

BIENVENIDOS AL MUNDO DE LA CAPACITACION DE
CIMAS



CIMAS
INTERNACIONAL

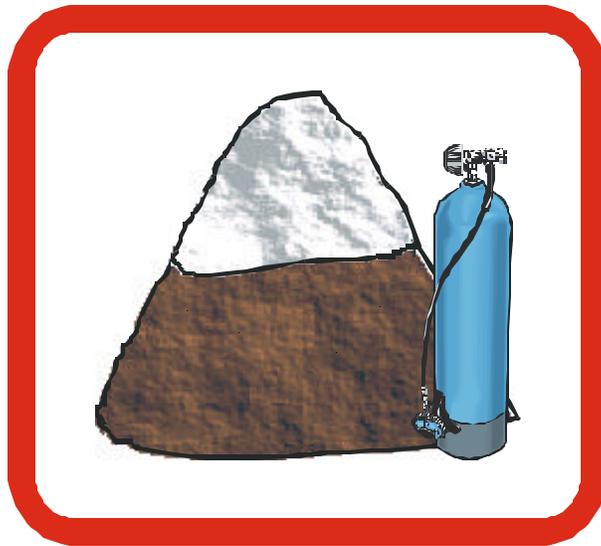
***CORPORACION DE INSTRUCTORES MEXICANOS
EN ACTIVIDADES SUBACUATICAS***

Y AL MUNDO PROFESIONAL DEL BUCEO.....



MANUAL BASICO DE PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS DE BUCEO

BUCEO EN ALTITUD



1ª EDICIÓN/CD 2000

AUTOR: INST. ALFREDO LOWENSTEIN SIERRA.

DERECHOS RESERVADOS, ESTE DOCUMENTO ESTA PROTEGIDO POR LOS DERECHOS DE AUTOR. SE PROHIBE SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL POR CUALQUIER MEDIO.

TODO ABUSO SERA PENADO SEGUN LAS LEYES NACIONALES E INTERNACIONALES.

DERECHOS DE AUTOR REGISTRO N° **EN TRAMITE**



ÍNDICE

	Pag.
PRÓLOGO	4
ABSORCIÓN DEL NITRÓGENO	5
DEFINICIÓN DE BUCEO EN ALTITUD	6
DIFERENCIAS ENTRE BUCEO EN ALTITUD Y BUCEO EN EL MAR.....	7
TRAJES PARA BUCEO	12
RIESGOS EN EL BUCEO EN ALTITUD	13
CONSUMO DE AIRE	18
MEDICIÓN DE LA ALTITUD	18
PROCEDIMIENTOS PARA CALCULAR LOS PLANES DE BUCEO	19
PERIODO DE ADAPTACIÓN	27
BUCEO DE REPETICIÓN EN ALTITUD.....	29
INSTRUMENTOS	29
RECOMENDACIONES PARA EL BUCEO EN ALTITUD	32
APOYO EN SUPERFICIE	33
DATOS DE LOS LUGARES MÁS FRECUENTES DONDE SE REALIZA EL BUCEO EN ALTITUD EN MÉXICO	33
TABLA DE GRUPOS, PARA PERIODOS DE ADAPTACIÓN, MENORES A 24 HORAS	34



PRÓLOGO

El buceo en altitud es una de las especialidades de este deporte más practicadas y se le considera como una de las más interesantes. En la actualidad, se practica con mucha frecuencia en lugares lejos del mar. Su desarrollo está en plenitud, ya que se realizan más investigaciones cada día. Por tal motivo, nos hemos encomendado la tarea de realizar un documento que sea por un lado, sencillo y fácil de entender, con un lenguaje accesible y con conceptos claros; y por el otro, que reúna todos los conocimientos, las técnicas y los procedimientos básicos necesarios para realizar esta actividad de una forma más segura y comfortable.

El “Manual de Procedimientos y Técnicas Básicas Buceo en Altitud”, es un documento que abarca de manera general todos los aspectos importantes de esta especialidad y complementa a los cursos de este tipo de buceo. Creemos que no solo basta con leer este documento, sino que se debe buscar la capacitación adecuada a través de un instructor calificado para impartir este tipo de cursos. La preparación completa, tanto teórica, como práctica, en condiciones controladas y dirigida por personal profesional, dará a los practicantes de la navegación subacuática: destreza, conocimientos, seguridad, confort y habilidad; que en conjunto harán que sus inmersiones tengan un verdadero sabor de aventura y que quede un sentimiento vivo para repetir la excitante experiencia de bucear.

INST. ALFREDO LOWENSTEIN SIERRA

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

ASESOR EN
COMPUTACIÓN

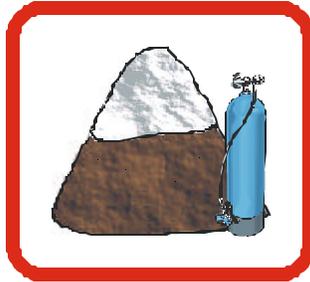
Lic. Jesús Pérez Avila

EDICIÓN

Com. Técnica de CIMAS



BUCEO EN ALTITUD



Se podría pensar que bucear en cualquier lugar es igual; sin embargo, no es así. No es lo mismo bucear en un lugar al nivel del mar que en un lago en una montaña, o un río en un valle alto. Existen diferencias muy importantes entre bucear en lugares altos y al nivel del mar. Estas se dan debido a la distinta presión atmosférica que existe en ambos lugares. Al nivel del mar hay más presión atmosférica que en lugares altos, el aire es más denso y por lo tanto, la presión parcial de oxígeno es mayor; de tal manera que conforme nos alejamos del nivel del mar (subimos), la presión atmosférica disminuye y esto afecta al proceso del manejo de los gases contenidos en el aire, por parte de los diferentes tejidos que existen en el cuerpo humano; especialmente en lo que refiere a la **ABSORCIÓN** y **ELIMINACIÓN** de nitrógeno.

ABSORCIÓN Y ELIMINACIÓN DEL NITRÓGENO

Siempre existe un equilibrio entre la presión ambiente y la presión de los gases disueltos en los tejidos en nuestro cuerpo. En el aire el nitrógeno actúa solamente como un vehículo para el oxígeno. El oxígeno es utilizado en los procesos metabólicos, mientras que el nitrógeno es acumulado en los tejidos manteniendo el equilibrio entre la presión ambiente y la contenida en los mismos. El N_2 excedente, es eliminado por la vía respiratoria.

Si la presión del medio ambiente aumenta o disminuye, el equilibrio se altera, obligando al cuerpo a absorber o a eliminar nitrógeno hasta equilibrarse nuevamente. Cuando aumenta la presión en el medio ambiente exterior, el cuerpo absorbe nitrógeno aumentando la presión en nuestros tejidos hasta equilibrar las presiones; si la presión externa disminuye, sucede lo contrario; el cuerpo elimina nitrógeno hasta conseguir nuevamente el equilibrio.



Cuando una persona entra en el medio acuático, la presión exterior aumenta, obligando al cuerpo a absorber nitrógeno, entre más profundo se penetra, más aumentará la presión; y como consecuencia, se incrementa la absorción de nitrógeno.

Cuando el buceador inicia el ascenso, la presión empieza a disminuir y el cuerpo comienza a eliminar nitrógeno, cuando el buzo llega a superficie, continúa eliminándolo hasta que se equilibran la presión gaseosa en los tejidos, con la que prevalece en el medio ambiente.

Este mismo principio pasa en todo momento, aún en tierra firme. Se puede romper éste equilibrio, si una persona cambia de una altitud a otra. Al ir de un punto bajo a uno más alto (con menor presión atmosférica), el cuerpo empieza a eliminar nitrógeno, ya que éste estaba equilibrado a una presión mayor (similar a cuando un buzo emerge), y continuará eliminándolo hasta equilibrarse por completo (similar a un intervalo en superficie). Al ir de un punto más alto a otro más bajo, el efecto se revierte y el cuerpo empieza a absorber nitrógeno hasta equilibrarse (igual que en una inmersión).

DEFINICIÓN DE BUCEO EN ALTITUD

Al buceo en altitud se puede definir técnicamente como: **CUALQUIER BUCEO SOBRE EL NIVEL DEL MAR**, sin importar la altitud. En algunos casos, se dice que el buceo en altitud empieza a partir de los 300 metros sobre el nivel del mar, esto obedece a que algunas tablas de buceo permiten bucear hasta esta altitud sin necesidad de realizar ningún ajuste en el plan de buceo. Sin embargo, aún cuando las tablas permitan esto, para tener mayor seguridad, es recomendable realizar los ajustes pertinentes en los planes; sobre todo si se pretende hacer buceos profundos o muy prolongados.





LEY DE HENRY

La ley de *Henry*, adaptada al buceo, establece que los gases sometidos a presión, se disuelven en los líquidos, de manera directamente proporcional a la presión ejercida. Esto quiere decir que al aumentar la presión ambiente (al sumergirse y ganar profundidad), el nitrógeno es absorbido en los tejidos del cuerpo, y que al disminuirla (al ascender), el cuerpo libera el nitrógeno, hasta equilibrarse con la presión del medio ambiente.

El cuerpo humano y los gases que contiene, siempre tienden a estar equilibrados con la presión ambiental, es decir, si la presión ambiente es de 1 at. (cómo es al nivel del mar), los gases contenidos en los tejidos del cuerpo, se ajustarán a esta presión, pero si la presión ambiente disminuye o aumenta, el cuerpo libera o absorbe el nitrógeno respectivamente hasta alcanzar nuevamente el equilibrio.

EJEMPLO:

AL NIVEL DEL MAR:

El cuerpo de un buzo al nivel del mar se encuentra con Nitrógeno a 1 at (presión atmosférica), al bucear a 20 m de profundidad, aumenta la presión ambiente a 3 ata de presión absoluta (ata = presión atmosférica más hidráulica). Los tejidos del cuerpo, absorberán nitrógeno hasta equilibrarse a 3 ata. Al salir a la superficie, el buzo volverá a una presión ambiente de 1 at, esto hará que su cuerpo libere nitrógeno nuevamente hasta equilibrarse a 1 at de presión.

AL ENTRAR:

PRESIÓN ATMOSFÉRICA. AL NIVEL DEL MAR	1.00 at
PRESIÓN HIDRÁULICA A 20 m DE PROFUNDIDAD	+ 2.00 at
PRESIÓN ABSOLUTA (DE EQUILIBRIO)	3.00 ata

El buzo entra al agua con 1 at de nitrógeno y absorbe un equivalente a 2.00 at, hasta completar un total de 3 ata.

