIDAD EN SUPERFICIE Y TRÁFICO MARÍTIMO

Cuando se realizan operaciones de buceo en puertos, ríos o canales es importante controlar la presencia de otros barcos.

El Equipo de buceo no debe dar por hecho que los barcos conocen el significado de las señales de buceo y debe tomar las precauciones necesarias para asegurarse de que permanecen claros, esto es que no existen peligros en la superficie de la zona de inmersión.

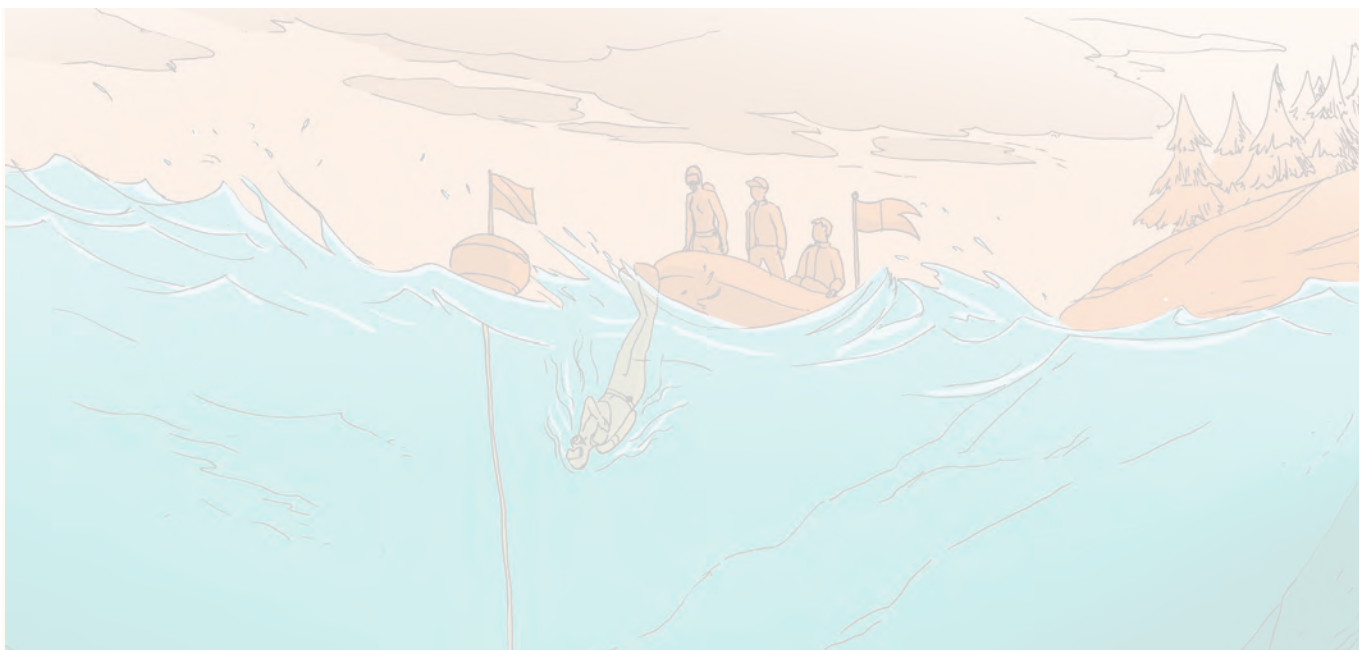


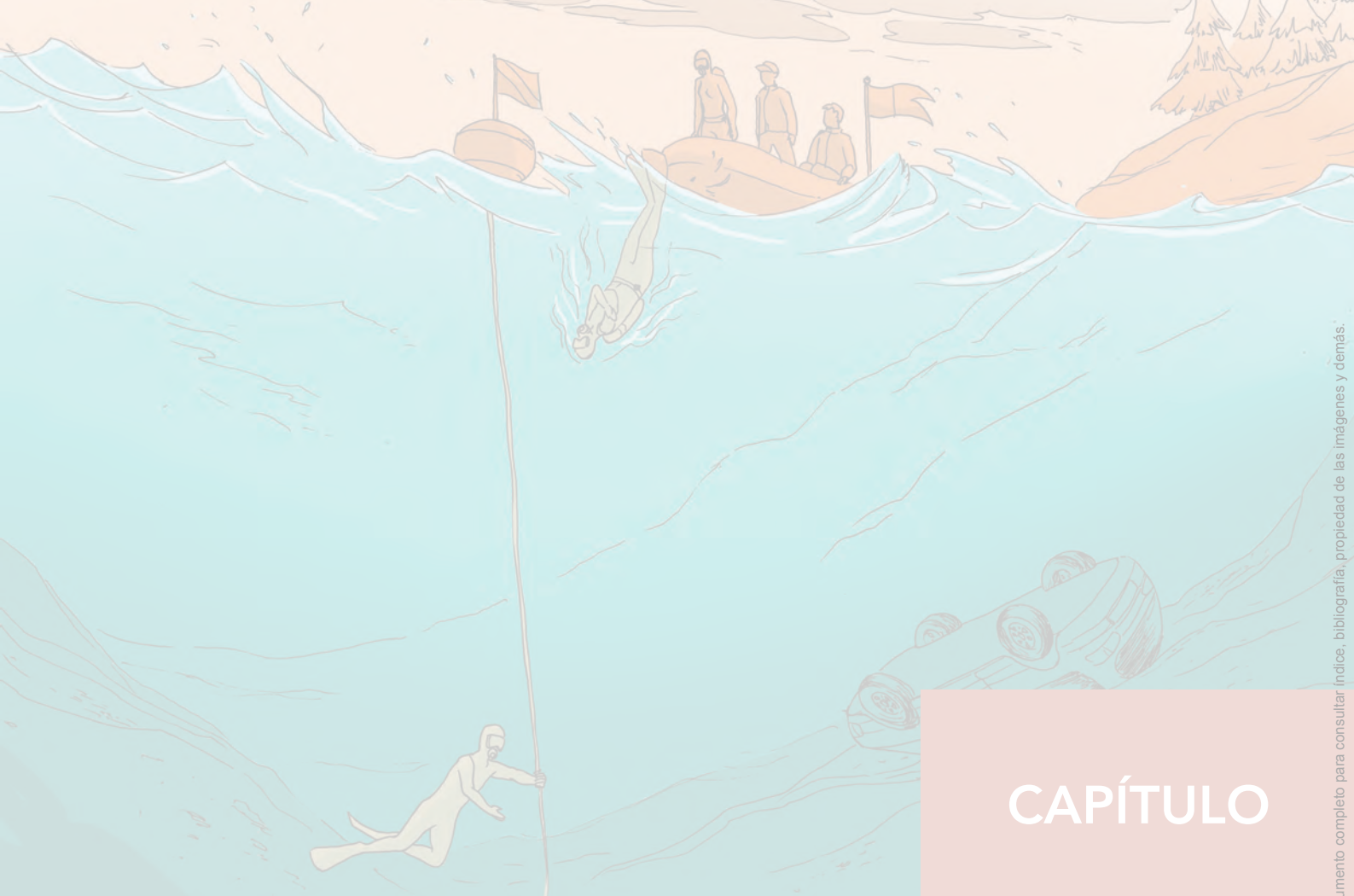
Es muy importante el grado de visibilidad en superficie. Una visibilidad reducida puede obligar a impedir o posponer las operaciones de buceo.

La seguridad del buceador y del Equipo de apoyo es la principal consideración para determinar si la visibilidad es la adecuada.



Por ejemplo, un buceador en superficie puede ser incapaz de encontrar su Equipo de apoyo, o el buceador puede estar en peligro de ser arrollado por el tráfico en superficie.





CAPÍTULO

4

Tácticas de intervención

FASES DE LA INTERVENCIÓN

En cualquier emergencia se puede definir la cronología de una intervención con la secuencia descrita a continuación.

FASE 0. Movilización

a) Recepción de aviso

- Tipo de siniestro.
- Localización: Población/embalse/playa/coordenadas/posibles accesos cercanos al lugar.
- Presencia de personas afectadas y/o atrapadas.
- Bienes en peligro.
- Otros riesgos.
- Petición al alertante de que espere en el lugar. Importante conocer el Último Lugar Conocido (ULC).
- Movilización de medios sanitarios y fuerzas del orden.

b) Salida

- Búsqueda de itinerario/localización de punto de botado de embarcación.
- Cálculo del tiempo aproximado de desplazamiento coche/embarcación.
- Preparación de tren de salida TT/Zodiac/Checking list.

c) Desplazamiento a la intervención

- Ampliación de datos.
- Confirmación de la hora de llegada al alertante y al 112.
- Conocer la evolución de la situación.
- Confirmación con 112 de medios movilizados.
- Puesta en marcha del Plan de emergencia y confirmación de situación de cámara hiperbárica más próxima.

FASE 1. Valoración y zonificación

a) Valoración

- Valoración *in situ* y encuentro con alertantes/recopilación de información.
- Valoración de las condiciones de la zona de inmersión: de fondo y en superficie.
- Seguridad de los intervinientes durante la inmersión.

- Valoración de recursos disponibles e incorporación de otros servicios o buceadores de refuerzo.

b) Zonificación

- La señalización debe garantizar la seguridad de los intervinientes y del entorno.
- A la hora de zonificar el lugar de trabajo la casuística es muy alta y existen múltiples condicionantes en cada siniestro. El criterio de señalización debe ajustarse racionalmente a los criterios oportunos en función de la situación existente y los medios disponibles.
- Marcación del ULC, que es el origen de todo el planteamiento táctico.

FASE 2. Control de riesgos inminentes

- Control de vertidos.
- Cierre de compuertas o esclusas.
- Controlar la estabilidad de las embarcaciones.
- Otros riesgos inminentes.

FASE 3. Intervención

Planificación de la inmersión por parte del mando y reunión explicativa previa a la inmersión.

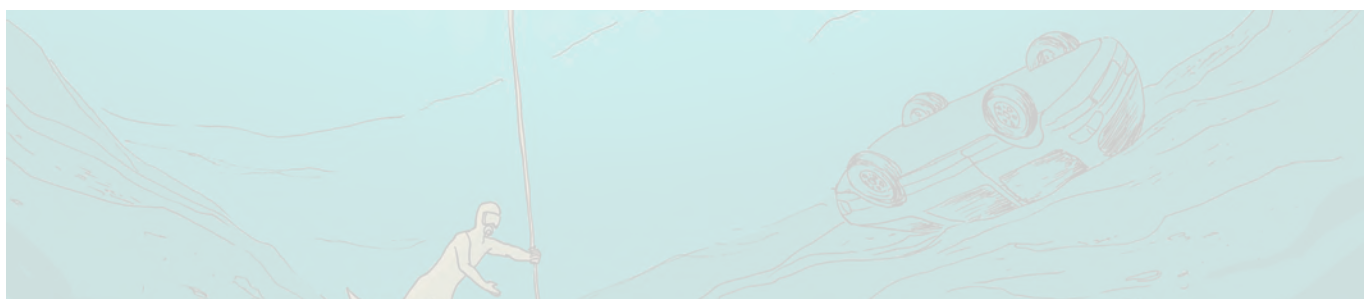
- Establecimiento de un plan de acción que marque la táctica y técnica a emplear.
- Inmersión con un objetivo perfectamente definido.
- Localización/elevación de víctimas.
- Atención sanitaria, si se requiere.
- Valoración dinámica durante la inmersión.
- Control de tiempos.

