

MANUAL DE BUCEO RECREATIVO SALVAMENTO Y RESCATE

XI EDICION 2003



GONZALO CONCHA

CENTRO DE TECNOLOGÍA Y SEGURIDAD
ACUÁTICA



Cursos de buceo y Natación

Instructor: Gonzalo Concha

Instructor  No. 10932

Instructor  No. 8959

Practicas: Club de la Ribera - Aguacatal

E-mail: gonzaloconcha@telesat.com.co

Pagina Web: <http://apnea2000.tripod.com>

Teléfonos:

Club: (57 2) 8934186

Residencia: (57 2) 5501200

Celular: 315-5123457

Santiago de Cali - Valle del Cauca
Republica de Colombia – Sur América

CAPITULO

IX

Buceo en Alta
Montaña

IX. BUCEO EN ALTA MONTAÑA (BUCEO EN ALTITUD)



IX.1. MOTIVACIÓN

El Buceo de Alta Montaña o Buceo de Altitud, tiene la fascinación y el encanto que ninguna otra práctica recreativa puede ofrecer. Así mismo, el misterioso velo que forman las nieves y neblinas de los páramos, los que a través de la historia han escondido esas mágicas, misteriosas y maravillosas lagunas de aguas cristalinas, reservadas sólo para los dioses, hacen de esta especialidad del buceo recreativo no sólo una aventura inolvidable sino también una pasión permanente.

A pesar de las dificultades propias de la Alta Montaña, como la baja presión parcial del oxígeno, las temperaturas extremas en el ambiente y en el agua, los deficientes

sistemas de transporte y de las comunicaciones etc., cada día aumenta el interés de las personas por conocer estas apartadas regiones. Particularmente para los buceadores, el poder explorar y sumergirse en estas ensoñadoras y misteriosas lagunas, es uno de los placeres más estimulantes y fascinantes que existen, sin importar los esfuerzos que demanden el llegar hasta el lugar escogido, ni lo cortas que puedan ser esta clase de inmersiones.

IX.2. DEFINICIÓN



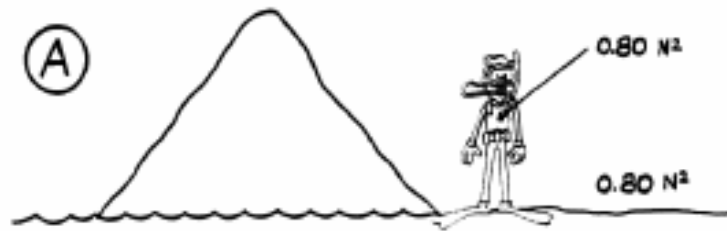
Se denomina BUCEO EN ALTA MONTAÑA O BUCEO EN ALTITUD, a todo buceo realizado en alturas sobre el nivel del mar, superiores a trescientos (300) metros (1000 pies).

En virtud a que cada que ascendemos con respecto al nivel del mar, la presión atmosférica va disminuyendo (compresibilidad de los gases) modificando significativamente el comportamiento de los gases en solución (Ley de Henry), para bucear con seguridad en estas alturas, se hace necesario realizar una serie de ajustes a las tablas que normalmente usamos cuando respiramos aire comprimido para bucear en el mar, lugar éste donde al terminar cada inmersión, la presión atmosférica es de una (1) atmósfera o setecientos sesenta (760) milímetros de mercurio.