AL SALIR:

Al iniciar el ascenso, el buzo está sometido a una presión absoluta de 3 ata. Al ascender, la presión disminuye gradualmente y su cuerpo va liberando nitrógeno. Cuando el buzo llega a la superficie, seguirá eliminando nitrógeno equivalente a 2.00 at, hasta llegar al equilibrio con el medio ambiente (1 at.).

PRESIÓN ABSOLUTA	3.00 ata
PRESIÓN HIDRÁULICA A 20 m DE PROFUNDIDAD	- 2.00 at
PRESIÓN ATMOSFÉRICA. AL NIVEL DEL MAR	
NUEVA PRESIÓN DE EQUILIBRIO	1.00 at

Este mismo buceador en una altitud de 2,900 m SNM, estará a 0.7 at (presión atmosférica), al bucear a 20 m de profundidad, aumenta la presión ambiente (ata = presión atmosférica más hidráulica) y estará a 2.7 ata, por lo que captará nitrógeno. Al salir volverá a una presión ambiente de 0.7 at, esto hará que el cuerpo del buzo desaloje nitrógeno hasta equilibrarse nuevamente a 0.7 at.

**EN UN LUGAR CON ALTITUD DE 2,900 m S.N.M.****AL ENTRAR:**

PRESIÓN ATM. EN UN LAGO A 2,900 m S.N.M. 0.70 at
 PRESIÓN HIDRÁULICA A 20 m DE PROFUNDIDAD + 2.00 at

PRESIÓN ABSOLUTA (DE EQUILIBRIO)	2.70 ata
---	-----------------

El cuerpo del buzo absorbe nitrógeno equivalente a 2.00 at.

AL SALIR:

PRESIÓN ABSOLUTA 2.70 ata
 PRESIÓN HIDRÁULICA A 20 m DE PROFUNDIDAD - 2.00 at

PRESIÓN ATMOSFÉRICA. AL NIVEL DEL MAR NUEVA PRESIÓN DE EQUILIBRIO	0.70 at
--	----------------

El cuerpo del buzo libera nitrógeno equivalente a 2.00 at.

En este caso, la diferencia entre la presión absoluta en ambos lugares, es de 0.30 ata.

Al nivel del mar Ata	= 3.00	3.00 ata
En altitud Ata	= 2.70	<u>- 2.70 ata</u>
		0.30 ata

LEY DE BOYLE

Otra diferencia importante es que de acuerdo con la ley de *Boyle*, los gases aumentan o disminuyen su volumen en relación a la presión que los afecta, esto funciona de la misma manera en lugares altos, que al nivel del mar.

Cuando se bucea en altitud, la disminución de presión atmosférica hace que exista un mayor gradiente (diferencia) en relación con las presiones atmosférica e hidráulica, dando como resultado que los fenómenos que afectan a los gases relacionados con esta ley, se efectúen a una menor distancia de la superficie; en altitud, que en buceo al nivel del mar.

EJEMPLO:**EN UN DESCENSO EN EL MAR**

Un buceador que lleva un globo lleno de aire a su total capacidad y lo sumerge, el aire en su interior se verá afectado por los efectos de la presión, de acuerdo a lo establecido por la ley de *Boyle*.

Cuando se sumerja a una profundidad de: 10 m (2 ata); el aire contenido en el globo se comprimirá hasta llegar **a la mitad** de su tamaño original, y su densidad aumentará **al doble**.

20 m (3 ata); el aire contenido en el globo se comprimirá hasta llegar a **un tercio** de su tamaño original, y su densidad aumentará **al triple**.

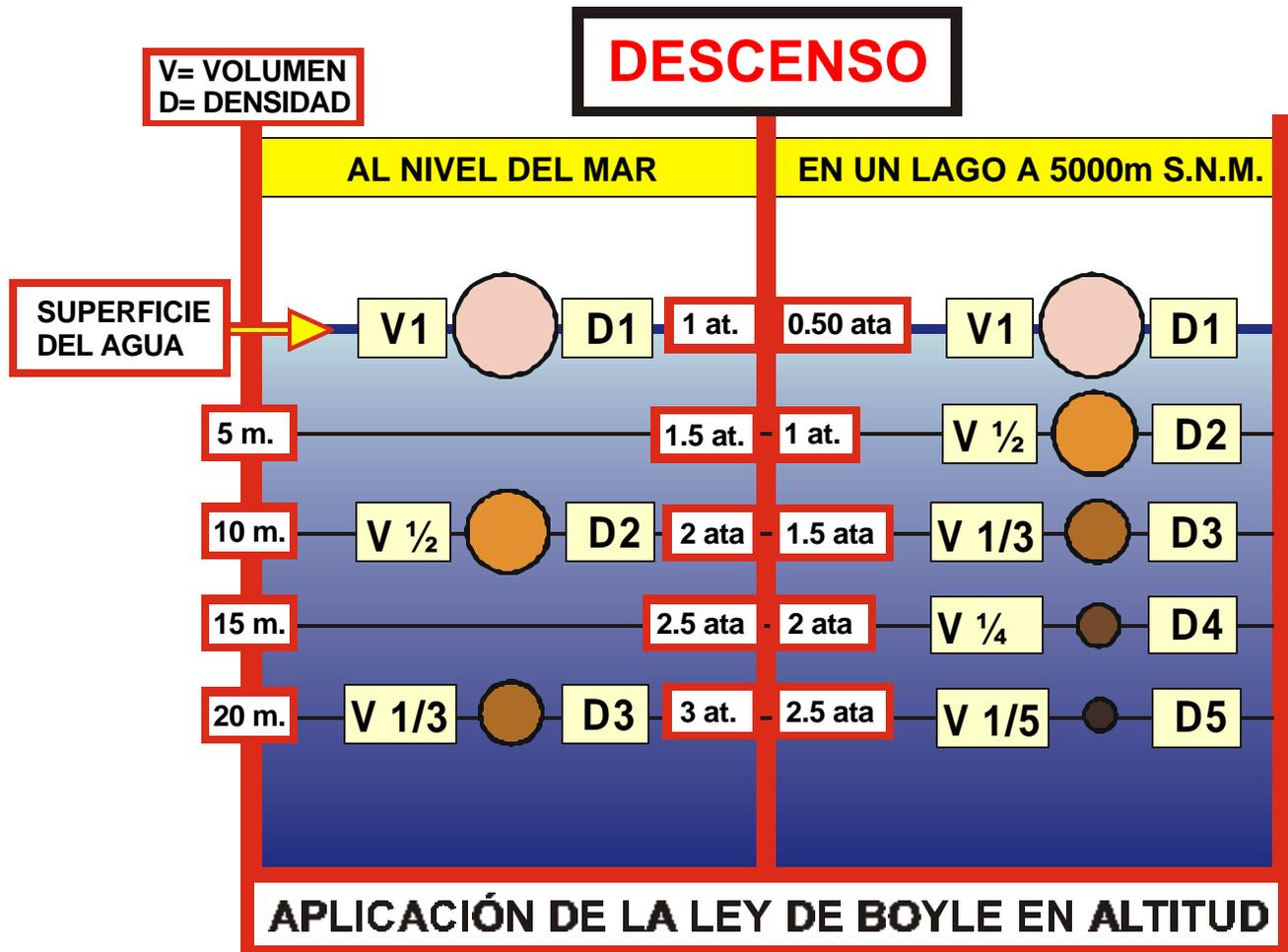


UN ASCENSO EN EL MAR

Si el globo es inflado en el fondo y es llevado hasta la superficie, el proceso se invierte. Igualmente el aire en su interior será afectado; en este caso, por la disminución de la presión al ir ascendiendo.

Al ir de 20 m de profundidad (3 ata) hasta la superficie (1 ata), el aire contenido en el globo se expandirá y aumentará **tres veces** su tamaño, y su densidad disminuirá a **un tercio**.

Al ir de 10 m de profundidad (2 ata) hasta la superficie (1 ata); el aire contenido en el globo, se expandirá y aumentará **al doble** su tamaño, y su densidad disminuirá a **la mitad**.



DESCENSO EN UN LUGAR EN ALTITUD CON UNA PRESIÓN ATMOSFÉRICA DE 0.5 at.

Un buceador que lleva un globo lleno de aire a su total capacidad y lo sumerge, de manera similar, el aire en su interior se verá afectado por los efectos de la presión, de acuerdo a lo establecido por la ley de Boyle.

Cuando se sumerja a una profundidad de:

10 m de profundidad (1.5 ata); el aire contenido en el globo se comprimirá; en este caso a **un tercio** de su tamaño original, y su densidad aumentará **al triple**.



20 m de profundidad (2.5 ata); el aire contenido en el globo, se comprimirá a **un quinto** de su tamaño original, y su densidad aumentará **cinco veces**.