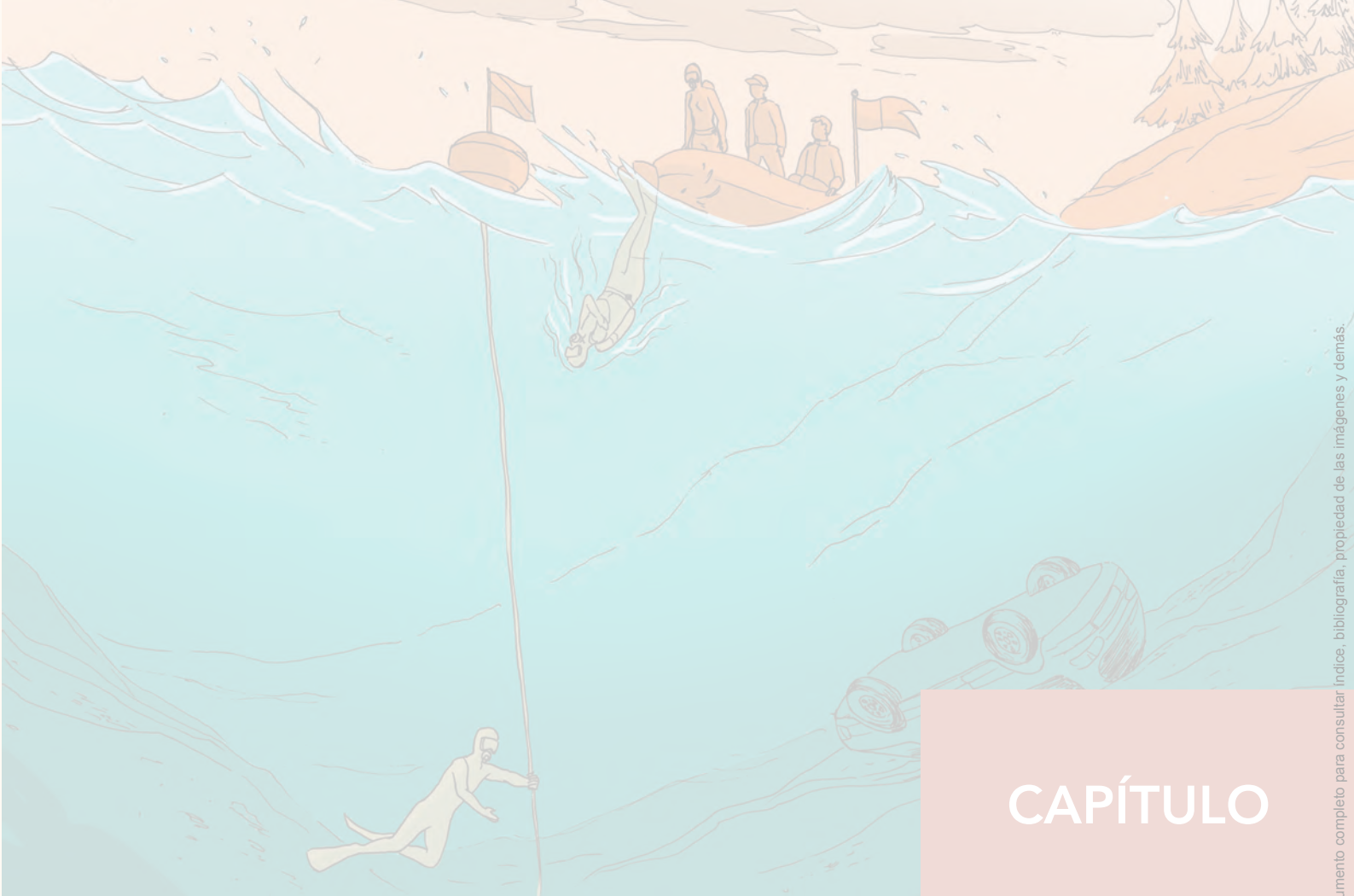
FASE 4. Restitución de la normalidad

- Recogida de equipo y material.
- Toma de datos.
- Briefing de la intervención. Análisis de la operación desde el punto de vista de su planeamiento y su desarrollo real.
- Regreso.



La numeración de las tareas no se corresponde con el orden real de ejecución, ya que muchas de ellas pueden realizarse de forma simultánea por distintos miembros del equipo.





CAPÍTULO

5

Casos prácticos

1. RESCATE DE VEHÍCULO PRECIPITADO EN PRESA

Un vehículo con conductor se ha precipitado en la presa del embalse Alcorlo. Se desconoce la profundidad.

a) Valoración

Una vez en el lugar del suceso, el mando de la intervención entrevista al alertante para recabar la información más relevante. Es importante dedicar un tiempo a este punto, ya que estos datos marcan gran parte de los pasos a seguir:

- ¿Viajaba solamente una persona en el vehículo?
- ¿De qué color era el turismo?
- ¿Por dónde se salió de la carretera?
- ¿A qué velocidad circulaba?
- ¿Se sabe dónde cayó?

Mientras tanto, el resto del equipo de trabajo realiza la valoración de la zona de inmersión. Para ello deben llevar a efecto las siguientes acciones:

- Buscar el lugar de botado de la embarcación.
- Marcar el punto de Último Lugar Conocido (ULC) dependiendo de las indicaciones del mando.
- Señalar la zona de inmersión, empleando las técnicas ya conocidas.
- Hacer una medición aproximada de la profundidad.
- Preparar una zona caliente cuyo epicentro sea el ULC (Último Lugar Conocido).
- Colocar dos boyas a unos 30 metros de este punto, zonificando el área de trabajo. Este área corresponde a la zona caliente y debe mantenerse libre de embarcaciones, a excepción de la de servicio.
- Valorar, posteriormente, si se debe ampliar este área en el caso de que no se localice al conductor del vehículo en su interior.
- Dependiendo de la experiencia y de la dificultad del trabajo con globos, en estas condiciones se debe contemplar como opción prioritaria elevar la carga utilizando una grúa desde la propia carretera. Para valorarlo, se debe haber localizado el vehículo con anterioridad y haber comprobado que si está al alcance de la grúa.

b) Control de riesgos inminentes

- Asegurar la zona de trabajo balizando el área por la que se salió el vehículo, para evitar la caída de cascotes y el peligro de accidentes con los curiosos. Si se ha roto el guarda-raíl o muro de protección, el vehículo normalmente se suele encontrar a escasos metros en la vertical de la presa.
- El mando de la intervención debe contactar con los responsables pertinentes para confirmar que el estado de las esclusas de la presa permite la inmersión.

- Valorar la dificultad de la inmersión considerando, entre otros parámetros, los siguientes:
 - Visibilidad reducida.
 - La baja temperatura del agua.
 - El buceo en altitud.
- Valorar la petición de grúa para realizar el rescate.
- Activar el Plan de emergencia por accidentes de buceo.

c) Intervención

- El mando debe planificar la inmersión y reunirse con el equipo de buceadores. La información debe ser clara y concreta:
 - El objetivo de la inmersión debe estar perfectamente definido.
 - La inmersión debe realizarse con seguridad: si se descubren corrientes de succión en dirección al muro de la presa, se debe abortar la inmersión.
 - Se debe conocer la información relativa al siniestro: color del vehículo, número de ocupantes...
 - Hay que chequear el material necesario para realizar la primera inmersión.
 - Explicar el Plan de buceo y cifrar el tiempo máximo que se debe permanecer en el fondo, según las mediciones aproximadas.
- Los dos buceadores deben bajar utilizando un cabo de descenso desde la boya ULC con carrete guía y boya de descompresión.
- Realizar una búsqueda semicircular empleando el muro de la presa como referencia.
- Una vez localizado el vehículo se debe marcar con una boya deco.
- Valorar la posibilidad de amarre para realiza la elevación. Este trabajo previo se efectúa para que en la siguiente inmersión se baje el material necesario.
- Si el tiempo que se ha permanecido en el fondo lo permite, ascenderán y descenderán los mismos buceadores con eslingas y con el cable de la grúa. Una vez amarrado el vehículo y con los buzos en la superficie, se da la orden de izar el vehículo.

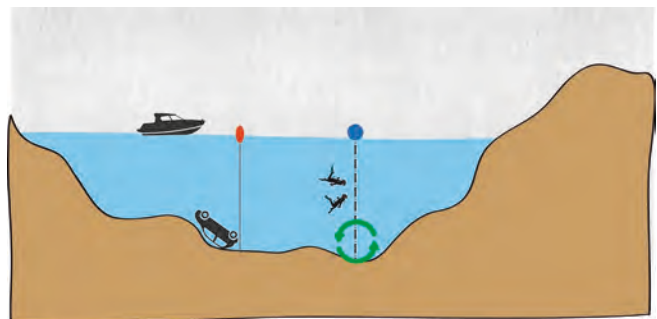


Imagen 42. Esquema caso 1. Búsqueda

d) Alternativa

- Si el vehículo accidentado no se encuentra al alcance de la grúa, los buceadores de fondo deben descender de nuevo por el carrete de la boya deco y preparar los anclajes de los globos. Un coche necesita, por lo menos, tres globos de 500 kg.
- Deben comunicar el ascenso de la carga a través de un cabo de sujeción de carga unido al vehículo.
- Se debe comprobar que la zona de elevación se encuentre libre y se iza la carga mediante las técnicas ya vistas.

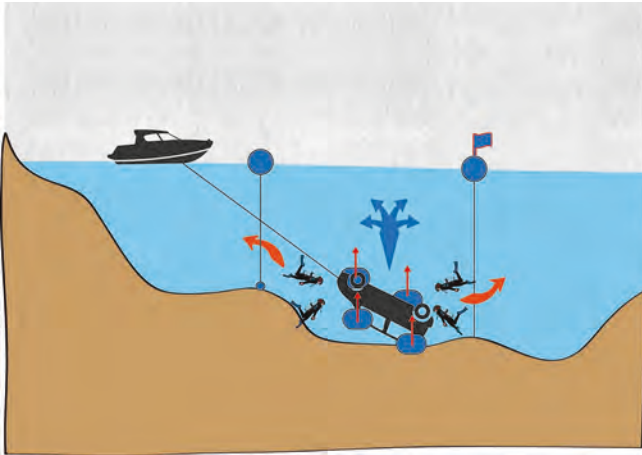


Imagen 43. Esquema caso 1. Elevación

Una vez en la superficie, el equipo de buceadores de fondo debe comprobar los anclajes de los globos de elevación. En colaboración con los buceadores de apoyo proceden a extraer al conductor del vehículo y a llevarlo a la embarcación que lo pone, lo antes posible, a disposición de los sanitarios.