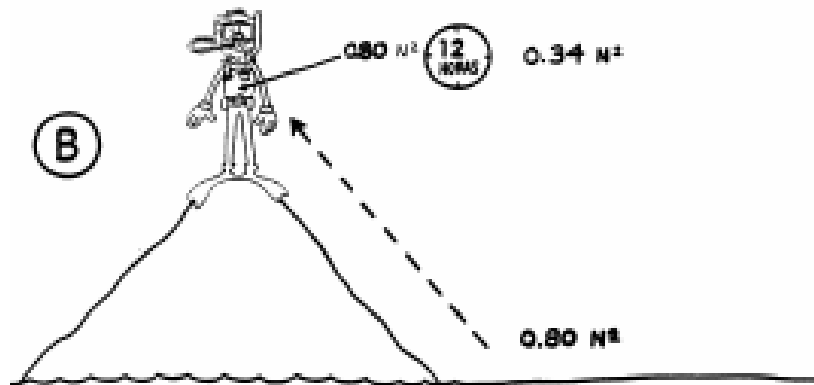
IX.3. SATURACIÓN DE LOS GASES EN LOS LIQUIDOS

Para entender mejor la importancia de la fisiología en el buceo de alta montaña, revisemos un poco cómo al subir, al llegar y al bajar de las montañas, se presentan cambios importantes entre los gases que tenemos disueltos en el torrente circulatorio, los tejidos y el medio ambiente, que ameritan un manejo especial del buceo autónomo con aire comprimido.

Cuando permanecemos en un lugar, por ejemplo a nivel del mar: cero (0) metros ó a una (1) atmósfera, el nitrógeno, gas presente en el aire, ejerce una presión parcial de 0.8 atmósferas, saturando consecuentemente nuestro torrente circulatorio y los tejidos a esta misma presión, llegando a un estado de equilibrio que se denomina **Saturación**.



Cuando ascendemos a la montaña, el nitrógeno presente en el cuerpo, al encontrar que la presión del medio va disminuyendo, inicia su salida por la respiración de manera lenta, buscando su equilibrio, al punto que cuando llegamos a la altura deseada, todavía este gas sigue saliendo, conservando nuestro organismo una presión mayor de nitrógeno que la presente en el medio. A este estado de equilibrio se le denomina **Sobresaturación** (12 horas).



Con todo lo anterior podemos resumir que un buzo cuando llega al lugar de alta montaña, se encuentra en un estado de **Sobresaturación**, por tener en su torrente circulatorio y en los tejidos una presión parcial del nitrógeno en solución mayor que la presente en el medio ambiente.

Este concepto es muy importante, si deseamos bucear en el momento en el que hemos llegado, porque de ser así, debemos considerarnos como si fuéramos a realizar una segunda inmersión, para lo cual debemos consultar la siguiente tabla y calcular el nitrógeno que aún tenemos en nuestro organismo, de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar en el que nos encontramos.

Altura del lugar de inmersión		Letras de saturación a considerar
2000 Pies	600.6 Metros	B
5000 Pies	1501.5 Metros	D
7000 Pies	2202.1 Metros	E
9000 Pies	2701.7 Metros	F
12000 Pies	3603.6 Metros	G

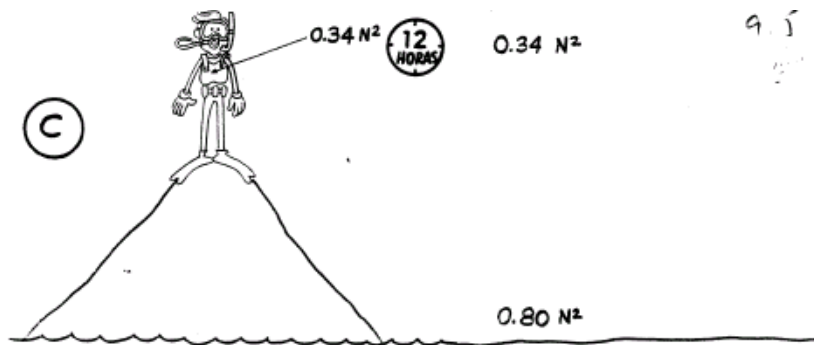
14000 Pies	4204.2 Metros	H
15000 Pies	4504.2 Metros	I

Nota: Esta tabla toma como punto de partida el nivel del mar. Pero si su punto de partida no es cero (0) metros, no interpole estos valores y presuma siempre que partió desde el nivel del mar. Por esta razón y como bucear el mismo día en el que se llega a la laguna es relativamente crítico, se recomienda esperar las doce (12) horas para realizar la inmersión.