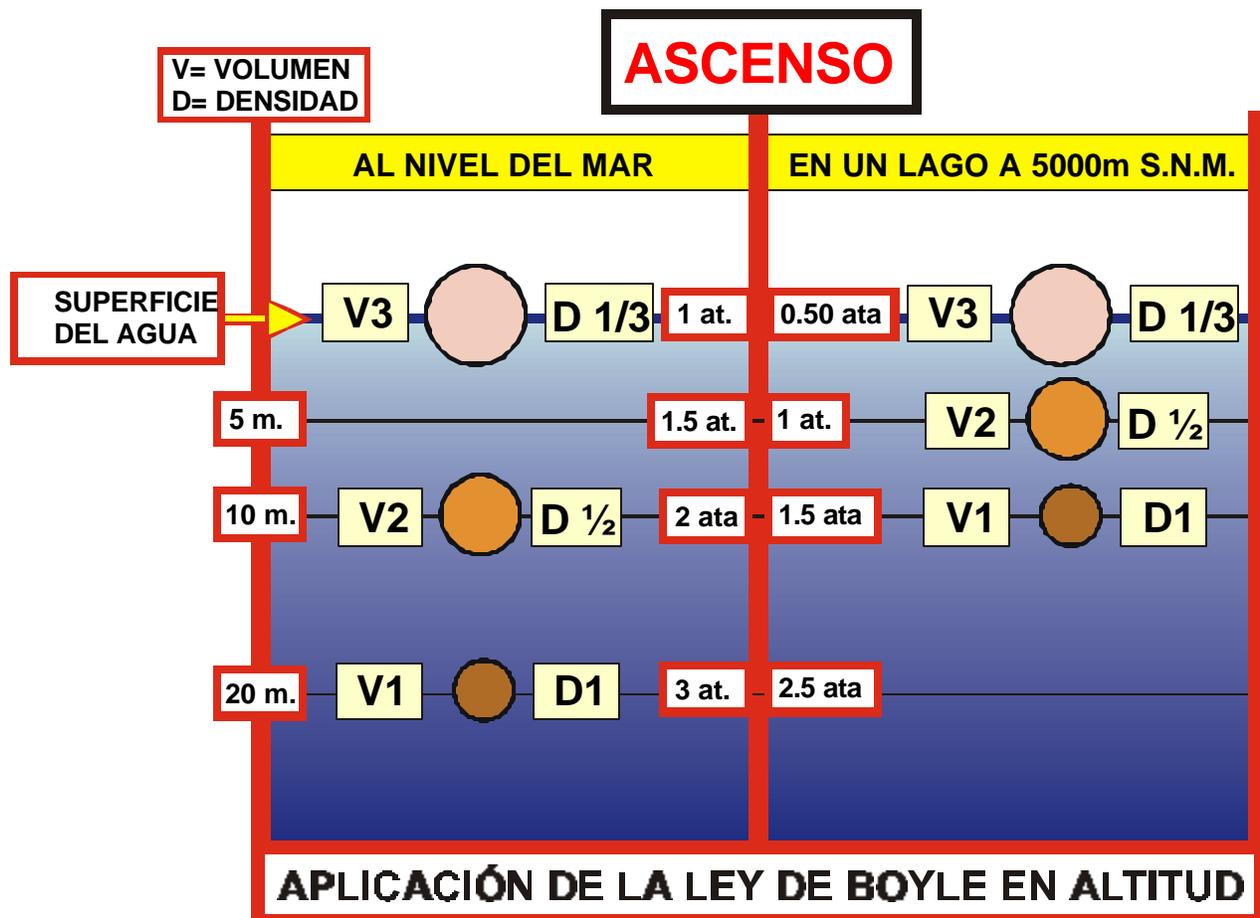
ASCENSO EN ALTITUD

Si el globo es inflado en el fondo y es llevado hasta la superficie, el proceso se invierte:

Al ir de 10 m de profundidad (1.5 ata) a la superficie (1 at), el aire contenido en el globo, se expandirá y aumentará su tamaño **al triple**, y su densidad disminuirá a **un tercio**.

Las diferencias en el cambio de volumen y densidad entre el nivel del mar y un lugar en altitud son notorias, comparativamente hablando.

Aún cuando los gases en altitud respetan la ley de *Boyle* al pie de la letra, debido a la diferencia de presión atmosférica, cuando se comparan los efectos; en buceo en altitud, la expansión y compresión de los gases afectan al cambio de volumen en menos metros de agua que al nivel del mar. Esto quiere decir que todos los espacios aéreos del cuerpo de un buceador, sufrirán de igual manera las consecuencias en menores distancias recorridas desde la superficie, ya sea, tanto en el descenso, como en el ascenso. Esta situación hace que el practicante del buceo en altitud, deba ser más cuidadoso al respetar la velocidad de ascenso, para no retener la respiración al emerger y compensar oídos y visor al descender.





DENSIDAD EN EL AGUA

El agua dulce, que es la que generalmente se encuentra en los lugares en donde se practica buceo en altitud, es menos densa (1.000 g _(masa) /ml), que el agua salada del mar (1.025 g _(masa) /ml). Esto afecta directamente a la flotabilidad del buceador, éste flotará menos en el agua dulce que en la salada. Para compensar este efecto hay que disminuir la cantidad de plomo en el cinturón de lastre para bucear en agua dulce.

También hay lugares en donde existen cambios de densidad debido a sales y minerales disueltos en el agua, esto evidentemente afectará a la flotabilidad del buceador. Para lidiar con este problema, el practicante deberá saber utilizar el chaleco compensador a la perfección, y hacer los ajustes pertinentes durante la inmersión, cada vez que cambie la densidad del agua.

LA TEMPERATURA

Tanto la temperatura del agua, como la del clima, es por lo general fría en los lugares de buceo en altitud, ya que por lo regular, en lugares elevados prevalecen temperaturas bajas. Desde luego que la exposición a temperaturas bajas, no sólo afectan a los buceadores, sino también a los planes de buceo. Hay que considerar la temperatura como un factor que influye directamente al desenvolvimiento de las inmersiones

Cuando el agua está muy fría, es recomendable que al realizar los planes de inmersión, se tome como límite un grupo anterior en las tablas de buceo en lo referente al tiempo de buceo, esto ayudará a mantenerse en un marco de inmersión más segura.

Otro aspecto digno de mencionar, que debe ser tomado en cuenta, es que cuando se bucea en agua con baja temperatura, aumenta el ritmo respiratorio del buceador y como consecuencia lógica, también aumenta su consumo de aire.

TRAJES PARA BUCEO

Existen trajes para buceo muy variados, pero se pueden dividir en dos grupos diferentes, los de tipo secos y los de tipo húmedo.

TRAJES SECOS

Los trajes secos, son trajes que se utilizan en aguas con temperatura muy baja, en condiciones de aguas contaminadas, ácidas o con condiciones especiales; también en trabajos de tipo científico o industrial.

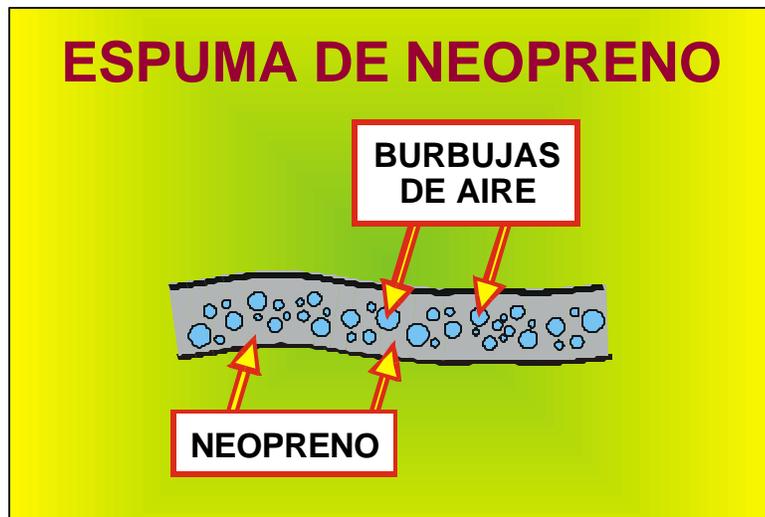
Estos trajes por lo regular, se dividen en dos partes principales: una, interior que es como un traje de abrigo, que se pone abajo para conservar la temperatura del cuerpo y otra de hule, que se pone por encima y que sella y aísla al buceador evitando el contacto directo con el agua.

Algunos trajes secos muy especializados, utilizan aire como aislante. Por su alto costo, este tipo de trajes, casi nunca se utilizan en buceo de tipo deportivo o de recreación. .

TRAJES HÚMEDOS

Los trajes húmedos, son los que se usan con mayor frecuencia en buceo deportivo, ya que son más populares y económicos. Por lo general, el grosor del traje debe ir en función de la temperatura del agua, entre más fría, más grueso debe ser el traje.

Por lo general este tipo de trajes son fabricados con un material a base de espuma de neopreno, este material se caracteriza por tener atrapadas entre sus paredes, miles de pequeñas burbujas de aire, las cuales al crear un espacio aéreo, sirven como aislante de la temperatura.



La utilización de los trajes de buceo afecta de manera determinante a la flotabilidad. Las burbujas de aire contenidas en el material de fabricación, hacen que la persona que porte el traje, adquiera una flotabilidad extremadamente positiva. Las burbujas son afectadas por la presión de acuerdo a la ley de *Boyle*. Cuando se usa un traje de este tipo, la flotabilidad se altera según la profundidad: entre más profundo se esté, el traje tenderá a flotar menos, ya que las burbujas

se comprimen y pierden volumen. Esto mismo sucede al ascender pero en sentido inverso, ya que éstas, tenderán a volver a su estado original y cada vez el traje flotará más. También es digno de tomarse en cuenta, que entre más grueso es el neopreno, más burbujas de aire contendrá y su flotabilidad será más positiva.

Cuando el agua es extremadamente fría, será indispensable el uso de una gorra que proteja a la cabeza, también habrá que utilizar botas y guantes de neopreno para mantener la temperatura en los pies y en las manos.

Se debe mencionar que el uso de la gorra, dificulta la compensación de la presión en los oídos, ya que al quedar justa sobre ellos, cubre la oreja, tapando y sellando el conducto auditivo externo. Cuando se está usando una gorra, es necesario separarla de los oídos, dejando entrar un poco de agua para poder realizar la maniobra de valsalva.

RIESGOS EN EL BUCEO EN ALTITUD

El cuerpo humano responde a los cambios dados por las diferentes condiciones que prevalecen en los diversos ambientes, al bucear cambian completamente las condiciones ambientales y el cuerpo reacciona de determinada manera a estos cambios. Ya se ha hablado de los riesgos al realizar las actividades de buceo, sin embargo, en donde se puede practicar el buceo en altitud, las condiciones ambientales, por lo general son diferentes a las de los del nivel del mar. Esto nos hace pensar que existen algunos factores de riesgo que aumentan al hacer buceo en altitud. Para tratar de minimizar estos riesgos, es necesario considerar algunos aspectos importantes.