Posteriormente se debe intentar acercar el vehículo empleando un tractel o cabrestante hasta la orilla más cercana, o a una zona en la que ya sea posible izarlo con la grúa. Un dato importante es que un coche dobla su peso cuando es sacado a la superficie.

2. BÚSQUEDA DE UN HELIBALDE SUMERGIDO EN LA Balsa DE DECONTACIÓN EN UNA CANTERA. CON NULA VISIBILIDAD

a) Valoración

Como en los casos anteriores el mando de la intervención debe recopilar los datos necesarios para marcar el ULC según las referencias del alertante. Debe completar la información junto con algún responsable de la cantera:

- ¿Tamaño del objeto a encontrar?
- ¿Color del helibalde?
- ¿Cuánto tiempo lleva en el fondo? Así se puede saber su grado de cobertura por sedimentos.
- ¿Existe algún peligro para la realización del trabajo? Por ejemplo: vertidos contaminantes.

El mando debe valorar las condiciones de la zona de inmersión:

- Tipo de fondo.
- Área de búsqueda.
- Profundidad.

Se debe valorar el patrón de búsqueda a utilizar y la necesidad de una embarcación para montar el campo de búsqueda y realizar tareas de seguridad.

b) Control de riesgos inminentes

Hay que tener en cuenta que la calidad de las aguas, suelen ser aguas estancadas. En estos lugares es frecuente encontrar vertidos de aceites u otros productos tóxicos.

Se debe bucear con precaución, ya que, además de la falta de visibilidad, puede haber superficies cortantes, escombros, etc.

En el caso concreto del objeto que se busca hay que tener precaución porque está compuesto por un número importante de cables acerados y los buceadores pueden quedar enganchados.

La acumulación de sedimentos suele ser muy elevada en este tipo de balsas. Durante el montaje de los campos de trabajo se debe evitar remover el fondo.

El mando de la intervención debe activar el Plan de emergencia por accidentes de buceo.



Imagen 44. Helibalde

c) Intervención

- Planificación de la inmersión por parte del mando.
- Comunicación al equipo de buceadores de toda la información relevante.
- Explicación del patrón de búsqueda elegido: la búsqueda se realiza por filieres.

- Es conveniente que la creación de campo de búsqueda por filieres la realice el equipo de apoyo, mientras la pareja de búsqueda se prepara para la inmersión:
 - Colocando las picas en las que atar el carrete para crear las calles.
 - Tensado de rieles con muertos en los extremos para que puedan servir de guía en el fondo.
 - Proporcionando la anchura suficiente para que dos buceadores unidos por sirgas puedan rastrear la zona de nula visibilidad.

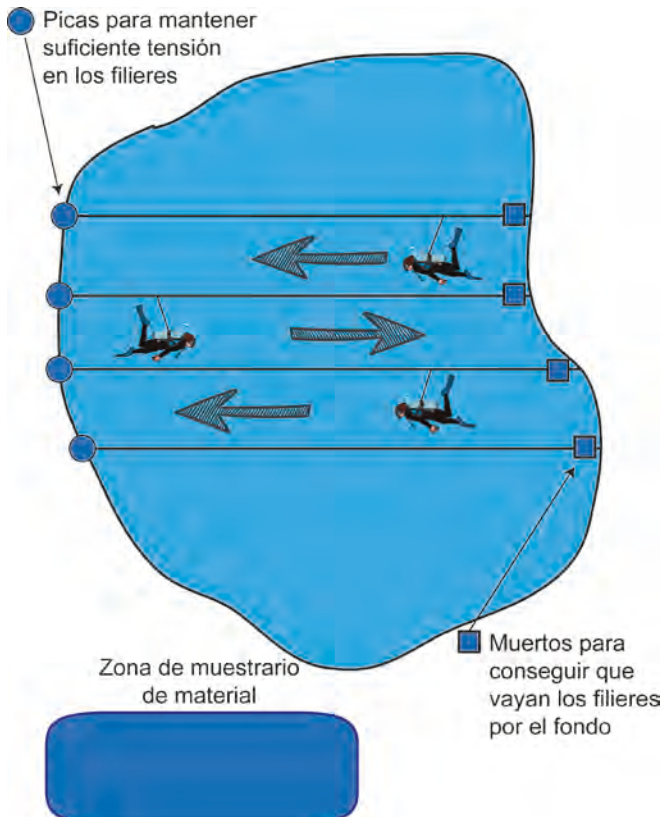


Imagen 45. Esquema caso 2. Intervención

Una vez localizado el objeto, se procede a la marcación con una boya de descompresión.

Los buceadores ascienden a la superficie, cogen un cabo de amarre y lo atan al helibalde sumergido.

Se puede arrastrar por el fondo utilizando un tractel o cabrestante, pero existe la posibilidad de que los cables del helibalde se enganchen en una rama o piedra y se pierda el control de la situación, así que se debe proceder a izarlo con técnicas de elevación con globos. Posteriormente se intentará acercarlo hasta la orilla más cercana empleando el cabrestante de un vehículo.

3. RESCATE DE UN NIÑO DESAPARECIDO EN UNA ZONA DE BAÑO EN EL PANTANO DE ENTREPEÑAS, A 30 METROS DE LA ORILLA

a) Valoración

- El mando recopila información, entrevista a familiares y testigos de la desaparición. Toma referencias del ULC aproximado para delimitar el campo de trabajo.
- El mando debe valorar las condiciones existentes en la zona de inmersión:
 - La superficie del área de búsqueda.
 - Parece ser una zona no muy profunda. Lo que se confirma cuando se baliza la boya del (ULC) Último Lugar Conocido. La profundidad es de solo 10 metros.
 - Corrientes (en pantanos y embalses suele haber pocas corrientes, aunque no es así cerca de las esclusas de presas, allí sí existen fuertes corrientes).
 - El fondo es arcilloso, lo cual complicará las labores de búsqueda.
- El mando debe valorar la técnica de búsqueda a aplicar.
- Valoración de la necesidad de una embarcación para trazar el campo de búsqueda y utilizarla en tareas de seguridad. Puede ir incluso provista con medios sanitarios. En este caso es aconsejable zonificar la zona para que no se adentre nadie en la zona de trabajo de los buzos. La embarcación resulta necesaria para realizar un barrido superficial de la zona.

b) Control de riesgos inminentes

- No hay que olvidar que los pantanos y embalses pueden tener zonas abruptas, árboles secos o incluso construcciones. Por consiguiente, el rastreo está condicionado por los posibles enganchones que pueden sufrir los carretes, los cabos de unión o el propio cuerpo del buceador. Esto dificulta mucho la localización del ahogado.
- El mando ha de tener previsto un plan de Emergencia y conocer el emplazamiento de la cámara hiperbárica más próxima. Aunque no se vaya a descender a gran profundidad, siempre existe el riesgo de sufrir algún accidente de buceo.
- Se debe balizar la orilla para disponer de espacio para realizar los rastreos, distribuir el material y hacer las entradas y salidas de la embarcación. También se debe ubicar allí el personal sanitario.

c) Intervención

- El mando debe realizar la planificación. A esas profundidades los buzos no tienen límite de tiempo en el fondo, pero existen otras dificultades como la baja visibilidad.
- El mando debe comunicar a los intervinientes las informaciones adicionales importantes, como el color del bañador, el tiempo que lleva bajo el agua o las posibles

causas. Este último aspecto puede ser de gran utilidad porque la flotabilidad del cuerpo varía dependiendo de la causa del ahogamiento, y eso afecta al tipo de técnica y radio de acción de la búsqueda.

- El patrón de búsqueda a emplear se debe explicar con claridad. Se opta por un patrón de búsqueda en paralelo que presenta las siguientes ventajas:
 - Al ser la desaparición a treinta metros de la orilla resulta un método rápido y eficiente.
 - Con poco personal se puede cubrir un área muy extensa.
 - El equipo de búsqueda debe tener especial cuidado en no remover el fondo para no reducir más la visibilidad.
 - El equipo de seguridad debe emplear la embarcación para delimitar una zona de búsqueda y crear seguridad para los buzos, es lo que se conoce como la zona caliente.
 - Deben fondear dos muertos con sus correspondientes boyas. Cada uno debe estar unido a la orilla con un filier lastrado al fondo. Estos puntos sirven de referencia para los buzos de fondo y para el buzo de la orilla (situado en el extremo del carrete) que está coordinando la búsqueda.

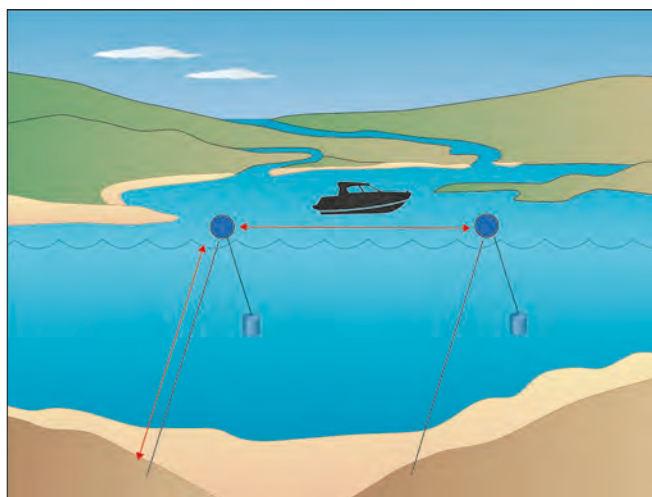


Imagen 46. Esquema caso 3. Señalización

- El equipo de búsqueda se comunica utilizando el riel del carrete realizando tirones y repiques. Este código debe ser conocido perfectamente por los miembros del equipo.
- El rescatador que se encuentre en la orilla es el encargado de indicar al buceador cuándo debe efectuar el cambio de sentido cada vez que llegue a un extremo del campo de trabajo. La distancia es cada vez mayor entre ambos extremos y debe ser regulada por el buceador del fondo, que es el que conoce el grado de visibilidad en el lugar donde se encuentra.
- El buceador de fondo debe mantener siempre tenso el riel que le une a la orilla para así conseguir ir paralelo a ella.

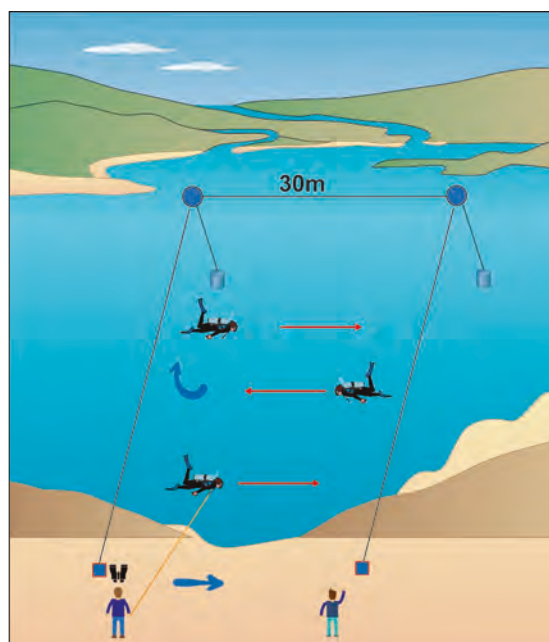


Imagen 47. Esquema caso 3. Intervención

- Una vez localizado el cuerpo, el buzo debe izarlo a la superficie. La embarcación se acerca y lo sube a bordo. Allí los sanitarios deben valorar su estado.