IX.3.1. EJEMPLO

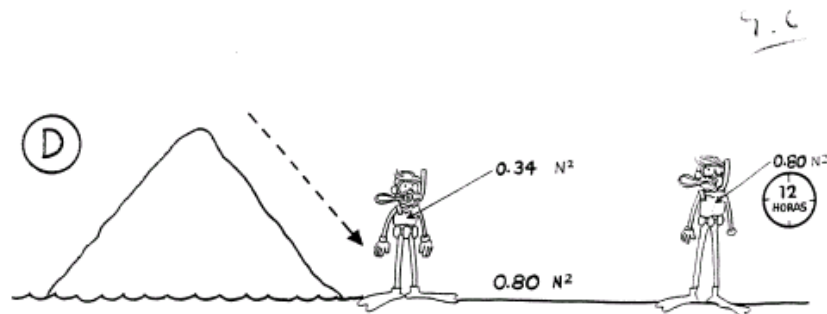
Si el lugar al que hemos llegado tiene una altura de 7.000 pies, consultando la tabla anterior podemos conocer que para nuestra primera inmersión debemos partir del hecho que tenemos una saturación equivalente a la letra "E".

Este estado de Sobresaturación desaparece para dar paso al equilibrio llamado Saturación, después de haber permanecido en el lugar doce (12) horas, tiempo durante el cual -por la respiración- el nitrógeno llegó a su estado de equilibrio.



Si el tiempo disponible nos lo permite, se recomienda realizar el buceo en alta montaña después de haber permanecido un (1) día -por lo menos- en el lugar, ambientándonos y adaptándonos a la nueva presión, para lo cual no se debe consultar la tabla anterior sino realizar nuestros cálculos como una primera inmersión.

Al descender a nuestro lugar de origen ir aumentando la presión atmosférica, el nitrógeno del medio ambiente -ahora con mayor presión-



comienza a entrar a nuestro organismo lentamente, al punto que al llegar al lugar de partida todavía estamos en un estado de desequilibrio denominado **Nonsaturación**, en el cual la presión del nitrógeno del ambiente es mayor que la presente en nuestro organismo.

Como en el caso de la Sobre-saturación, la Nonsaturación desaparece al cabo de las doce (12) horas, llegando al equilibrio o Saturación.

IX.4. EQUIPO.



Contrario a otras especializaciones, el buceo recreativo en alta montaña no requiere de equipo especializado.

IX.4.1. TRAJE



El traje ideal para bajas temperaturas es el traje seco, pero como usualmente disponemos de trajes de neopreno o trajes húmedos, éstos deberán tener un espesor acorde con la temperatura en la que deseamos bucear para lograr así un buceo placentero y seguro (no olvidemos que una pérdida exagerada de temperatura corporal puede conducirnos a una Hipotermia).

IX.4.2. PROFUNDIMETRO

Los profundímetros comúnmente utilizados son los de Bourdon, que vienen calibrados para ser usados en el mar los que nos darán unos registros equivocados cuando los empleamos textualmente en el buceo en alta montaña. Aunque existen tablas especiales para el buceo en alturas y factores de corrección para ajustar los valores de profundidad, lo más recomendado es la utilización de los profundímetros electrónicos o en su defecto computadores calibrados para esta clase de buceo.

Los profundímetros de Capilar, aunque han sido tradicionalmente empleados, presentan un margen de error en alturas y profundidades de importancia.

IX.4.3. CUERDAS Y CABOS

Las cuerdas o cabos son de gran importancia en estas faenas, porque nos facilitan un gran control durante los ascensos y descensos - particularmente en lagos de poca visibilidad - y además nos permiten verificar los datos de profundidad real del lugar.

IX.4.4. TABLILLA DE ESCRITURA

La tablilla de escritura es de gran importancia sí tenemos en cuenta que debemos realizar una serie de cálculos y conversiones, para que con la profundidad aparente podamos consultar las tablas de agua de mar.