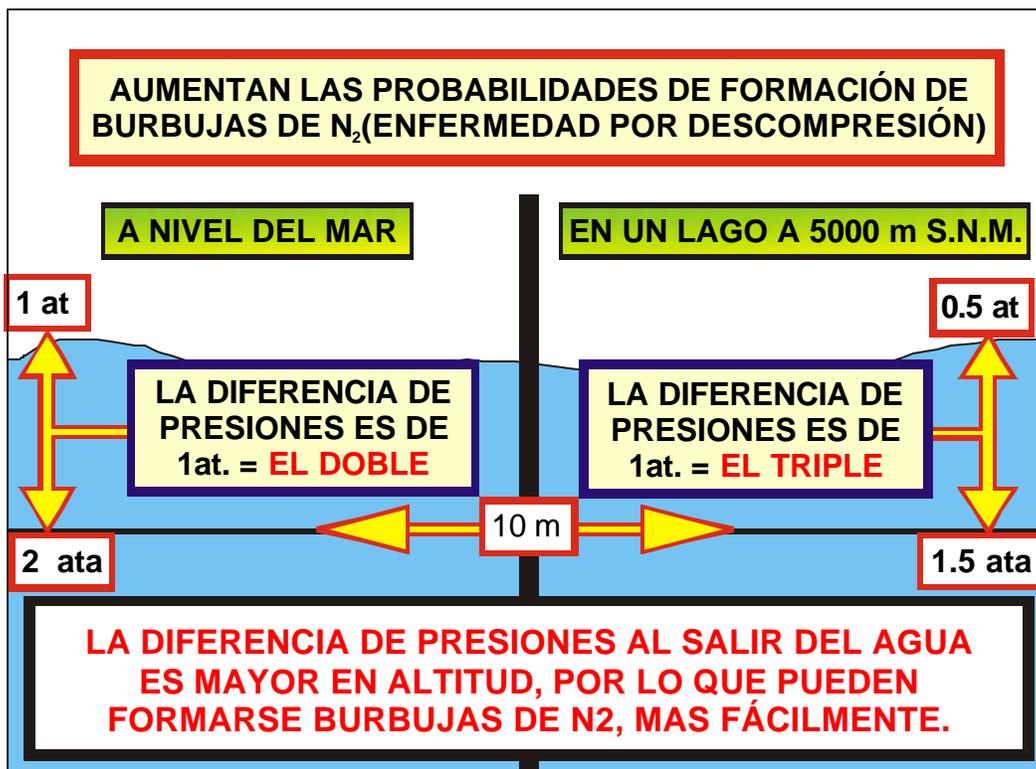


ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN

Debe considerarse que entre más alto sea el lugar donde se piense bucear, será menor la presión atmosférica, y por consecuencia, mayor la diferencia entre la presión hidráulica y la atmosférica. El hecho de que el gradiente de presiones sea mayor en altitud, hace que el buceador al emerger cambie de un ambiente con mucha presión (dentro del agua), a un ambiente con muy poca presión (fuera del agua), ya que en altitud, existe una presión atmosférica menor, que al nivel del mar. Esto hace que sea más fácil que se formen burbujas de nitrógeno. La posibilidad de caer en este tipo de problema, aumenta con la altitud, es decir: entre más alto es el lugar de buceo, existe mayor riesgo. Por ésta razón se considera que el peligro de una enfermedad por descompresión, es mayor en el buceo en altitud, que al nivel del mar.

Para mantener un buen nivel de seguridad al respecto y alejarse de la posibilidad de una enfermedad por descompresión (*bends*), se recomienda ser conservador al realizar los planes de buceo en todos los renglones, llevar a cabo las inmersiones en altitud con un estricto respeto a las reglas de seguridad y seguir fielmente todos los procedimientos establecidos para el caso. También se recomienda hacer paradas de seguridad en todos los buceos, evitar inmersiones profundas o hacer más de dos buceos de repetición. En lugares con una altitud mayor a 3000 metros sobre el nivel del mar, no se deben hacer buceos de repetición.

Otro aspecto importante es que después de hacer buceos en altitud se debe esperar 24 horas para poder viajar en avión.



**CAUSAS:**

- FORMACIÓN DE BURBUJAS EN EL CUERPO DEBIDO A:
 1. ASCENSO RÁPIDO.
 2. REBASAR LOS LÍMITES DE NO DESCOMPRESIÓN.

FACTORES QUE PREDISPONEN A ESTE CCIDENTE:

- EDAD.
- OBESIDAD.
- FALTA DE CONDICIÓN FÍSICA.
- DESHIDRATACIÓN.
- EJERCICIO EXTREMO: ANTES, DURANTE O DESPUÉS DE BUCEAR.
- INGESTIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS, DROGAS O MEDICAMENTOS: ANTES O DESPUÉS DE BUCEAR.
- BUCEAR CON ENFERMEDADES, GOLPES O HERIDAS.
- HACER BUCEO CON DESCOMPRESIÓN.
- BUCEAR DURANTE MUCHOS DÍAS SEGUIDOS.
- BUCEOS PROFUNDOS O DE REPETICIÓN.
- VIAJAR EN AVIÓN DESPUÉS DE BUCEAR.

PREVENCIÓN :

- RESPETE LOS LÍMITES DE NO DESCOMPRESIÓN Y LA VELOCIDAD DE ASCENSO.
- NO REALIZAR BUCEOS PROFUNDOS O DE REPETICIÓN.
- PROCURE EVITAR EN LO POSIBLE, LOS FACTORES DE PREDISPOSICIÓN.
- VIAJAR EN AVIÓN, 24 hr DESPUÉS DE BUCEAR.

SIGNOS Y SÍNTOMAS:

- ADORMECIMIENTO DE LAS EXTREMIDADES.
- DEBILIDAD.
- DISTURBIOS VISUALES.
- LETARGO.
- INCOORDINACIÓN.
- INCONSCIENCIA.
- MALESTAR GENERAL.
- PARÁLISIS EN MIEMBROS.
- SALPULLIDO EN LA PIEL.
- DOLOR EN LAS ARTICULACIONES.

PRIMEROS AUXILIOS:

- SUMINISTRE OXÍGENO AL 100 %
- SI EL PACIENTE ESTÁ CONSCIENTE, SUMINISTRE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS.
- APLIQUE TRATAMIENTO DE *SHOCK*.
- VIGILE RESPIRACIÓN Y PULSO.
- APLIQUE RCP, SI ES NECESARIO.
- TRASLADO INMEDIATO A CÁMARA HIPERBÁRICA.
- REGISTRAR Y FACILITAR AL MÉDICO, LOS DATOS DE LA INMERSIÓN, LOS PRIMEROS AUXILIOS APLICADOS Y LA REACCIÓN DEL PACIENTE A ELLOS.



HIPOTERMIA

La hipotermia se puede definir como: **EL DESCENSO DE LA TEMPERATURA CENTRAL DEL CUERPO, POR DEBAJO DE LOS LÍMITES NORMALES.** Como ya sabemos, el cuerpo pierde calor aproximadamente 25 veces más en el medio acuático que en el medio aéreo, sin embargo, ésta relación puede aumentar mientras más fría sea el agua. Este tipo de problema, puede llegar a ser serio e inclusive a poner en peligro la vida. La señal preventiva, es cuando la persona empieza a temblar. Este es momento de salir del agua, secarse y arroparse. Por lo general, la hipotermia es más frecuente en la práctica del buceo en altitud que en buceo al nivel del mar, ya que tanto el clima y las aguas, en lagos y ríos en los lugares altos, casi siempre son de bajas temperaturas. Esto hace que aumenten las posibilidades de caer en este tipo de problemas. Es recomendable que cuando se haga una inmersión en aguas frías, que se tome como límite, un grupo anterior al límite real en las tablas, y que se permanezca poco tiempo en el fondo, para evitar la pérdida del calor.

CAUSAS:

- REALIZAR BUCEOS PROLONGADOS EN AGUAS MUY FRÍAS.
- SALIR DEL AGUA Y NO ARROPARSE DE INMEDIATO.

PREVENCIÓN :

- UTILICE TRAJES TÉRMICOS.
- HAGA INMERSIONES CORTAS EN AGUAS FRÍAS.
- EVITE UTILIZAR UN TRAJE QUE LE QUEDE GRANDE, QUE ESTE ROTO O QUE NO SEA EL APROPIADO PARA EL TIPO DE INMERSIÓN.
- NO DEBE ENTRAR AL AGUA, SI YA TIENE FRÍO.
- HAY QUE SECARSE Y ARROPARSE RÁPIDAMENTE DESPUÉS DE SALIR DEL AGUA.
- HAY QUE TOMAR BEBIDAS CALIENTES Y ALIMENTOS RICOS EN CALORÍAS, ANTES Y DESPUÉS DE LA INMERSIÓN.

SIGNOS Y SÍNTOMAS:

- FRÍO INTENSO.
- TEMBLOR.
- EXTREMIDADES AZULOSAS. (CIANOSIS)
- PALIDEZ.

CASOS SEVEROS:

- APATÍA.
- CONFUSIÓN.
- DEBILIDAD.
- TEMBLOR INCONTROLABLE.
- AUSENCIA DE TEMBLOR AUNQUE SE TENGA MUCHO FRÍO.
- FALTA DE COORDINACIÓN.
- IRRITABILIDAD.
- IRREGULARIDADES CARDIACAS.
- MALA PRONUNCIACIÓN.
- RIGIDEZ MUSCULAR.

**PRIMEROS AUXILIOS:**

- SACAR A LA VÍCTIMA DEL AGUA, SECARLA Y ARROPARLA INMEDIATAMENTE: COBIJAR. Y AISLAR AL PACIENTE DEL FRÍO.
- APLICAR BOLSAS, BOTELLAS O COMPRESAS DE AGUA CALIENTE (NO DEMASIADO CALIENTE, PUEDE QUEMAR AL PACIENTE, YA QUE LA SENSIBILIDAD ES ESCASA).
- SUMINISTRAR BEBIDAS CALIENTES (NO ALCOHÓLICAS).

PARA CASOS SEVEROS**TODO LO ANTERIOR, Y ADEMÁS:**

- TRATE AL PACIENTE CON MUCHA DELICADEZA.
- VERIFIQUE MUY CUIDADOSAMENTE LA PRESENCIA O LA AUSENCIA DE RESPIRACIÓN Y PULSO (ESTOS PUEDEN SER MUY DÉBILES).
- APLIQUE **RCP** SI ES NECESARIO.
- APLIQUE TRATAMIENTO DE *SHOCK*, SI ES NECESARIO.
- BUSQUE AYUDA MÉDICA Y/O TRASLADAR AL HOSPITAL.

HIPOXIA

La hipoxia se puede definir como: **EL ESTADO DE UN ORGANISMO, SOMETIDO A UN RÉGIMEN RESPIRATORIO POBRE EN OXÍGENO.** También se le conoce como mal de montaña. Es causada por la falta de oxígeno en el aire, menos denso que prevalece en los lugares altos. Cuando se hace buceo en altitud, se puede presentar debido a la gran diferencia de presión parcial de oxígeno que se da al salir de un medio de mucha presión como el acuático, a otro donde hay poca presión como es la atmósfera en un lugar alto.

CAUSAS:

(antes de una inmersión)

- HACER EJERCICIO PESADO (GENERALMENTE EN LUGARES DE MUCHA ALTITUD). (después o durante una inmersión)
- HACER EJERCICIO PESADO, DURANTE EL BUCEO O AL SALIR DEL AGUA.

PREVENCIÓN:

- NO HACER EJERCICIO EXTREMO Y EVITAR ACTIVIDAD EXTRA O PESADA.

SIGNOS Y SÍNTOMAS:

- DIFICULTAD PARA RESPIRAR O SENSACIÓN DE FALTA DE AIRE.
- MAREO.
- DOLOR DE CABEZA.
- LABIOS Y UÑAS AZULOSAS (CIANOSIS).
- MALESTAR GENERAL.
- INCONSCIENCIA.
- CESE DE LA RESPIRACIÓN.