4. RESCATE DE LOS TRIPULANTES DE UN HELICÓPTERO SUMERGIDO

El helicóptero se ha sumergido tras una colisión en maniobra de carga de agua cerca de la orilla. En la zona de la ermita del Embalse de Beleña. La profundidad es de ocho metros.

a) Valoración

- Las primeras informaciones indican que el helicóptero ha colisionado contra el agua en una zona cercana a la orilla, durante una maniobra de carga (no desde mucha altura). Lo que aconseja que se realice una intervención lo más rápida posible.
- La información del alertante resulta fundamental en este caso para que la intervención resulte más eficaz. El mando de la intervención se encuentra con el alertante en el lugar del accidente. Allí se delimita la zona más cercana a ese punto para entrar desde la orilla.
- Se valora la preparación de herramienta hidráulica de corte. Se carga en la embarcación debido a su peso y alcance.
- Se valora que la primera pareja realice una búsqueda intuitiva (probabilística). Como se trata de un objeto de gran tamaño, las probabilidades de localizarlo a esa profundidad son elevadas.
- El mando valora los recursos disponibles. En un caso como este se debe contemplar la participación de otros servicios.
- Se activa el Plan de emergencia de accidentes de buceo.

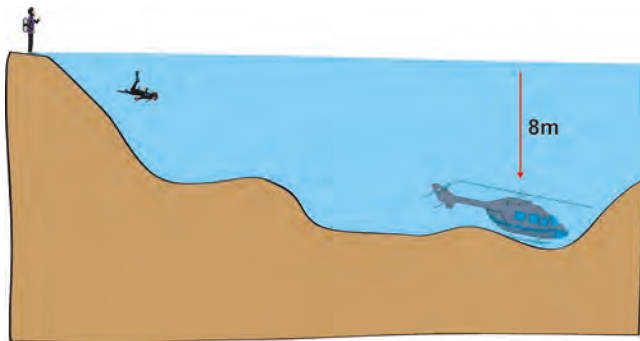


Imagen 48. Esquema caso 4

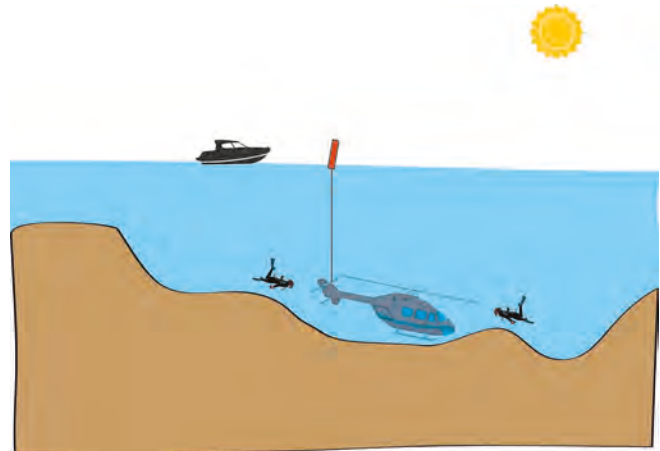


Imagen 49. Esquema caso 4. Intervención

b) Control de riesgos inminentes

Los peligros más probables que se deben controlar son:

- Los posibles vertidos de combustibles o aceites.
- Las superficies cortantes. En las zonas de poca visibilidad los buceadores pueden cortarse o sufrir atrapamientos.
- Una vez localizado el helicóptero, se debe comprobar su estabilidad y accesibilidad.
- En la fase de vuelta a la normalidad, se debe contemplar la posibilidad de notificar el suceso a Medio Ambiente para solucionar el problema de los vertidos contaminantes en el agua.

c) Intervención

- El plan de buceo pasa a un segundo plano porque la zona en la que se ha estrellado el helicóptero es de poca profundidad.
- El plan de acción se centra en realizar una intervención rápida, una inmersión urgente desde la orilla. Las referencias deben ser muy claras.
- El equipo de apoyo bota la embarcación y acerca los equipos de corte hasta la zona marcada con boyas deco por los buzos.
- Se emplean equipos de fortuna y su utilización debe considerarse como algo excepcional.
- Si existe algún tripulante con vida, la primera acción debe ser inyectar aire respirable con los equipos de buceo. En ocasiones, estas acciones se deben anteponer a un rescate. Este proceso suele ser complicado y resulta mucho más lento.
- Después hay que bajar con herramienta de excarcelación. En esta maniobra conviene que participen dos parejas de buceadores. Se manejan herramientas pesadas y se trabaja en condiciones muy extremas.

d) Valoración dinámica de la intervención

Si ya no existe la posibilidad de sacar con vida a los tripulantes del helicóptero, se debe abortar el extricaje y limitarse a balizar la zona hasta que llegue el personal de las Fuerzas del Orden.

Si en la primera búsqueda intuitiva no se localiza el helicóptero, se debe utilizar un patrón de búsqueda adecuado al lugar del impacto y a la orografía. Como el accidente ha tenido lugar cerca de la orilla, una de las mejores opciones, por su alta probabilidad de éxito, es la búsqueda paralela. Si las referencias del ULC indican una mayor distancia de la orilla, el patrón circular es el más adecuado.

5. RECUPERACIÓN DE UN VEHÍCULO CAÍDO A UN RÍO

Un vehículo ha salido de la vía precipitándose al río Henares. La profundidad es desconocida.

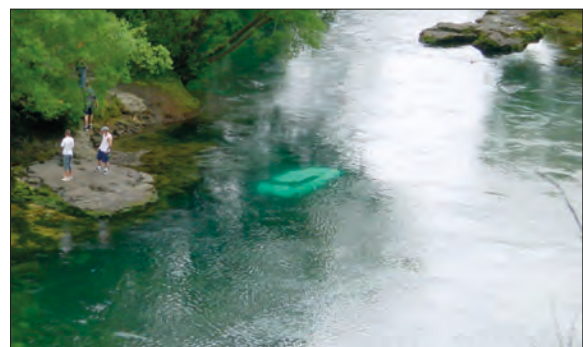


Imagen 50. Vehículo precipitado en río

a) Valoración

- El mando debe recopilar toda la información disponible. Entrevista al alertante y a otros posibles testigos, planteando cuestiones como:
 - ¿Cuántas personas viajaban dentro?
 - ¿Cuál es el lugar exacto en el que ha caído el vehículo?

- ¿Qué modelo era?
- ¿Qué aspecto y que color tenía?
- ¿A qué velocidad circulaba?
- El mando debe valorar las condiciones existentes en el lugar de la intervención:
 - Accesibilidad a la zona.
 - La posibilidad de hacer anclajes.
 - La profundidad.
 - Las condiciones de visibilidad.
 - La intensidad de la corriente (el factor que más dificultades entraña).
- El mando valora las posibles maniobras de recuperación que se pueden emplear, como la posibilidad de que acceda una grúa.
- Se valora el uso de una embarcación y de otros equipos como, por ejemplo, equipamiento específico para riadas (resulta imprescindible para los equipos de seguridad situados aguas abajo). En ocasiones botar en ríos embarcaciones que no sean un raft resulta complicado. Conviene buscar la posible entrada.

b) Control de riesgos inminentes

- La corriente es el riesgo principal cuando se interviene en ríos. Se debe extremar la seguridad. Un equipo de seguridad debe situarse aguas abajo con cuerdas de rescate preparadas para ser lanzadas en el caso de que algún buceador sea arrastrado por la corriente.
- Este tipo de intervenciones supone una gran coordinación entre todos los intervinientes. Durante la localización, la corriente empuja a los participantes a una velocidad que puede resultar incómoda e incluso peligrosa. Si se utilizan los globos, en el momento de la elevación el vehículo puede ser arrastrado por la corriente y hay que tomar precauciones al posicionarse para no ser golpeado ni arrastrado.
- El mando de la intervención debe poner en marcha el Plan de Emergencia de accidentes de buceo.
- Durante el buceo es recomendable que cada buceador permanezca localizado con una boya deco para conocer permanentemente la posición en que se encuentra.

c) Intervención

El mando debe realizar la planificación. En este caso consiste, sobre todo, en coordinar las técnicas a emplear en un entorno de trabajo complejo. Consta de tres partes: localización, elevación y control y arrastre a orilla.

I. Localización

En este caso se utiliza la técnica de búsqueda por filieres. Se crea un campo de búsqueda como el de la siguiente ilustración:

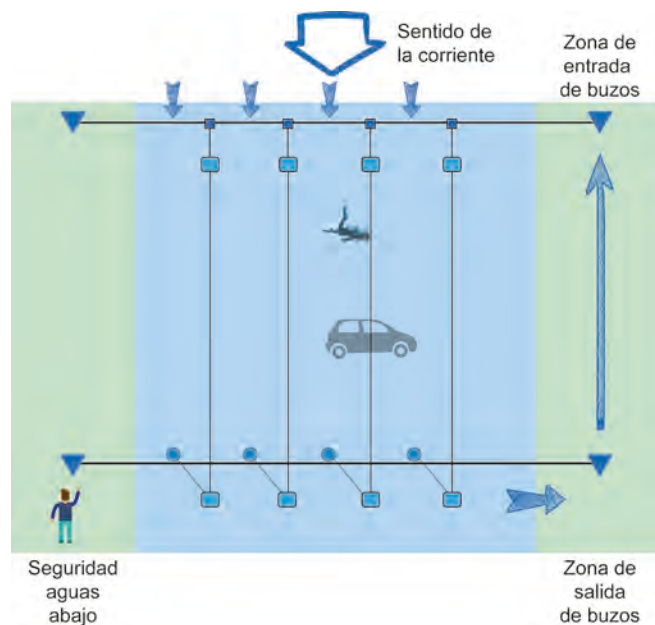


Imagen 51. Esquema caso 5. Intervención

El campo de trabajo debe asegurarse con cabos tensos que crucen la corriente transversal y superficialmente. Sus extremos tienen que mantenerse sujetos por picas. Partiendo de estos cabos se fondean los muertos para montar las filieres. También los utiliza el buceador para llegar a cada filier y para salir. Cada vez que se rastrea una calle, el buceador debe remontar el río andando por la orilla para buscar el inicio de la siguiente filier. Se repite el proceso hasta dar con el vehículo.

Una vez localizado el vehículo debe señalarse con una boya deco.