IX.4.5. LINTERNA

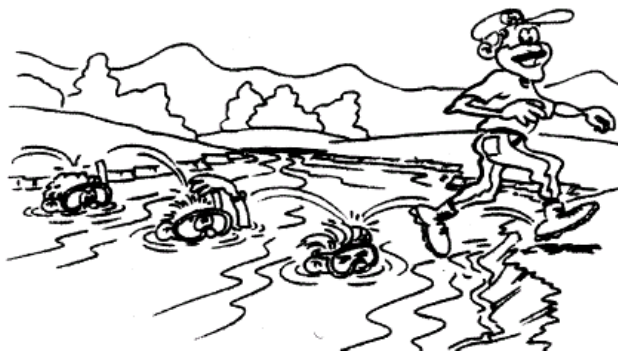
Una linterna a mano siempre es de gran utilidad en el buceo, con mayor razón en lugares como éstos, en los que muchas veces la penetración de la luz no es muy buena y en donde se pueden encontrar cavernas y pastos emergentes.

En los lagos de poca visibilidad se deben seguir las normas del Buceo Nocturno.

IX.4.6. BRUJULA O COMPAS

Este instrumento que a nivel de los buzos certificados ya es de común uso, en el buceo de alta montaña es de indiscutible utilidad.

IX.4.7. EQUIPO DE APOYO EN SUPERFICIE



Es muy importante que en superficie dispongamos de un buen equipo de apoyo logístico, destacándose entre otros un buen equipo de oxígeno, mantas calientes, bebidas calientes (agua de panela, consomé, chocolate), comunicaciones, una alternativa rápida de transporte para casos de emergencia y botiquín.

IX.4.8. FLOTABILIDAD

Aunque - de alguna manera - estamos familiarizados con el cálculo de nuestro lastre en agua dulce (lugares no muy altos con respecto al nivel del mar) cuando realizamos buceo en alta montaña, el traje de buceo (de neopreno por lo general) contiene burbujas de gas, que ante la disminución de presión se expanden, modificando de alguna manera nuestro ya conocido peso para el lastre.

IX.5. ACCIDENTES



IX.5.1. HIPOXIA

Teniendo en cuenta que los desplazamientos a estos lagos de alta montaña - por lo general - se hacen a pié, con pesados equipos a cuestras y sobre alturas en las que la presión de oxígeno disminuye considerablemente, dificultando el normal funcionamiento de nuestro sistema cardiorrespiratorio, debemos planear los recorridos a un ritmo moderado para caminar y haciendo las prudentes paradas de descanso, para evitar de esta manera la aparición de una Hipoxia, accidente que causa pérdida del conocimiento. Además de la precaución ya anotada, se debe disponer de un buen equipo de oxígeno.

Este accidente también se puede presentar durante el buceo, al finalizar la inmersión, cuando el buzo suelta el regulador para respirar del ambiente, encontrando que la presión del oxígeno de éste es insuficiente. En este caso en particular se recomienda que inmediatamente se salga a la superficie no se suelte el regulador, sino conservarlo hasta cuando nos sintamos tranquilos y debemos entregar los tanques al equipo de apoyo.

IX.5.2. SOROCHÉ O MAL DE LAS ALTURAS



Se define como Soroche o Mal de las Alturas al malestar que se siente cuando nos localizamos en alturas de tres mil (3000) metros sobre el nivel del mar y, aún más sí

estamos acostumbrados y fisiológicamente adaptados a vivir en lugares de mayor presión atmosférica.

El dolor de cabeza, la sudoración fría, las náuseas, la hemorragia nasal, la dificultad de coordinación, la visión borrosa y el desvanecimiento, se encuentran entre los síntomas más comunes de este tipo de enfermedad denominada soroche.