PRIMEROS AUXILIOS:

- SUMINISTRE OXÍGENO.
- LLEVE AL PACIENTE A UN LUGAR MENOS ALTO.
- APLIQUE RESPIRACIÓN ARTIFICIAL, SI EL PACIENTE NO RESPIRA.
- APLIQUE TRATAMIENTO PARA *SHOCK*, SI ES NECESARIO.
- BUSQUE AYUDA MÉDICA.



CONSUMO DE AIRE

Cuando las condiciones de buceo en altitud son normales, el consumo de aire es ligeramente menor, ya que el resultado de la presión absoluta es menor en elevaciones, que al nivel del mar. Sin embargo, la temperatura del agua tiende a ser más fría, y esto hace que se tenga un mayor consumo de aire, compensando esa pequeña diferencia.

La disminución del consumo en altitud, es directamente proporcional a la elevación del lugar de buceo. Entre más alto, menor será el consumo, pero para ser prácticos y tomando en cuenta que las diferencias en este renglón son tan pequeñas, se recomienda no hacer ninguna modificación a los cálculos de consumo de aire.

MEDICIÓN DE LA ALTITUD

Por lo regular en los lugares muy conocidos o donde se practica con frecuencia el buceo en altitud, es fácil obtener la información acerca del valor del nivel de elevación de cada sitio. No obstante, es recomendable medir físicamente la altitud, ya que algunas veces los datos obtenidos pueden estar equivocados.

De manera obligada, se deberá hacer la medición en los lugares en donde no se tenga ninguna información al respecto.

En ocasiones, la información sobre la altitud, se puede obtener en las oficinas de los organismos dedicados al estudio de la geografía, en algunos mapas o directamente de manera local en los lugares de buceo.

Para hacer la medición de la altitud, se utiliza un instrumento llamado ALTÍMETRO. Este aparato mide el grado de elevación, utilizando el mismo principio con el cual trabaja un profundímetro. Ambos instrumentos utilizan la presión ambiente para ejecutar su medición. Dicha presión es registrada y traducida a unidades de longitud, tales como metros o pies. Estas medidas de longitud, siempre son referidas al nivel del mar, metros sobre el nivel del mar y su abreviatura es m SNM.

Los altímetros son instrumentos que pueden tener diversas características, dependiendo del modelo o marca de fabricación: los hay electrónicos o análogos. Para que su medición sea correcta, es necesario calibrarlo en un lugar conocido con el valor exacto de la altitud del mismo, o simplemente al nivel del mar, con un valor de cero m SNM.

El comportamiento climatológico, afecta las mediciones de los altímetros, ya que si la presión atmosférica cambia, el altímetro lo registra y variará la medición. Para hacer el plan de buceo, y cuando las cifras de la medición sean fraccionarias, se debe ajustar al valor entero inmediato superior.



PROCEDIMIENTOS PARA CALCULAR LOS PLANES DE BUCEO

Para realizar los planes de buceo en altitud, es necesario hacer algunos ajustes a los valores expresados en las tablas que son utilizadas para bucear en el mar, ya que estas están diseñadas para bucear únicamente a las presiones absolutas que imperan al nivel del mar.

ANTES DE UTILIZAR LAS TABLAS DE BUCEO, SE DEBE VERIFICAR, SI TIENEN ALGUNA RESTRICCIÓN PARA SU USO EN ALTITUD.

Existen varios sistemas para lograr los ajustes a las tablas, pero la mayoría de ellos lo hacen basándose en el peso de la atmósfera, resumiéndola a través del cálculo de un factor de corrección que se aplica en el momento de hacer el plan de buceo.

Las capas de aire que conforman la atmósfera terrestre, son más densas entre más bajas están, por lo tanto, las capas aéreas bajas son más pesadas que las altas; esto hace que para lograr un cálculo fiel, debería utilizarse un sistema de tipo exponencial, que tomara en cuenta la diferencia de peso entre todas las capas de la atmósfera. Estos sistemas existen, sin embargo, son muy complicados, tediosos y poco prácticos para manejarlos.

Para facilitar el cálculo de los valores en los planes de buceo, y por su sencillez y confiabilidad, hemos seleccionado otro tipo de sistemas considerados de tipo lineal o cuadrado.

Estos sistemas son: el de **METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR** y el de **PRESIONES ATMOSFÉRICAS**. Aún cuando estos métodos consideran que todas las capas de aire pesan lo mismo (razón por lo cual se les considera como sistemas lineales o cuadrado), arrojan valores sumamente aproximados a los de sistemas exponenciales, dando como resultado que las diferencias son tan pequeñas, que no es importante considerarlas.

SISTEMA DE METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

Uno de los métodos más sencillos y confiables es el sistema **DE METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR**, también conocido en México como sistema **PAUL RUE**. Este método se basa en el valor de la altitud expresado en metros.

COMO HACER UN PLAN DE BUCEO

Para elaborar un plan de buceo con este sistema hay que seguir algunos pasos:

- 1.- CALCULAR EL VALOR DEL FACTOR DE CORRECCIÓN.
- 2.- CALCULAR EL VALOR DE LA PROFUNDIDAD APARENTE.
- 3.- HACER LA GRÁFICA.
- 4.- CALCULAR EL VALOR DE LA VELOCIDAD DE ASCENSO.
- 5.- CALCULAR LA PROFUNDIDAD DE LA PARADA DE SEGURIDAD.

**EJEMPLO:**

Vamos a realizar una inmersión en un lugar que está a 1,100 m SNM, a una profundidad de 60 pies y por un tiempo de 35 minutos.

ALTITUD **1,100 m/SNM**
PROFUNDIDAD **60 PIES**
TIEMPO **35 MINUTOS**

PASO Nº 1**COMO CALCULAR EL VALOR DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

Se debe tomar el valor de 10,000 m, como una medida constante de altura de la atmósfera terrestre; a este valor, hay que restarle el valor de la altitud del lugar en donde se pretende bucear; al producto de esta operación hay que dividirlo entre el número 10,000, y esto dará como resultado un valor llamado **FACTOR DE CORRECCIÓN**. Se abrevia **FC**, mediante el cual, se harán todos los ajustes a las tablas, para hacer el plan de buceo.

FÓRMULA

$$FC = \frac{10,000 - m. S.N.M.}{10,000}$$

EJEMPLO:

ALTURA DE LA ATMÓSFERA **10,000 m SNM**
ALTITUD EN EL LUGAR **- 1,100 m SNM**
RESULTADO **8,900**

$$FC = \frac{10,000 - 1,100}{10,000} = \frac{8,900}{10,000} = 0.89$$

$$FC = 0.89$$

En este sistema, el factor de corrección siempre tendrá un valor fraccionario, es decir, **menor a uno**.

Para realizar el plan de buceo en altitud, el factor de corrección sólo se aplica a la profundidad y no al tiempo.

**PASO Nº 2****COMO CALCULAR EL VALOR DE LA PROFUNDIDAD APARENTE**

Para hacer los planes de buceo en altitud, se utilizan dos valores para la profundidad: uno real, llamado **PROFUNDIDAD REAL** y que se abrevia **PR** y otro que es ficticio, que se le llama **PROFUNDIDAD APARENTE** y su abreviatura es **PA**. La profundidad real, es la que realmente se hará en la inmersión y la profundidad aparente, sólo se utilizará para el cálculo del plan de buceo.

Se divide la “**Profundidad real**” ó **PR** (a la que se pretende bucear), entre el **factor de corrección** ó **FC**. Como resultado de esta operación, se obtiene otro valor que llamaremos “**profundidad aparente**” ó **PA** (es una profundidad ficticia, con la que se realizan los cálculos del plan de buceo) y su valor siempre será mayor a la profundidad real.

FÓRMULA

$$PA = \frac{PR}{FC}$$

DIVIDIMOS 60 PIES (PROF. REAL) ENTRE 0.89 (FC)= 67.4 PIES (PROF. APARENTE), con este ultimo valor haremos nuestro plan de buceo, generalmente obtenemos valores fraccionarios los cuales no existen en las tablas, por lo tanto, tomaremos el valor inmediato superior, que en este caso será de 70 pies.

$$PA = \frac{60}{0.89} = 67.4$$

El resultado es **PA** = 67.4 pies.

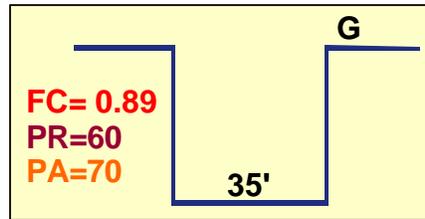
PROFUNDIDAD APARENTE 67.4 PIES =70 PIES EN LAS TABLAS (EL SISTEMA ES IGUAL SI LA PROFUNDIDAD SE MANEJA EN METROS)

PASO Nº 3**HACER LA GRÁFICA**

Así podemos ver claramente que la profundidad real **PR** en nuestro ejemplo, es de 60 pies y que la profundidad aparente **PA** (con la cual realizamos el plan de buceo), es de 67.4 pies. Esto nos lleva a tomar el valor inmediato superior en las tablas de 70 pies de profundidad para realizar nuestro plan de buceo (en vez de a 60 pies como sería al nivel del mar). Esto quiere decir, que el bucear a 60 pies de profundidad en un lugar que se encuentre a una altitud media con valor de 1100 m SNM, es equivalente a bucear a 70 pies de profundidad al nivel del mar.



Una regla, general es que el tiempo de buceo no se modifica en ningún caso, de tal manera que la cédula de nuestro plan de buceo se será:
70 PIES/35 MIN. saliendo en grupo de repetición G (según tablas de CIMAS).



PASO Nº 4

COMO CALCULAR LA VELOCIDAD DE ASCENSO

Dentro de los planes de buceo existen, otros elementos que también deben ser ajustados, estos son: la velocidad de ascenso, la profundidad de las paradas seguridad y las de descompresión. Para ello usaremos el mismo factor de corrección.

Al dirigirse desde fondo (medio de mucha presión), hacia la superficie (medio de menor presión), la presión ambiente va disminuyendo y según la ley de *Henry*, esto puede favorecer la formación de burbujas de nitrógeno en nuestros tejidos, cuando el cambio de presión se efectúa rápidamente. Por este motivo, existen reglas de seguridad respecto a la velocidad de ascenso. Si tomamos en cuenta el concepto anterior, notaremos que éste efecto de disminución de la presión al salir a la superficie, será más pronunciado en altitud. Cuanto menor sea la presión atmosférica existente en el lugar de buceo, mayor será la diferencia.

La velocidad de ascenso en buceos al nivel del mar, no debe rebasar los 10 m/min o 30 pies/min, pero en un buceo en altitud, debe ser aún más lenta (LA VELOCIDAD DE ASCENSO EN BUCEO EN ALTITUD, SIEMPRE SERÁ MENOR A LA DE BUCEO EN EL MAR). Para saber cual es la velocidad de ascenso en buceo de altitud, debemos aplicar el factor de corrección a la velocidad de ascenso utilizada para buceos en el mar, mediante una multiplicación.