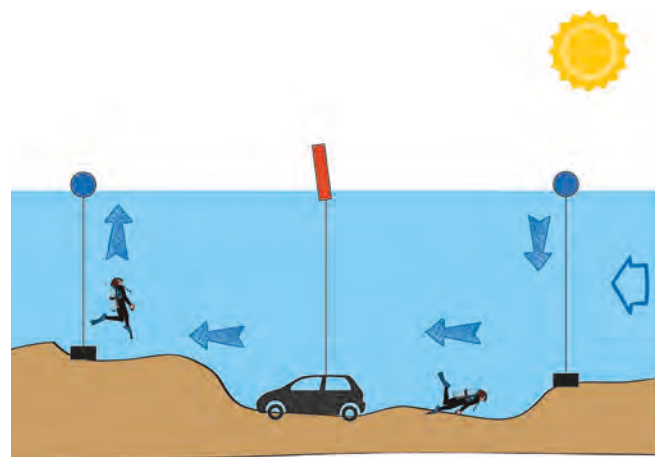


Imagen 52. Esquema caso 5. Intervención en fondo. Señalización con boya deco

II. Elevación, control y arrastre a orilla

Siempre que resulte posible se intentará emplear una grúa para elevar las cargas pesadas. El uso de globos requiere más control y entraña más riesgos.

Para poner en práctica esta técnica debe acercarse una embarcación portando el cable de grúa y dejarlo bajar por el cable de la boya deco hasta llegar al coche. El buceador vuelve a descender para enganchar el cable a un punto resistente del coche o a una cincha que se haya colocado previamente.

A continuación se asciende a la superficie y se da la orden de izado.

Si el punto de búsqueda está demasiado lejano y no se puede emplear ningún sistema de grúa, se pueden usar los globos de elevación. Antes de proceder a la elevación, el vehículo debe ser amarrado a un cable acerado que se encuentre sujeto a un anclaje resistente.

Una vez realizada esta conexión, se procede a elevar el vehículo con las técnicas ya conocidas.

Los globos que despegan el coche del fondo tienen que ser los que se encuentran en el lado de la corriente. Esto se hace así para que el coche no arrastre al buceador, puesto que, en cuanto pierda sus puntos de apoyo, se moverá aguas abajo.

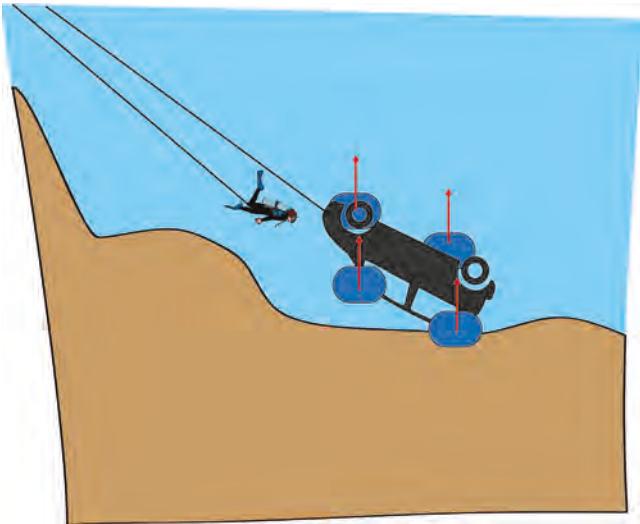


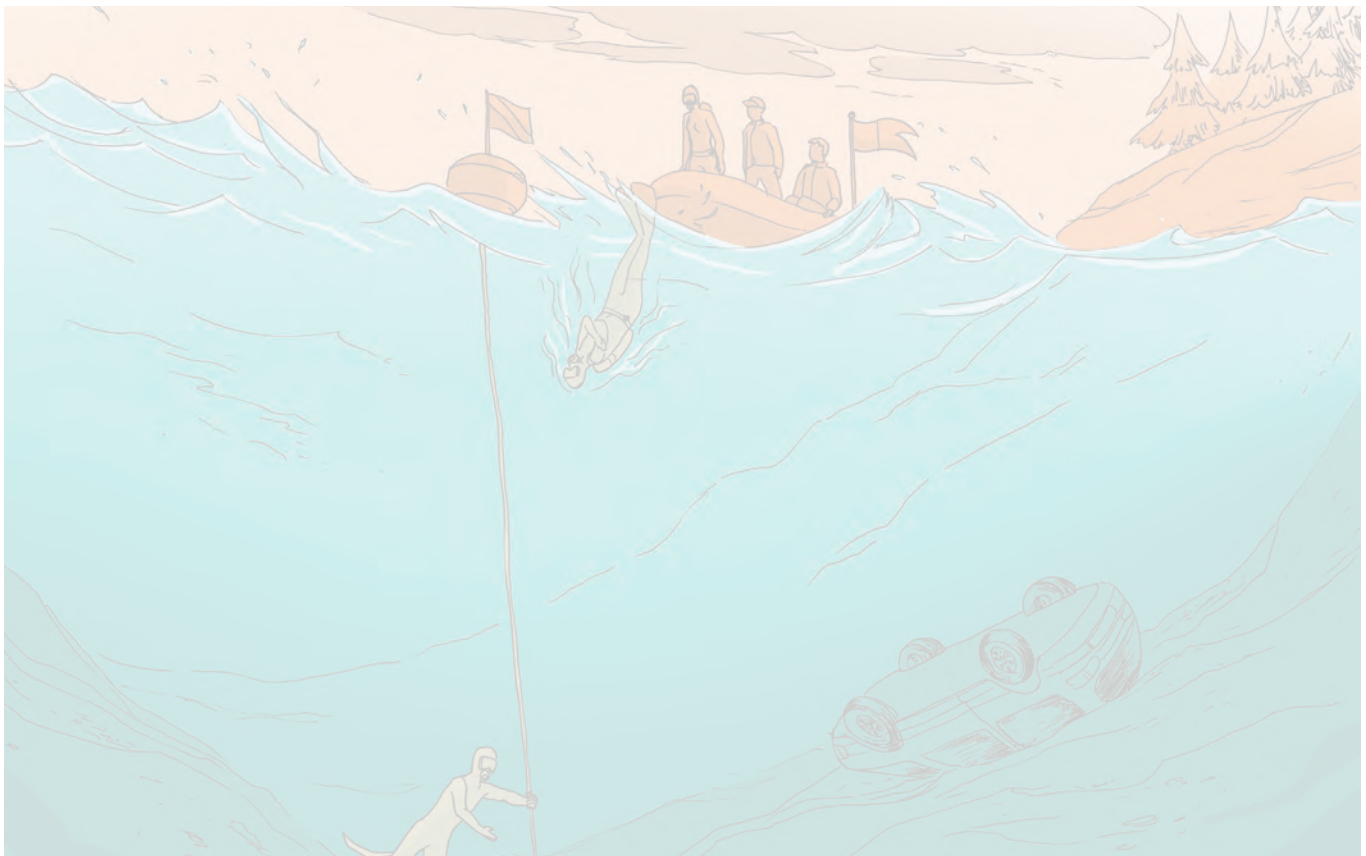
Imagen 53. Colocación de los globos

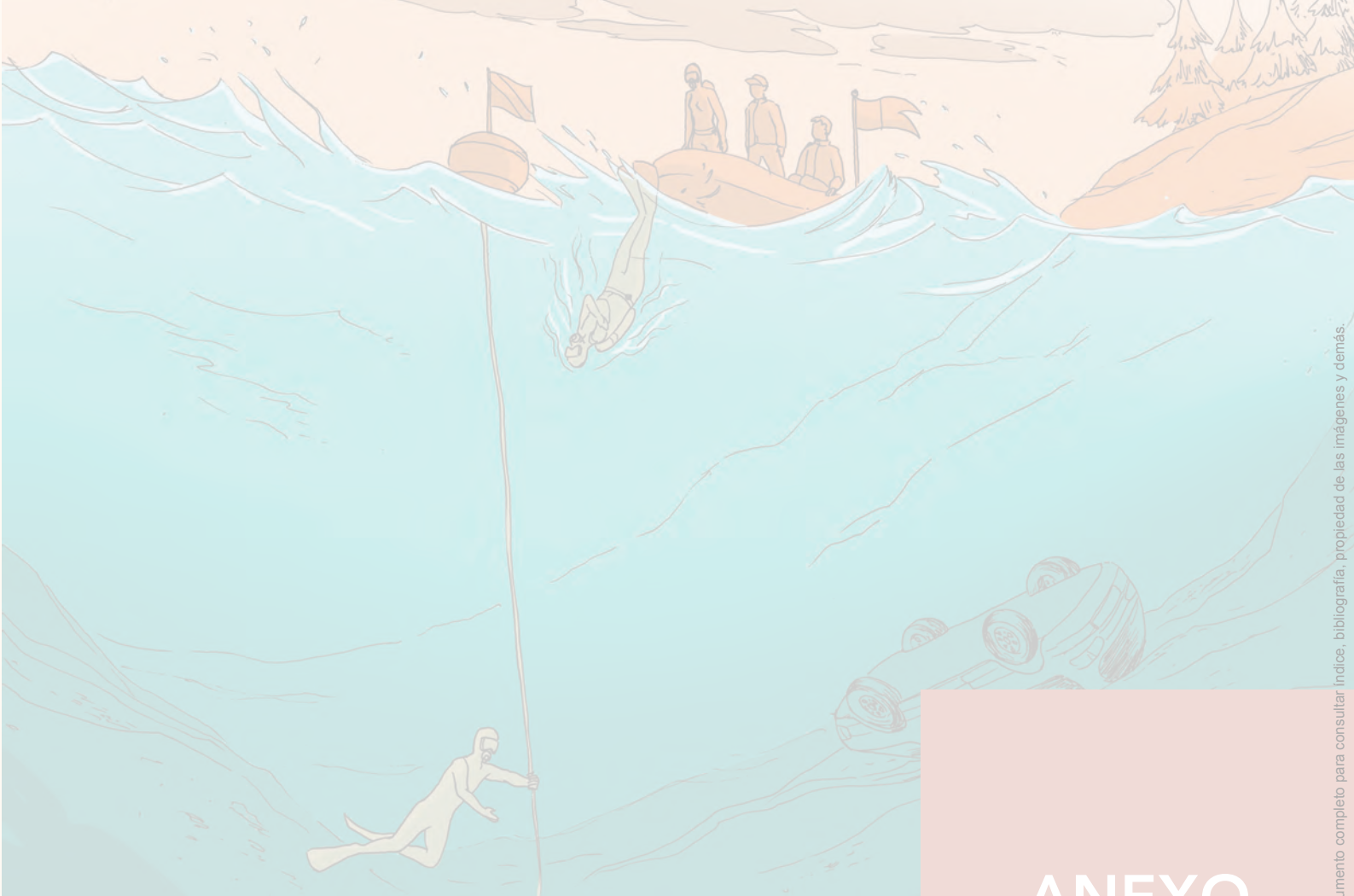
Interesa que el cable de acero que se utiliza para asegurar la carga sea el de un tractel. Este sistema permite anclarlo a cualquier roca o árbol y, posteriormente, traccionar del coche hasta la orilla.



Imagen 54. Tractel

El cabrestante de que disponen todos los vehículos de bomberos, puede ser otra opción de trabajo, pero se debe emplear con precaución porque el peso del coche lleno de agua puede arrastrar al vehículo del cabrestante hacia el río.





ANEXO

Tablas para buceo con aire

TABLAS PARA BUCEO CON AIRE¹



IMPORTANTE

Las tablas son válidas para su uso por un buceador certificado. No se garantiza la exactitud de todos los datos y no se recomienda su utilización para planificar buceos reales.

La Dirección general de Marina Mercante no permite que, en el ámbito civil y profesional, se lleven a cabo inmersiones con salto a cámara hiperbárica.

Unidades

Los tiempos se expresan en minutos.

Las profundidades se expresan en metros de columna de agua **mca**, referida a la profundidad de los pulmones del buceador.

Utilización de las tablas

Las tablas están calculadas para una presión atmosférica de 1 bar (100 kPa, aproximadamente 1 atmósfera), no obstante se pueden utilizar cuando existan ligeras variaciones de la presión atmosférica o unas variaciones de altitud de hasta 300 m sobre el nivel del mar. Si la altitud fuese mayor, deben utilizarse las Tablas de Inmersión en Altitud.

Términos utilizados

Antes de usar las tablas de descompresión debemos estar familiarizados con estos términos:

Tiempo de descenso (Td)	Es el tiempo total transcurrido en minutos desde que el buceador deja la superficie hasta que llega al fondo. Este tiempo se redondeará al minuto entero superior para poder tabular.
Tiempo en el fondo (TF)	Es el tiempo total transcurrido desde que el buceador deja la superficie hasta que deja el fondo. Este tiempo se mide en minutos y se redondeará al minuto entero superior para poder tabular.
Tiempo total de descompresión (TTD)	Es el tiempo transcurrido en minutos desde que el buceador deja el fondo y hasta que llega a superficie. Este tiempo, también se llama frecuentemente <i>tiempo total de ascenso</i> . Los dos términos son sinónimos y se pueden usar indistintamente.
Tiempo total de Inmersión (TTI)	Es el tiempo transcurrido en minutos desde que el buceador deja la superficie y llega de nuevo a esta tras finalizar la inmersión.
Profundidad en el fondo (Prof.)	Es la mayor profundidad alcanzada por el buceador en una inmersión, contada en metros de columna de agua (mca) enteros y registrada por su profundímetro.
Profundidad máxima (Prof. Máx.)	Es la <i>profundidad</i> obtenida después de aplicar el factor de corrección del profundímetro a la profundidad del fondo. Cuando se realizan operaciones de buceo autónomo, la lectura del profundímetro se considera que no tiene error. La <i>profundidad máxima</i> es igual a la <i>profundidad del fondo</i> leída en el profundímetro. La <i>profundidad máxima</i> es la profundidad usada para entrar en las Tablas de descompresión.
Profundidad de ascenso	Es la profundidad donde se encuentra el buceador en el momento de dejar el fondo, usaremos esta profundidad para calcular el tiempo de ascenso hasta la primera parada de descompresión o hasta superficie si no hubiera parada de descompresión NO USE ESTA PROFUNDIDAD PARA TABULAR
Tabla de descompresión	Es el conjunto estructurado de programaciones de descompresión o límites, generalmente organizados en orden creciente de tiempo en el fondo y profundidades.
Tabulación de descompresión	Es un procedimiento de descompresión específico para una determinada combinación de profundidad y de tiempo en el fondo como se indica en la tabla de descompresión. Normalmente se indica en metros/minutos.

Parada de descompresión	Es la profundidad específica donde el buceador debe permanecer un tiempo dado por la tabla de descompresión (<i>tiempo de parada</i>) durante el ascenso para eliminar el nitrógeno de los tejidos del organismo.
Límite sin descompresión (No DECO)	El tiempo máximo que puede permanecer un buceador a una profundidad dada y ascender directamente a superficie a velocidad de ascenso sin efectuar paradas de descompresión.
Inmersión sin Descompresión	Aquella inmersión en la que por su profundidad y tiempo en el fondo, el buceador no necesita hacer paradas de descompresión durante el ascenso a superficie.
Inmersión con descompresión	Aquella inmersión en la que por su profundidad y tiempo en el fondo el buceador necesita hacer paradas de descompresión durante el ascenso.
Intervalo en Superficie (IS)	En el contexto de inmersiones sucesivas, el <i>intervalo en superficie</i> , es el tiempo que un buceador pasa en la superficie entre inmersiones. Comienza cuando el buceador llega a superficie y termina cuando inicie su siguiente descenso.
Nitrógeno residual (NR)	Es el exceso de nitrógeno que permanece disuelto en los tejidos del buceador después de llegar a superficie tras una inmersión. Este exceso de nitrógeno se eliminará gradualmente durante el intervalo en superficie. Si necesitamos hacer una segunda inmersión antes de haber eliminado todo el nitrógeno residual, debemos tener en cuenta este nitrógeno residual para calcular la descompresión necesaria para la segunda inmersión.
Inmersión sencilla	Es aquella inmersión llevada a cabo después de que haya sido eliminado todo el nitrógeno residual de las inmersiones previas.
Inmersión continuada	Es aquella inmersión en la que el intervalo en superficie es menor de 10 minutos.
Inmersión Sucesiva	Es aquella inmersión en la cual aún tenemos nitrógeno residual en los tejidos correspondiente a una inmersión anterior, El intervalo en superficie debe ser mayor de 10 minutos y menor que el tiempo máximo indicado en la Tabla II.
Grupo de inmersión sucesiva (GIS)	El <i>grupo de inmersión sucesiva</i> es una letra que nos indica la cantidad de nitrógeno residual que permanece disuelto en nuestros tejidos después de una inmersión.

1 - Fuente: Centro de buceo de la Armada Española

Tiempo de nitrógeno residual (TNR)	Es el tiempo que debemos añadir al tiempo en el fono de la inmersión sucesiva para compensar el nitrógeno que todavía está disuelto en los tejidos de un buceador después de la inmersión previa. El tiempo de nitrógeno residual se expresa en minutos.
Inmersión sencilla equivalente	Una inmersión sucesiva se deberá convertir en su <i>inmersión sencilla equivalente</i> antes de entrar en las tablas de descompresión para determinar la descompresión necesaria. La profundidad de la inmersión sencilla equivalente es igual a la profundidad de la inmersión sucesiva. El tiempo en el fondo de la inmersión sencilla equivalente es igual a la suma del tiempo de nitrógeno residual y el tiempo en el fono de la inmersión sucesiva.
Tiempo de inmersión sencilla equivalente	Es la suma del tiempo de nitrógeno residual y el tiempo en el fondo de la inmersión sucesiva. El tiempo de inmersión sencilla equivalente es usado para seleccionar la tabulación de descompresión para la inmersión sucesiva. Este tiempo se expresa en minutos.
Descompresión en superficie (DS)	Es una técnica donde parte de las paradas de descompresión en el agua se saltan. Estas paradas son realizadas recomprimiendo al buceador de nuevo a profundidad en una cámara hiperbárica en la superficie. Como hemos dicho la Dirección General de la Marina Mercante, no permite este tipo de inmersiones en el ámbito civil y profesional.
Inmersiones excepcionales	Son aquellas en las que los riesgos de enfermedad descompresiva (ED), toxicidad al oxígeno y/o la exposición a condiciones ambientales es sustancialmente mayor que una inmersión de trabajo normal.
Velocidad de descenso	La velocidad de descenso en inmersiones con aire no es crítica. Pero como norma no rebasaremos los 24 m/min.
Velocidad de ascenso	La velocidad de ascenso desde el fondo hasta la primera parada, entre paradas y desde la última parada a superficie es de 9 m/min (20 seg. por cada 3 mca). Se aceptan velocidades de ascenso entre 6 m/min y 12 m/min.
Tiempo de parada de descompresión	Para las paradas de descompresión con aire en el agua el tiempo de la primera parada comienza cuando el buceador llega a la parada y termina cuando deja la parada. Para las siguientes paradas el tiempo de las paradas comienza cuando el buceador deja la parada anterior y termina cuando deja la parada actual. En otras palabras, el tiempo de ascenso entre paradas está incluido en el tiempo de la siguiente parada. La misma regla se aplicará en el caso de descompresión en el agua con aire/oxígeno, con excepción de la primera parada de oxígeno. El tiempo de la primera parada con oxígeno comienza cuando todos los buzos están respirando oxígeno y termina cuando dejan la parada.
Última parada en el agua	La última parada en el agua para todas las descompresiones es a seis (6) mca.
Requisito para poder iniciar la descompresión en superficie	Un buceador reúne los requisitos para efectuar la descompresión en superficie una vez que ha completado la parada de 12 mca en el agua. Si no hay parada de descompresión en 12 mca, el buceador puede ascender directamente a superficie sin realizar paradas y comenzar la descompresión en superficie.

TABLA I

Tiempos límite sin descompresión y grupos de inmersión sucesiva para inmersiones sin descompresión con aire

La Tabla I nos da el tiempo máximo que podemos permanecer en el fondo a una profundidad dada para ascender a superficie sin paradas de descompresión.

Esta tabla también nos proporciona los grupos de inmersión sucesiva, al finalizar la inmersión sin descompresión. Incluso aunque no tengamos que realizar paradas de descompresión durante el ascenso, el buceador tiene en superficie una cantidad de nitrógeno residual en sus tejidos. Este nitrógeno residual se tendrá en cuenta a la hora de planificar otra inmersión.

Si el buceador excede el tiempo en el fondo tabulado en la Tabla I, entonces es necesario calcular las paradas de descompresión usando la Tabla III.

Para obtener el grupo de inmersión sucesiva de un inmersión sin descompresión:

1. Entre en la tabla con la profundidad máxima exacta e inmediata superior a la inmersión.
2. Continúe esta línea hacia la derecha hasta encontrar un tiempo en el fondo igual o inmediato superior al tiempo en el fondo de la inmersión.
3. Continúe hacia arriba por la columna para obtener el grupo de inmersión sucesiva.

Tabla I: Tiempos límites sin descompresión y Grupos de inmersión sucesiva para inmersiones sin descompresión con aire

Profundidad máxima (mca)	Tiempo límite sin DECO (min)	GRUPOS DE INMERSIÓN SUCESIVA																											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Z												
3	ilimitado	57	101	158	245	426	*																						
4.5	ilimitado	36	60	88	121	163	217	297	449	*																			
6	ilimitado	26	43	61	82	106	133	165	205	256	330	461	*																
7.5	595	20	33	47	62	78	97	117	140	166	198	236	285	354	469	595													
9	371	17	27	38	50	62	76	91	107	125	145	167	193	223	260	307	371												
10.5	232	14	23	32	42	52	63	74	87	100	115	131	148	168	190	215	232												
12	163	12	20	27	36	44	53	63	73	84	95	108	121	135	151	163													
13.5	125	11	17	24	31	39	46	55	63	72	82	92	102	114	125														
15	92	9	15	21	28	34	41	48	56	63	71	80	89	92															
16.5	74	8	14	19	25	31	37	43	50	56	63	71	74																
18	60	7	12	17	22	28	33	39	45	51	57	60																	
21	48	6	10	14	19	23	28	32	37	42	47	48																	
24	39	5	9	12	16	20	24	28	32	36	39																		
27	30	4	7	11	14	17	21	24	28	30																			
30	25	4	6	9	12	15	18	21	25																				
33	20	3	6	8	11	14	16	19	20																				
36	15	3	5	7	10	12	15																						
39	10	2	4	6	9	10																							
42	10	2	4	6	8	10																							
45	5	2	3	5																									
48	5		3	5																									
57	5				4	5																							
54	5				4	5																							
57	5				3	5																							

* Grupo de Inmersión sucesiva mayor que puede alcanzarse a esta profundidad independientemente del tiempo en el fondo.