EJEMPLO :

La velocidad de ascenso establecida para buceos al nivel del mar es de **10 m por minuto** ó de **30 pies por minuto**; por lo tanto multiplicamos 10 ó 30 (según sea el caso, si se manejan metros o pies) por el factor de corrección.

EN METROS

VELOCIDAD DE ASC. 10 m/min X 0.89 = 8.9 = 9 m/min

LA VELOCIDAD DE ASCENSO EN ESTE LUGAR UBICADO A 1100 m SNM SERÁ: 9 m POR MINUTO.



EN PIES

VELOCIDAD DE ASC. 30 pies/min X 0.89 = 26.7 = 27 pies/min

LA VELOCIDAD DE ASCENSO EN ESTE LUGAR UBICADO A 1100 m. SNM SERÁ: 27 PIES POR MINUTO.

NOTA:

EN BUCEO DE ALTITUD, LA VELOCIDAD DE ASCENSO SIEMPRE SERÁ **MÁS LENTA**, QUE AL NIVEL DEL MAR.

PASO Nº 5

COMO CALCULAR LA PROFUNDIDAD DE LAS PARADAS DE SEGURIDAD O DE DESCOMPRESIÓN

Cuando se practica el buceo en altitud, es recomendable hacer paradas de seguridad, su profundidad, al igual que las de descompresión, también debe modificarse (**SOLO LA PROFUNDIDAD**, el tiempo **NO** se modifica). No hay que olvidar que el buceo con descompresión no está permitido, y que las paradas de descompresión, sólo deben hacerse como un procedimiento de emergencia.

Una parada de seguridad en el mar, siempre se debe hacer a 4.5 m ó a 15 pies de profundidad, durante 3 minutos. Para calcular la profundidad de una parada de seguridad en un buceo en altitud, se debe multiplicar la profundidad establecida para el nivel del mar, por el valor del factor de corrección.

EJEMPLO:

$$4.5 \text{ m} \times 0.89 = 4.0 \text{ m}$$

La parada de seguridad se debe hacer a 4 m de profundidad durante 3 minutos.

$$15 \text{ pies} \times 0.89 = 13.35 \text{ pies}$$

La parada de seguridad se debe hacer a 13 pies de profundidad durante 3 minutos.

Para realizar el cálculo de la profundidad de una parada de descompresión, se hace exactamente lo mismo que para calcular la profundidad de una parada de seguridad.

NOTA:

EN BUCEO EN ALTITUD, LAS PARADAS DE SEGURIDAD O DE DESCOMPRESIÓN, SIEMPRE SERÁN **A MENOR PROFUNDIDAD**, QUE AL NIVEL DEL MAR.



SISTEMA DE PRESIONES ATMOSFÉRICAS

Este método también conocido como sistema *KELLER*, se basa en los valores de la presión atmosférica; tanto al nivel del mar, como en el lugar en donde se va a practicar el buceo, por lo que utiliza unidades de presión atmosférica (mmHg, at, bar, kg/cm², lib/pulg²).

Para utilizar este sistema, es necesario conocer los valores de la presión atmosférica al nivel del mar y el del lugar en donde se pretende bucear. Como se sabe, el valor de la presión atmosférica al nivel del mar, se toma como constante y equivale a 760 mmHg, pero el valor de los diferentes lugares de buceo es variable y debe averiguarse o calcularse.

En algunos mapas, oficinas de gobierno o en los sitios de buceo, es posible obtener los datos del valor de mmHg del lugar, sin embargo y por desgracia, es difícil encontrarlos, y cuando esto se logra, no todas las veces son datos fidedignos.

Los pasos a seguir para realizar los planes de buceo, son exactamente los mismos que en el sistema de *PAUL RUE*.

EJEMPLO:

Vamos a realizar una inmersión en un lago que esta en un lugar con una presión atmosférica de 674 mmHg, a una profundidad de 60 pies y por un tiempo de 35 minutos.

LUGAR DE BUCEO	674 mmHg
PROFUNDIDAD	60 PIES
TIEMPO	35 MINUTOS

PASO Nº 1

COMO OBTENER EL FACTOR DE CORRECCIÓN

Para obtener el factor de corrección en este sistema, basta con dividir el valor de la presión atmosférica al nivel del, entre el valor de la presión atmosférica local (en el lugar de buceo). El resultado de esta operación da un valor que es el del **FACTOR DE CORRECCIÓN = FC**, en este sistema y a diferencia del de *PAUL RUE*, el valor de **FC**, es siempre mayor a uno.

FÓRMULA

$$FC = \frac{760 \text{ mm Hg}}{\text{PRES. AT. LOCAL mm Hg}}$$

$$FC = \frac{760 \text{ mm Hg}}{674 \text{ mm Hg}}$$

$$FC = 1.12$$

El valor de **FC** = 1.12

**PASO Nº 2****COMO CALCULAR EL VALOR DE LA PROFUNDIDAD APARENTE**

Al igual que el sistema anterior, para hacer los planes de buceo en altitud, se utilizan dos valores para la profundidad: **PROFUNDIDAD REAL** y **APARENTE**, y se utilizan exactamente de la misma manera: la profundidad real es a la que realmente se hará la inmersión, y la profundidad aparente sólo se utilizará para el cálculo del plan de buceo.

Para obtener el valor de la profundidad aparente en este sistema, al contrario del otro, se multiplica el valor de la “**Profundidad real**” ó **PR** (a la que se pretende bucear), por el valor del factor de corrección ó **FC**. Como resultado de esta operación, se obtiene el valor de la **profundidad aparente** ó **PA** y al igual que en el otro método, su valor siempre será mayor a la profundidad real.

FÓRMULA

$$PA = PR \times FC$$

MULTIPLICAMOS 60 PIES (PROF. REAL) POR 1.12 (FC)= 67.2 PIES (PROF. APARENTE). Con este ultimo valor haremos nuestro plan de buceo, generalmente, obtenemos valores fraccionarios los cuales no existen en las tablas, por lo tanto tomaremos el valor inmediato superior, que en este caso será de 70 pies..

$$PA = 60 \times 1.12 \quad PA = 67.2 \text{ pies}$$

El resultado es **PA** = 67.2 pies.

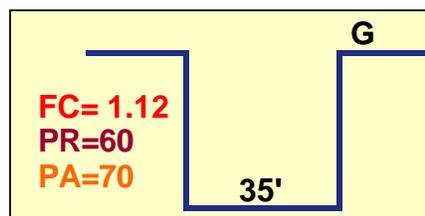
PROFUNDIDAD APARENTE 67.4 PIES =70 PIES EN TABLAS (EL SISTEMA ES IGUAL SI LA PROFUNDIDAD SE MANEJA EN METROS).

PASO Nº 3**HACER LA GRÁFICA**

La profundidad real **PR** de nuestro ejemplo es de 60 pies y el valor que corresponde a la profundidad aparente **PA** es de 67.2 pies, lo cual nos lleva a realizar nuestro plan de buceo a 70 pies de profundidad.

Al igual que en el otro sistema, el tiempo de buceo no se modifica en ningún caso, de tal manera que la cédula de nuestro plan de buceo será:

70 PIES/35 MIN. saliendo en grupo de repetición G (según tablas de CIMAS).



**PASO Nº 4****COMO CALCULAR LA VELOCIDAD DE ASCENSO**

Para obtener el valor de la velocidad de ascenso en este sistema: debemos aplicar mediante una división, el factor de corrección, a la velocidad de ascenso establecida para buceos en el mar. Esto es exactamente lo contrario a lo establecido en el método anterior. El valor obtenido en este caso, también será menor comparado con el del nivel del mar.

EJEMPLO :

La velocidad de ascenso establecida para el nivel del mar es de **10 m por minuto** ó de **30 pies por minuto**, entonces dividimos 12 ó 40 (según sea el caso, si se manejan metros o pies) entre el factor de corrección.

EN METROS

$$10 \text{ m/min} \div 1.12 = 8.9 \text{ m/min.}$$

LA VELOCIDAD DE ASCENSO SERÁ: 9 m/min.

EN PIES

$$30 \text{ pies/min} \div 1.12 = 26.7 \text{ pies/min.}$$

LA VELOCIDAD DE ASCENSO SERÁ: 27 pies/min.

NOTA:

EN BUCEO DE ALTITUD, LA VELOCIDAD DE ASCENSO SIEMPRE SERÁ MÁS LENTA QUE A NIVEL DEL MAR.

PASO Nº 5**COMO CALCULAR LA PROFUNDIDAD DE LAS PARADAS DE SEGURIDAD O DE DESCOMPRESIÓN**

Siguiendo el mismo concepto que en el otro sistema, cuando se practica el buceo en altitud, es recomendable hacer paradas de seguridad, su profundidad, al igual que las de descompresión, también debe modificarse (**SOLO LA PROFUNDIDAD**, el tiempo **NO** se modifica). No hay que olvidar que el buceo con descompresión no está permitido, y que las paradas de descompresión, sólo deben hacerse como un procedimiento de emergencia.

Una parada de seguridad en el mar, siempre se debe hacer a 4.5 m ó a 15 pies de profundidad, durante 3 minutos. Para calcular la profundidad de una parada de seguridad en un buceo en altitud con este método, se debe dividir el valor de la profundidad establecida, entre el valor del factor de corrección.



EJEMPLO:

$$4.5 \text{ m} \div 1.12 = 4 \text{ m}$$

La parada de seguridad se debe hacer a 4 m de profundidad durante 3 minutos.

$$15 \text{ pies} \div 1.12 = 13.3 \text{ pies}$$

La parada de seguridad se debe hacer a 13 pies de profundidad durante 3 minutos.

Para realizar el cálculo de la profundidad de una parada de descompresión, se hace exactamente lo mismo que para calcular la profundidad de una parada de seguridad.

NOTA:

EN BUCEO EN ALTITUD, LAS PARADAS DE SEGURIDAD Y LAS DE DESCOMPRESIÓN SIEMPRE SERÁN A MENOR PROFUNDIDAD.

PERIODO DE ADAPTACIÓN

Como quedó establecido anteriormente, al ir de un medio de más presión a otro con menos presión, se rompe el equilibrio entre la presión del medio ambiente y la existente en los gases disueltos en los tejidos del cuerpo. Es decir, que en este caso, existiría mayor cantidad de nitrógeno en los tejidos. A este excedente de nitrógeno, se le llama **NITRÓGENO RESIDUAL** (ES EL MISMO EFECTO QUE CUANDO BUCEAMOS Y SALIMOS A LA SUPERFICIE), esto siempre pasará al ir de un nivel bajo, a otro de mayor elevación.