TABLA II**Tiempos de Nitrógeno Residual (TNR) para inmersiones sucesivas con aire**

Busque el Grupo de Inmersión sucesiva de la inmersión previa del buceador en la línea diagonal sobre la tabla. Entre horizontalmente a partir de esa letra hasta encontrar el intervalo de tiempo real pasado en superficie por el buceador.

Desde ese recuadro lea hacia abajo para encontrar el nuevo grupo al final del IS. Continúe hacia abajo siguiendo la columna hasta profundidad de la inmersión sucesiva. El tiempo expresado en la intersección es el tiempo de nitrógeno residual (TNR), expresado en minutos, que ha de ser computado en la inmersión sucesiva.

* Las inmersiones cuyo IS superen estos periodos no se consideran inmersiones sucesivas. Emplear tiempo reales en el fondo de la tabla de Aire para tales inmersiones.

** El tiempo de nitrógeno residual no puede determinarse usando esta tabla (ver art.0941 h.i. para indicaciones).

† Leer verticalmente hacia abajo hasta los 9 metros de profundidad de la inmersión sucesiva. Emplear los tiempos de nitrógeno residual para calcular el tiempo de la inmersión sencilla equivalente. Descomprimir empleando la tabla de aire de 9 metros de profundidad.

Tabla II: Tiempos de Nitrógeno Residual (TNR) para inmersiones sucesivas con aire

Inmers. Prof.	Grupo de inmersión sucesiva al comienzo del IS															
	Z	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
3																
4,5																
6																
7,5																
9																
10,5																
12																
13,5																
15																
16,5																
18																
21																
24																
27																
30																
33																
36																
39																
42																
45																
48																
51																
54																
57																

TABLA III**Descompresión normal con Aire**

La tabla de descompresión con aire, Tabla III, combina tres métodos de descompresión en una sola tabla: descompresión en el agua con aire, descompresión en el agua con aire y oxígeno y descompresión en superficie con oxígeno.

a) Descompresión en el agua con aire

Este método se usa cuando descompresión completa se lleva a cabo exclusivamente con aire. En la fila superior etiquetada como "aire" para cada entrada "profundidad/tiempo en el fondo" da tiempos de descompresión para la descompresión en el agua con aire. Se entra en la tabla con la profundidad exacta o inmediata superior a la máxima profundidad alcanzada durante la inmersión. Se selecciona un tiempo en el fondo que sea igual o inmediatamente superior al tiempo real en el fondo de la inmersión. Se le a través de la final "Aire" para obtener las paradas requeridas de descompresión. La última parada de descompresión se efectúa a 6 mca. El tiempo de ascenso total se lee en la siguiente columna. La letra del Grupo de Inmersión Sucesiva se lee en la última columna.

Si el tiempo en el fondo de la inmersión efectuada es menor que el primer tiempo marcado en la Tabla de descompresión con aire para esa profundidad, entonces no es necesario realizar paradas de descompresión. Los buzos podrán ascender directamente a superficie a una velocidad de 9 mca/minuto. En este caso habrá que ir a la tabla de tiempos límite sin descompresión y grupos de inmersión sucesiva para inmersiones sin descompresión, Tabla I, para obtener la letra del Grupo de Inmersión Sucesiva.

**PRECAUCIÓN**

Si en la tabla de descompresión con aire no figura ninguna letra de inmersión sucesiva para una inmersión, no se pueden realizar inmersiones sucesivas a una profundidad mayor de 6 mca. El buzo debe permanecer 18 horas de intervalo en superficie antes de realizar otra inmersión a una profundidad mayor de 6 mca.

b) Descompresión en el agua con aire y oxígeno

Este método de descompresión se usa cuando la descompresión se realice en parte con aire y en parte con oxígeno al 100%.

En la fila inferior etiquetada como "aire/O2" para cada entrada de "profundidad/tiempo en el fondo" se leen los tiempos de descompresión para la descompresión en el agua con aire/oxígeno:

1. Entre en la tabla con la profundidad exacta o inmediata superior a la profundidad máxima de la inmersión.
2. Selección el tiempo en el fondo que sea igual o inmediatamente superior al tiempo real en el fondo de la inmersión.
3. Siga la fila aire/O2 para obtener las paradas de descompresión requeridas. Realice las paradas hasta los 9 mca (o los 6 mca si no hay parada en 9 mca) con aire, a partir de este punto se cambia a oxígeno al 100%. Los



Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min- Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min:s), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min:s), Período O en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 125 to 540.

13,5

Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min- Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min:s), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min:s), Período O en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 92 to 420.

15

Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min- Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min:s), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min:s), Período O en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 74 to 380.

16,5

Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min- Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min:s), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min:s), Período O en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 60 to 300.

18



Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min; Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min), Percepción O2 en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 20-180m and various gas mixtures.

Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min; Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min), Percepción O2 en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 10-180m and various gas mixtures.

Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min; Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min), Percepción O2 en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 15-120m and various gas mixtures.

Tabla III: Descompresión con Aire

Nota: Velocidad descenso 22 mca/min; Velocidad ascenso 9 mca/min

Table with columns: Profundidad máxima (mca), Tiempo en el fondo (min), Tiempo hasta la 1ª parada (min), Mezcla, Paradas de descompresión (mca), Tiempo total de ascenso (min), Percepción O2 en cámara, Grupo de Inmersión Sucesiva. Includes rows for depths 10-90m and various gas mixtures.

TABLA IV

Profundidad teórica para inmersiones en altitud y profundidad real de las paradas de descompresión para inmersiones en altitud

Para determinar la profundidad teórica de la inmersión, entre en la fila correspondiente a la profundidad real de la inmersión, o la inmediata superior tabulada, y por la columna correspondiente a la altitud en el lugar de la inmersión, o la inmediata mayor tabulada. La intersección de ambas expresa la profundidad teórica de la inmersión con al que deberá calcularse la tabulación con la Tabla III.

Para determinar la profundidad real de las paradas, entre en la tabla con la profundidad teórica de las paradas halladas en la Tabla III y con la altitud en el lugar de la inmersión, o la inmediata superior tabulada. Las intersecciones de ambas expresan las profundidades reales en las que deben efectuarse dichas paradas.

Tabla IV: Profundidad teórica para inmersiones en altitud y profundidad real de las paradas de descompresión para inmersiones en altitud

PROFUNDIDAD REAL DE LA INMERSIÓN (mca)	ALTITUD EN EL LUGAR DE LA INMERSIÓN									
	300 m 1000 pies	600 m 2000 pies	900 m 3000 pies	1200 m 4000 pies	1500 m 5000 pies	1800 m 6000 pies	2100 m 7000 pies	2400 m 8000 pies	2700 m 9000 pies	3000 m 10.000 pies
	PROFUNDIDAD TEORICA DE LA INMERSIÓN (mca)									
3	3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
4,5	4,5	6	6	6	6	6	6	7,5	7,5	7,5
6	6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	9	9	9	9
7,5	7,5	9	9	9	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	12
9	9	10,5	10,5	10,5	12	12	12	13,5	13,5	13,5
10,5	10,5	12	12	13,5	13,5	13,5	15	15	15	18
12	12	13,5	13,5	15	15	15	16,5	16,5	18	18
13,5	13,5	15	16,5	16,5	16,5	18	18	21	21	21
15	15	16,5	18	18	21	21	21	21	21	24
16,5	16,5	18	21	21	21	21	24	24	24	24
18	18	21	21	21	24	24	24	27	27	27
19,5	19,5	21	24	24	24	27	27	27	30	30
21	21	24	24	27	27	27	30	30	30	33
22,5	22,5	27	27	27	30	30	30	33	33	33
24	24	27	27	30	30	30	33	33	36	36
25,5	25,5	30	30	30	33	33	36	36	36	39
27	27	30	33	33	33	36	36	39	39	42
28,5	28,5	33	33	33	36	36	39	39	42	42
30	30	33	36	36	39	39	39	42	42	45
31,5	31,5	36	36	39	39	42	42	45	45	48
33	33	36	39	39	42	42	45	45	48	48
34,5	34,5	39	39	42	42	45	45	48	51	51
36	36	39	42	42	45	45	48	51	51	54
37,5	37,5	42	42	45	48	48	51	51	54	57
39	39	42	45	48	48	51	51	54	57	57
40,5	40,5	45	48	48	51	51	54	57	57	60
42	42	48	48	51	51	54	57	57	60	63
43,5	43,5	48	51	51	54	57	57	60	63	
45	48	51	51	54	57	57	60	63		
46,5	51	51	54	54	57	60	63			
48	51	54	54	57	60	60				
49,5	54	54	57	60	60					
51	54	57	57	60						
52,5	57	57	60							
54	57	60	63							
55,5	60	60								
57	60									
PROFUNDIDAD TEÓRICA DE LAS PARADAS (mca)	PROFUNDIDAD REAL DE LAS PARADAS (mca)									
6	5,5	5,5	5,5	5	5	5	4,5	4,5	4	4
9	8,5	8,5	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6,5
12	11,5	11	11	10,5	10	9,5	9,5	9	8,5	8,5
15	14,5	14	13,5	13	12,5	12	11,5	11	11	10
18	17,5	17	16	15,5	15	14,5	14	13,5	13	12,5

TABLA V

Grupos de Inmersión Sucesiva correspondiente al ascenso inicial a altitud

El intervalo de tiempo transcurrido en altitud antes de realizar la inmersión, debe ser inferior a 12 horas. Si es mayor a 12 horas, el organismo se encontrará equilibrado a la nueva altitud y ya no hay que considerar el ascenso a altitud como una inmersión previa.

- Entre en la tabla con el valor exacto o el inmediato superior de:
 - La altitud en el lugar de la inmersión, en caso de ascenso a altitud desde el nivel del mar.
 - La diferencia de altitudes, en caso de encontrarse equilibrado en una altitud determinada y ascender a otra altitud mayor para bucear.
- Lea horizontalmente hacia la derecha para determinar el grupo de inmersión sucesiva correspondiente al ascenso inicial a altitud.