El nitrógeno residual, va a tender a liberarse poco a poco hasta llegar al punto de equilibrio (igual que cuando se hace el intervalo en superficie después de bucear). Atendiendo a este concepto, cuando se cambia de altitud (hacia arriba), antes de bucear, es necesario calcular el nitrógeno residual en los tejidos, al igual que cuando se hace en un buceo de repetición, de hecho, al subir de nivel, en términos de nitrógeno, es como si se hubiese buceado.

Para poder bucear en altitud sin nitrógeno residual, se debe hacer un periodo de adaptación a la altitud, este periodo sirve para eliminar el nitrógeno de los tejidos, igual que un intervalo en superficie entre buceos. Para eliminar totalmente el nitrógeno, el periodo de adaptación debe ser por lo menos de 24 horas. En este caso, se puede hacer el plan de buceo iniciando sin grupo de repetición, o dicho de otra manera, sin nitrógeno residual.

Muchas veces y por varias razones, no es posible realizar un periodo de adaptación completo antes de bucear. En el caso que sea menor a 24 horas, y debido a que el periodo de adaptación funciona igual que el intervalo en superficie, (entre más extenso es, mayor es la cantidad de nitrógeno liberado), se considera que no se eliminó totalmente el nitrógeno. Para realizar el plan de buceo, se debe considerar este nitrógeno residual. En este caso es necesario asignar una letra de grupo de buceo de repetición para iniciar la inmersión, de manera similar a un buceo de repetición en el mar.

Para la asignación del grupo de repetición en las tablas para un periodo de adaptación a la altitud, se debe considerar una letra en las tablas CIMAS de buceo, por cada 300 m ó 1,000 pies de altitud.

**EJEMPLO :****FÓRMULA**

$$\text{grupo} = \frac{\text{altitud en m}}{300 \text{ m}}$$

$$\text{grupo} = \frac{\text{altitud en ft}}{1,000 \text{ ft}}$$

Considérese que se va a bucear en un lugar que está a 1,100 m. SNM.

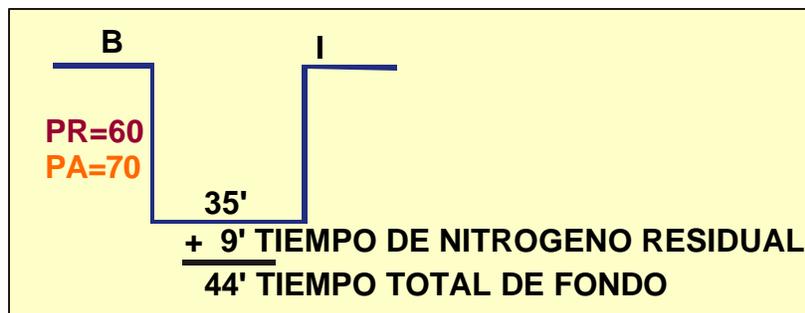
1,100 m SNM dividido entre 300 m = 3.66, como no puede haber valores fraccionarios de grupo, se toma el valor entero inmediato superior, o sea 4. Es decir, se debe tomar la cuarta letra de la tabla, que en este caso es la letra **D**.

$$\text{GRUPO} = \frac{1,100}{300} = 3.66 \text{ sube a } 4 \quad \text{GRUPO} = \frac{3,300}{1,000} = 3.3 \text{ sube a } 4$$

Como conclusión se puede decir, que al llegar a un lugar que tiene 1,100 m SNM de altitud, yendo desde el nivel del mar, se consideraría estar en grupo **D**.

Al momento de arribar a la máxima altitud, empieza a contar el tiempo de adaptación, igual como si fuera un intervalo en superficie: Es decir, utilizando las tablas de buceo CIMAS, en la tabla N° 2 (sección de intervalo en superficie), después de 2:30 horas, se cambiaría del grupo **D** al Grupo **B**.

En este caso, el plan de buceo para la inmersión debe iniciarse estando en grupo **B**.



En los casos en los que se cambia la altitud, yendo desde un punto en altitud a otro más elevado, sólo se debe considerar la diferencia entre las altitudes.

EJEMPLO:

Yendo desde un poblado que se encuentra a 1,800 m SNM, a un lago situado a 3,200 m SNM, se debe obtener la diferencia entre las altitudes, mediante una resta, y luego calcular el grupo de repetición, tomando una letra por cada 300 m de altitud.



$$\begin{array}{r} 3,200 \text{ m SNM} \\ - 1,800 \text{ m SNM} \\ \hline 1,400 \text{ (diferencia)} \end{array} \qquad \frac{1,400}{300} = 4.66 \text{ sube a } 5$$

Como resultado, se puede decir, que al llegar a un lugar que tiene una diferencia de altitud de 1,400 m, se consideraría estar en grupo **E** (quinta letra).

Al momento de arribar, empieza a contar el tiempo de adaptación, es decir, utilizando las tablas CIMAS en la sección de intervalo en superficie: después de 2:00 horas, se cambiaría del grupo **E** al Grupo **C**.

BUCEO DE REPETICIÓN EN ALTITUD

El buceo de repetición es un tipo de buceo que se debe hacer con mucho cuidado en ambientes de altitud. Cuando no se realizan todos los procedimientos a la perfección, la combinación de la baja presión atmosférica, el nitrógeno residual y la adicional acumulación de más nitrógeno en los buceos repetitivos, pueden favorecer a la formación de burbujas, sobre todo en los tejidos de saturación lenta.

Aunque es mejor tratar de no realizar este tipo de buceos cuando se está en altitud, éstos se pueden realizar bajo medidas estrictas y respetando algunas condiciones especiales, sobre todo en el manejo del nitrógeno almacenado en el cuerpo. Para hacer inmersiones de repetición en altitud, es recomendable tener intervalos en superficie lo más prolongados que sea posible, esto ayudará a eliminar nitrógeno, y así entrar al siguiente buceo con menor cantidad.

En altitud, no se aconseja hacer más de dos inmersiones dentro de un lapso de 24 horas, y estos no deben exceder los 30 metros ó 100 pies de profundidad, y es aconsejable que en todos los buceos, se considere como limite un grupo anterior a este.

En elevaciones mayores a los 3,000 m SNM, no se aconseja realizar buceos sencillos a más de 30 m ó 100 ft de profundidad, y tampoco buceos de repetición a ninguna profundidad. Como regla, se debe evitar a toda costa el buceo de repetición.

INSTRUMENTOS

Los cambios de presión, no sólo afectan al buceador, sino también, al equipo y a los instrumentos que porta.

Algunos profundímetros marcan diferente cuando son utilizados en buceos en altitud. Como ya sabemos existen varios tipos de profundímetros y estos son afectados según su tipo y su manera de funcionar.

PROFUNDÍMETROS BOURDON, DE TAMBOR O MECÁNICOS

Este tipo de profundímetros son fabricados y calibrados para ser utilizados al nivel del mar y en agua salada, al llevarlos a un ambiente en altitud y agua dulce, marcan menor profundidad (la profundidad real será mayor), esto se debe a que su calibración está echa para medir presiones a partir de una atmósfera. Como en altitud la presión atmosférica es



menor a una atmósfera, éste tipo de profundímetro empieza a marcar la profundidad hasta que la presión absoluta llegue a una atmósfera, es decir, transcurridos varios metros bajo el agua.

Para corregir esta diferencia en este tipo de profundímetros, se debe agregar un pie por cada 300 m ó 1,000 pies de altitud. Y al total de este cálculo, hay que adicionarle un 3%, para compensar la diferencia de densidad entre el agua salada y el agua dulce.

EJEMPLO:

LUGAR DE BUCEO A 3000 m/SNM.
PROFUNDIDAD REAL 70 ft

$$\frac{3,000}{300} = 10$$

Para calcular lo que el profundímetro marcará en el momento de llegar a los 70 ft de profundidad, hay que restar del valor de la profundidad real, el valor obtenido de la división entre la altitud y la constante de 300 m; al producto de esta operación, hay que adicionarle el 3%, para compensar el cambio de densidad del agua dulce.

PROFUNDIDAD REAL 70 ft
RESULTADO DE LA DIVISIÓN DE 3000 entre 300 = 10
ADICIONAR AL RESULTADO 3%

$$70 - 10 = 60 \quad 60 + 3\% = 61.8$$

Como se puede observar en el ejemplo, la diferencia entre adicionar el 3% o no, es mínima, así que, si se quiere ser realmente práctico, se puede omitir este último paso, y se tendrá aún un resultado muy cercano.

Esto quiere decir, que en este caso, si se pretendiera bucear a 70 ft, se llegaría a esta profundidad, cuando el profundímetro marcara los 60 ft.

PROFUNDÍMETROS CAPILARES

Este tipo de profundímetros funcionan basados en la ley de *Boyle*, son precisos pero su lectura se dificulta cuando se incrementa la profundidad. Este tipo de instrumentos, también son afectados por la diferencia de presión en altitud; marcan de más en relación a la profundidad real, teniendo una diferencia aproximada de 3.4% del valor de la profundidad, por cada 300 m o 1000 pies de altitud.

Para calcular lo que un profundímetro capilar marcará en el momento de llegar a los 70 ft de profundidad, hay que obtener el 3.4% del valor de la profundidad real; al resultado de esta operación, multiplicarlo por el producto de la división, entre la altitud del lugar de buceo y la constante de 300; a éste último resultado, hay que sumarle el valor de la profundidad real.



EJEMPLO:

ALTITUD 3,000 m SNM.
PROFUNDIDAD REAL 70 ft

$$70 \times 3.4\% = 2.38$$

$\frac{3,000}{300} = 10$

RESULTADO DE LA DIVISIÓN DE 3000 entre 300 = **10**

$$2.38 \times 10 = 23.8$$

$$23.8 + 70 = 93.8$$

Esto quiere decir, que en este caso, si se pretendiera bucear con un profundímetro capilar a 70 ft, se llegaría a esta profundidad, cuando éste, marcara los 93.8 ft.

Se puede notar que la lectura que arroja un profundímetro capilar, se aproxima mucho al valor de la profundidad aparente.

PROFUNDÍMETROS CALIBRABLES

Debido a que este tipo de profundímetros se pueden ajustar o calibrar, dan la lectura de la profundidad real a cualquier altitud, por lo tanto son los **MÁS RECOMENDABLES** para utilizarlos en este tipo de buceo.

Para utilizar este tipo de profundímetros, basta con calibrarlo a cero antes de iniciar la inmersión, y leer en todo momento la marca de la profundidad real.

COMPUTADORAS

Las computadoras de buceo son instrumentos que cada día se ponen más de moda, sin embargo, su uso indiscriminado, puede ser peligroso y más aún cuando se utilicen para practicar inmersiones en altitud.

No todas las computadoras son compatibles con el buceo en altitud, sólo se podrán utilizar aquellas que en su programa tengan contemplados los ajustes pertinentes para buceo en altitud.

Aún cuando la computadora contemple los ajustes necesarios para el buceo en altitud, se recomienda ser muy conservador en su uso, nunca se debe llegar al límite marcado por ella, y si es posible, mantenerse lejos de sus límites.

Hay que recordar que existen reglas establecidas y específicas para hacer uso de las computadoras de buceo; asegúrese de conocerlas antes de utilizar una, de respetarlas durante su uso, y para conocer su funcionamiento y saber si su programa es compatible con el buceo en altitud, debe leer el manual del fabricante antes de usarla.



RECOMENDACIONES PARA EL BUCEO EN ALTITUD

- RESPETE TODAS LAS REGLAS DE SEGURIDAD.
- SEA CONSERVADOR AL HACER LOS PLANES DE BUCEO.
- NO BUCEE CON DESCOMPRESIÓN.
- REALICE PARADAS DE SEGURIDAD EN TODOS LOS BUCEOS.
- NO HAGA BUCEOS PROFUNDOS.
- NO HAGA BUCEOS DE POCA PROFUNDIDAD CON TIEMPOS MUY PROLONGADOS.
- SI HACE BUCEOS DE REPETICIÓN, NO REALICE MÁS DE DOS POR CADA 24 HORAS.
- NO HAGA BUCEOS DE REPETICIÓN A MÁS DE 30 m /100 ft.
- NO HAGA BUCEOS DE REPETICIÓN EN ALTITUDES MAYORES A LOS 3,000 m SNM.
- NO HAGA BUCEOS A MÁS DE 30 m /100 ft, EN ALTITUDES MAYORES A LOS 3,000 m SNM.
- NO HAGA BUCEOS DE REPETICIÓN DURANTE MUCHOS DÍAS SEGUIDOS.
- NO HAGA BUCEOS DE MULTINIVELES.
- NO VIAJE EN AVIÓN HASTA 24 HORAS DESPUÉS DE UN BUCEO EN ALTITUD.
- SEA CONSERVADOR EN EL USO DE LAS COMPUTADORAS DE BUCEO.
- EN AGUAS FRÍAS, TOMA COMO LÍMITE, UN GRUPO ANTERIOR EN LAS TABLAS.
- EN GRANDES ALTITUDES, NO HAGA ESFUERZOS, Y AL REALIZAR ALGÚN TRABAJO, TOMA DESCANSOS FRECUENTES.
- SE DEBE CONTAR CON BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS Y CON EQUIPO DE OXÍGENO.

ALTITUD EXTREMA

Debido a que con el incremento de la altitud, la diferencia entre las presiones hidráulica y atmosférica es mayor, hay que considerar que la práctica del buceo en altitudes extremas, tiene más riesgos; por esta razón, cuando se practica el buceo en altitudes mayores a 3, 000 m SNM, las cuales se consideran como altitudes mayores ó extremas, es recomendable seguir algunas recomendaciones especiales a las ya establecidas, estas ayudarán a disminuir los riesgos adicionales por el exceso de altitud:

PARA ANTES DE BUCEAR

- SEA MÁS CONSERVADOR EN LOS PLANES DE BUCEO.
- CUANDO EL AGUA ESTE MUY FRÍA, CONSIDERE UN GRUPO MENOS DE LAS TABLAS, AL REALIZAR EL PLAN DE BUCEO.
- SE DEBE TENER UN BUEN EQUIPO DE APOYO EN SUPERFICIE.

DURANTE LA INMERSIÓN

- HAGA ASCENSOS MÁS LENTOS Y EN DIAGONAL.
- NO PERMANEZCA EN EL AGUA FRÍA, POR PERIODOS LARGOS.
- EVITE LOS BUCEOS PROFUNDOS, DE MULTINIVELES O DE REPETICIÓN.



PARA DESPUÉS DE BUCEAR

- AL SALIR, PIDA QUE ALGUIEN LE PRESTE AYUDA PARA QUITARSE EL EQUIPO CON RAPIDEZ.
- AL SALIR, EN LUGARES DE AGUA MUY FRÍA, APLIQUE TOALLAS CON AGUA TIBIA EN PIES Y MANOS.
- NO CAMBIE EL EQUIPO POR LA ROPA, EN LUGARES AL AIRE LIBRE.
- ARRÓPESE INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE SALIR DEL AGUA.
- EVITE EXPONERSE AL VIENTO FRÍO.
- INGIERA BEBIDAS CALIENTES NO ALCOHÓLICAS, INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE SALIR DEL AGUA.
- EVITE ESFUERZOS INNECESARIOS EN TODO MOMENTO.

APOYO EN SUPERFICIE

Un grupo de apoyo en superficie siempre es necesario, ya que el personal que lo integra puede auxiliar al buceador al entrar o salir del agua, a desequiparse, vestirse y puede suministrar toallas, bebidas calientes o cualquier otra cosa que sea necesaria.

Es necesario que este grupo de personas conozca el plan de buceo, ya que tiene a su cargo el trabajo de superficie, que incluye: la seguridad en la superficie, los planes de emergencia, la aplicación de los primeros auxilios y la ayuda en general para los buceadores.

DATOS DE LOS LUGARES MÁS FRECUENTES, DONDE SE REALIZA EL BUCEO EN ALTITUD EN MÉXICO

-LAGO DE LA MEDIA LUNA, S.L.P.

1,000 m. SNM.=3,000 ft SNM, FC=0.90 (PAUL RUE).

-LAGO DE TEQUESQUITENGO, MORELOS.

1,100 m SNM.= 3,300 ft SNM, FC=0.89 (PAUL RUE).

-LAGO DE ALCHICHICA, PUEBLA.

2,200 m SNM.= 6,600 ft SNM, FC=0.78 (PAUL RUE).

-LAGOS EN EL NEVADO DE TOLUCA, EDO. MEX.

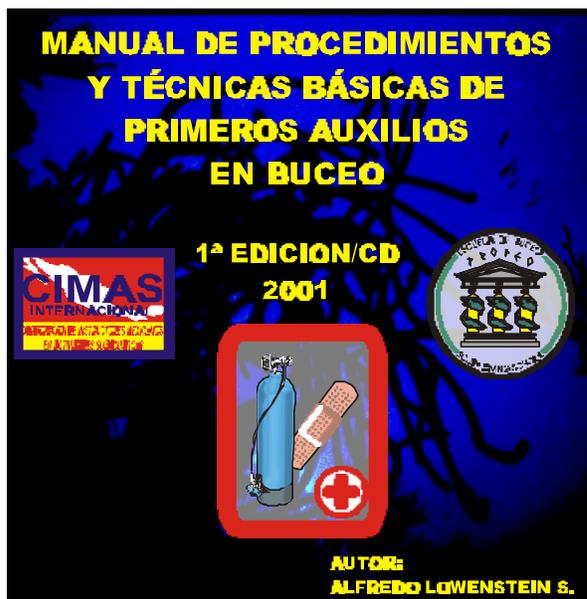
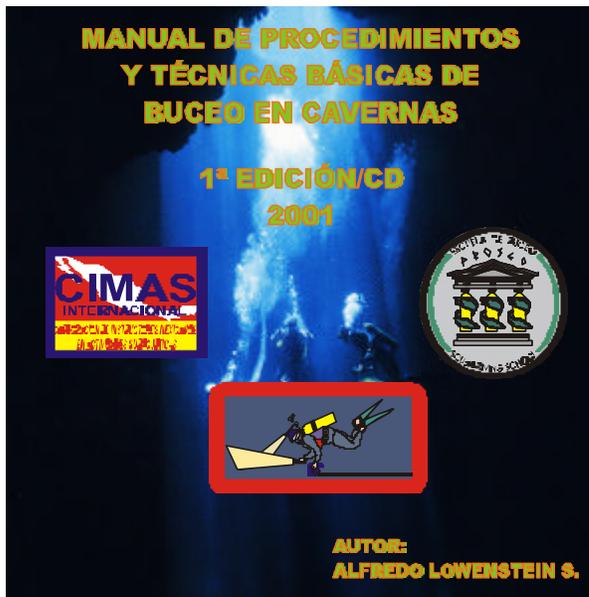
LAGO DEL SOL 4,209 m SNM.= 12,627 ft SNM, FC=0.57 (PAUL RUE)

LAGO DE LA LUNA 4,216 m SNM.= 12,648 ft SNM, FC=0.57 (PAUL RUE).

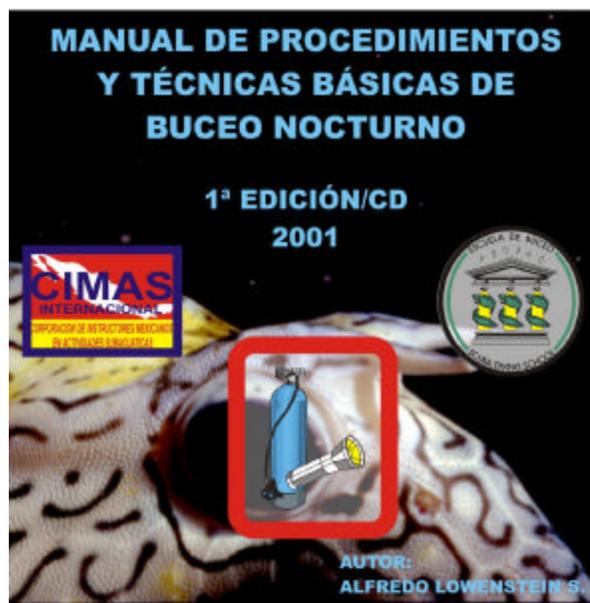
**TABLA DE GRUPOS PARA PERIODOS DE ADAPTACIÓN MENORES A 24 HORAS, EN LAS TABLAS DE BUCEO CIMAS**

ALTITUD m. S.N.M.	GRUPO DE INICIO
0 A 300	A
301 A 600	B
601 A 900	C
901 A 1200	D
1201 A 1500	E
1501 A 1800	F
1801 A 2100	G
2101 A 2400	H
2401 A 2700	I
2701 A 3000	J
3001 A 3300	K
3301 A 3600	L
MÁS ALTITUD SE DEBE ESPERAR 24 hr.	

OTROS TITULOS DISPONIBLES



OTROS TITULOS DISPONIBLES



INFORMACIÓN SOBRE LOS TITULOS DISPONIBLES AL 55-77-65-45