Tabla V: Grupos de Inmersión Sucesiva correspondientes al ascenso inicial a altitud

ALTITUD		GRUPO INMERSIÓN SUCESIVA
(metros)	(pies)	
300	1000	A
600	2000	A
900	3000	B
1200	4000	C
1500	5000	D
1800	6000	E
2100	7000	F
2400	8000	G
2700	9000	H
3000	10.000	I

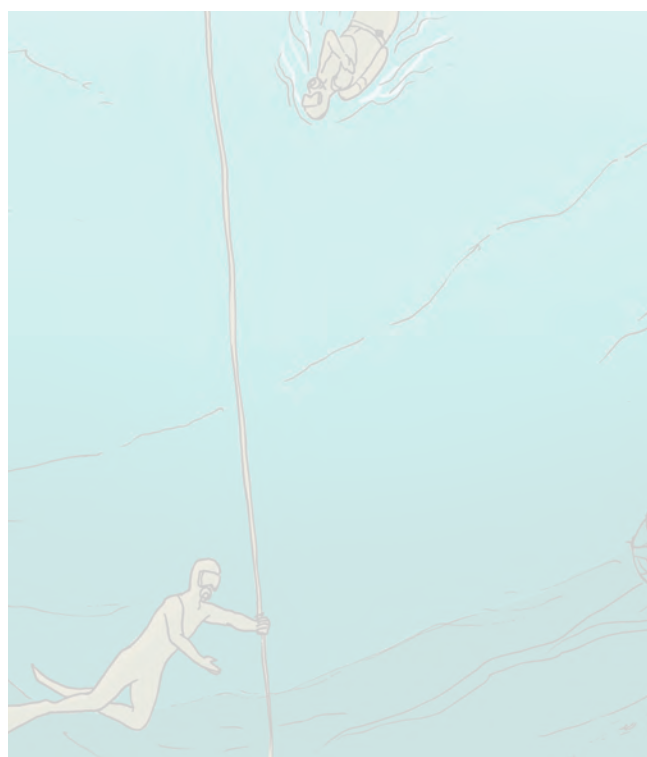


TABLA VI

Intervalo en superficie exigido antes de ascender a altitud después de bucear

- Entre en la tabla con el grupo de inmersión sucesiva mayor obtenido durante las últimas 24 horas y con el aumento de altitud planeado exacto o inmediato superior. La intersección de ambas expresa el intervalo de tiempo exigido en superficie antes de ascender a altitud.
- La Tabla VI sólo puede utilizarse cuando la máxima altitud alcanzada sea igual o inferior a los 3000 metros
- Independientemente de la altitud real del vuelo y, aunque varía algo con el tiempo de avión, en los aviones comerciales la presión de cabina se mantiene constante a un valor de 2400 metros (8000 pies). Para vuelos comerciales, utilice una altitud final de 2400 metros para calcular el intervalo de superficie exigido antes de volar.
- Si el lugar de la inmersión está situado a una altura superior o igual a 2400 metros, no es necesario respetar un intervalo en superficie antes de tomar un vuelo comercial. En estos casos, volar supone un aumento de la presión atmosférica más que un descenso de la misma.
- Tras una inmersión de intervención He-O2 (no saturación), para ascender a altitud se deben esperar:
 - 12 horas si las inmersión fue sin descompresión.
 - 24 horas si las inmersión fue con descompresión.

Tabla VI: Intervalo en Superficie exigido antes de ascender a altitud después de bucear

Grupo de inmersión sucesiva	Aumento de Altitud									
	300 m 1000 pies	600 m 2000 pies	900 m 3000 pies	1200 m 4000 pies	1500 m 5000 pies	1800 m 6000 pies	2100 m 7000 pies	2400 m 8000 pies	2700 m 9000 pies	3000 m 10.000 pies
A	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:42
C	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:48	6:23
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:45	5:24	9:59
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:37	4:39	8:18	12:54
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:32	4:04	7:06	10:45	15:20
G	0:00	0:00	0:00	0:00	1:19	3:38	6:10	9:13	12:52	17:27
H	0:00	0:00	0:00	1:06	3:10	5:29	8:02	11:04	14:43	19:18
I	0:00	0:00	0:56	2:45	4:50	7:09	9:41	12:44	16:22	20:58
J	0:00	0:41	2:25	4:15	6:19	8:39	11:11	14:13	17:52	22:27
K	0:30	2:03	3:47	5:37	7:41	10:00	12:33	15:35	19:14	23:49
L	1:45	3:18	5:02	6:52	8:56	11:15	13:48	16:50	20:29	25:04
M	2:54	4:28	6:12	8:01	10:06	12:25	14:57	18:00	21:38	26:14
N	3:59	5:32	7:16	9:06	11:10	13:29	16:02	19:04	22:43	27:18
O	4:59	6:33	8:17	10:06	12:11	14:30	17:02	20:05	23:43	28:19
Z	5:56	7:29	9:13	11:03	13:07	15:26	17:59	21:01	24:40	29:15
Inmersiones Excepcionales	Espere 48 horas antes de volar									

TABLA VII

Tiempos límite sin descompresión y Grupos de inmersión sucesiva para inmersiones con aire aguas poco profundas

Es una versión expandida de las Tabla I y la Tabla II, cubriendo profundidades de 9 a 15 mca en incrementos de 30 cm.

Pequeñas variaciones en la profundidad afectan mucho a los tiempos en el fondo.

Esta tabla se puede utilizar cuando el buceador conoce exactamente la profundidad de la inmersión, se puede usar para maximizar el tiempo límite sin descompresión.

Tabla VII: Tiempos límite sin descompresión y Grupos de Inmersión sucesiva para inmersiones con aire en aguas poco profundas

Profundidad máxima (mca)	Tiempo límite sin DECO (min)	GRUPOS DE INMERSIÓN SUCESIVA															
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Z
9	371	17	27	38	50	62	76	91	107	125	145	167	193	223	260	307	371
9,3	334	16	26	37	48	60	73	87	102	119	138	158	182	209	242	282	334
9,6	304	15	25	35	46	58	70	83	98	114	131	150	172	197	226	261	304
9,9	281	15	24	34	45	56	67	80	94	109	125	143	163	186	212	243	281
10,2	256	14	23	33	43	54	65	77	90	104	120	137	155	176	200	228	256
10,5	232	14	23	32	42	52	63	74	87	100	115	131	148	166	190	215	232
10,8	212	14	22	31	40	50	61	72	84	97	110	125	142	160	180	204	212
11,1	197	13	21	30	39	48	58	69	81	93	106	120	136	153	172	193	197
11,4	184	13	21	29	38	47	57	67	78	90	102	116	131	147	164	184	
11,7	173	12	20	28	37	46	55	65	76	87	99	112	126	141	157	173	
12	163	12	20	27	36	44	53	63	73	84	95	108	121	135	151	163	
12,3	155	12	19	27	35	43	52	61	71	81	92	104	117	130	145	155	
12,6	147	11	19	26	34	42	50	59	69	79	89	101	113	126	140	147	
12,9	140	11	18	25	33	41	49	58	67	76	87	98	109	122	135	140	
13,2	134	11	18	25	32	40	48	56	65	74	84	95	106	118	130	134	
13,5	125	11	17	24	31	39	46	55	63	72	82	92	102	114	125		
13,8	116	10	17	23	30	38	45	53	61	70	79	89	99	110	116		
14,1	109	10	16	23	30	37	44	52	60	68	77	87	97	107	109		
14,4	102	10	16	22	29	36	43	51	58	67	75	84	94	102			
14,7	97	10	16	22	28	35	42	49	57	65	73	82	91	97			
15	92	9	15	21	28	34	41	48	56	63	71	80	89	92			

Tabla VI (bis):
Tabla de presiones boro-métricas y altitudes

ALTITUD (metros)	PRESIÓN (mm Hg)
300	732,9
600	706,7
900	681,2
1200	656,4
1500	632,4
1800	609,1
2100	586,5
2400	564,6
2700	543,3
3000	522,8





CONVIENE RECORDAR

- Es necesario contar con el conocimiento y la capacitación necesaria para realizar operaciones de buceo, y dicho conocimiento y capacitación debe ser acreditada y verificada.
- Se deben conocer, respetar y cumplir las normas de seguridad a la hora de realizar actividades subacuáticas.
- Es necesario revisar, verificar y controlar todo el material de buceo empleado en las actividades.
- La duración máxima de la exposición diaria de los trabajadores al medio hiperbárico no ha de superar las tres horas.
- La profundidad máxima establecida para trabajos subacuáticos con sistema de buceo autónomo (con aire) es de cincuenta metros de profundidad.
- Se deben conocer y respetar las prohibiciones, restricciones y limitaciones en las actividades subacuáticas.
- Todas las inmersiones se ajustarán a las tablas de descompresión reglamentarias.
- El equipo de trabajo estará compuesto por un patrón de embarcación, un jefe de equipo, dos buceadores especialistas y un buceador de apoyo.
- La unidad mínima en el agua para efectuar inmersiones con equipos autónomos será la pareja de buceadores.
- Es imprescindible contar con un buceador de apoyo preparado en la embarcación.
- Es necesario conocer los conceptos físicos y las leyes que rigen los dos medios (aire y agua) con los que debe interactuar el buceador en su trabajo diario para entender los posibles sucesos y sus efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.
- Tras realizar una valoración de la situación del siniestro el mando de intervención establecerá un planteamiento táctico que coordine diversas técnicas para lograr su completa resolución.
- Como paso previo a la inmersión se debe asegurar una perfecta señalización de las operaciones de buceo.
- Para lograr la mejor entrada en el agua (es decir, la más sencilla y la más segura), se deben tomar distintas decisiones en función de las circunstancias y variables existentes.
- Las salidas del agua deben ser seguras y cómodas. Como regla general en toda salida debe conservarse el equipo puesto hasta estar fuera del agua.
- Las técnicas de búsqueda requieren al menos dos buceadores de fondo y un equipo de apoyo en superficie.
- El primer paso cuando se llega a un escenario de búsqueda debe ser la delimitación de la zona de rastreo. Además es de vital importancia recopilar la información necesaria de todos los testigos posibles, porque de su testimonio depende el éxito de la operación.
- Se considera buceo en altitud a cualquier inmersión realizada en un lago, embalse, río o cualquier otro lugar cuya altitud supere los 300 metros sobre el nivel del mar. Existen diferencias relevantes entre el buceo en altitud y el buceo en el mar.
- El espeleobuceo hace referencia al buceo en el interior de cuevas, cavernas, oquedades, huecos, grietas y aberturas total o parcialmente inundadas.
- Se denomina agua contaminada a aquella que contiene un producto químico, biológico o sustancia radiactiva que supone un riesgo para la salud cuando el buceador se expone a la misma
- La gestión de la información es clave para el desarrollo de la búsqueda o rescate. Esta tarea corresponde al mando y debe ser continua durante toda la emergencia
- Antes de emprender una acción de rescate se debe valorar el riesgo que se está dispuesto a asumir.
- Existen diversos factores que marcan el Plan de Acción. Los principales a tener en cuenta son: tipo de fondo, temperatura del agua, profundidad, distancia a la orilla, corrientes, tiempo bajo el agua de accidentados, condiciones meteorológicas, aguas contaminadas, visibilidad en superficie y tráfico marítimo.
- Para minimizar el riesgo de descompresión existen dos herramientas principales que ayudan a realizar el cálculo de la descompresión: el ordenador de buceo y las tablas de descompresión (con apoyo del cronómetro y del profundímetro).
- En la actualidad la planificación de la descompresión se realiza mediante sistemas electrónicos (ordenadores).
- Toda inmersión debe ser planificada previamente. En caso de efectuar una inmersión a distintos niveles la planificación se debe realizar desde la profundidad mayor a la menor.
- En cualquier emergencia se puede definir la cronología de una intervención.