Al subir a las montañas y por lo tanto disminuir la presión atmosférica, disminuye consecuentemente la presión parcial del oxígeno, comprometiendo el ritmo y la profundidad respiratoria. Los glóbulos rojos responsables del transporte de la hemoglobina de la sangre, ahora, al encontrar baja la presión parcial del oxígeno, son insuficientes para su normal desempeño, estimulando un ritmo respiratorio acelerado y profundo, en procura de equilibrar la inusual situación.

Una buena prevención consiste en caminar muy despacio y en silencio, realizando paradas de descanso y aclimatación con alguna periodicidad, llevar equipo de oxígeno y evitar las comidas y bebidas que producen gases.

IX.5.3. HIPOTERMIA.



Este accidente causado por la brusca pérdida de temperatura, lo podemos evitar con el uso de un adecuado y completo traje de protección, no abusando del tiempo ni de la profundidad en estos lugares de aguas tan frías y, de ser posible, realizar solamente una (1) inmersión por día.

Como la hipotermia puede poner la vida en peligro, se recomienda además tener en cuenta señales de alarma como la piel de las manos arrugada y de color azulado, tembladera, confusión mental y descoordinación, para abandonar el agua a la mayor brevedad posible.

IX.6. PLANEACION

Como por lo general el buceo en alta montaña se realiza en lugares de difícil acceso y se dificulta la llevada del equipo ideal para apoyar a los buceadores, como por ejemplo: tanques adicionales, botes, motores, compresores etc., la planeación se hace absolutamente indispensable y de gran responsabilidad.



IX.6.1. PROCEDIMIENTO

Revisemos los pasos para planear un buceo en alta montaña, recordando previamente que esta es una práctica que exige experiencia, por lo cual está reservada a los buzos certificados como una de sus especializaciones:

- A. Reúnase previamente con los participantes y analice con ellos el lugar escogido para bucear, su temperatura, visibilidad, programa a realizar, altura sobre el nivel del mar, procedimientos de emergencia y en particular toda la logística correspondiente.
- B. Revise que todos los participantes dispongan no sólo de buena salud sino que también tengan un examen médico reciente.
- C. Cheque el tiempo a utilizar, asigne parejas y haga que cada pareja en particular revise sus equipos.
- D. Asesórese de los guías del lugar para verificar el estado del tiempo atmosférico, alternativas de bienestar en la zona y sistemas de ayuda, así como el trámite para solicitar permisos y el pago de los impuestos correspondientes (Parques Nacionales).
- E. En el caso de la alimentación, tenga en cuenta que la disminución de la presión genera un aumento en el volumen de los gases, esto se cumple también en el sistema digestivo y para evitarlo evite consumir alimentos que estimulen la producción de gases.
- F. De ser posible, planifique la experiencia de alta montaña de manera progresiva con respecto a la altura. Inicie en lugares de poca altura y, así, poco a poco, se va logrando una buena preparación técnica, psicológica y fisiológica.
- G. Finalmente, ilustre a los participantes sobre la conducta ecológica a seguir y sobre las bellezas que estos lugares ofrecen, para que el disfrute sea cada vez mayor.

IX.7. FACTOR DE CORRECCION

Aunque actualmente disponemos de tablas especiales para determinar la profundidad a la que realizaremos los cálculos y consultas (profundidad aparente o profundidad teórica), podemos calcular esta información cuando disponemos de un valor de profundidad real (tomada con una cuerda, un profundímetro de capilar o un electrónico). Para este fin, debemos dividir el valor de la presión atmosférica a nivel del mar en milímetros de mercurio (760) entre la presión atmosférica del lugar, resultado que deberá ser mayor que uno (>1). A este valor lo llamaremos **Factor de Corrección**, el cual multiplicaremos por el valor de profundidad real, para obtener como resultado la profundidad aparente o profundidad de consulta en las tablas de agua de mar.

Presión Atmosférica del lugar
----- X Profundidad Real
Presión Atmosférica a nivel del mar
Resultado = Profundidad Aparente o de Consulta

IX.7.1. EJEMPLO

Deseo bucear en la Laguna de Tota, a diez (10) metros de profundidad. ¿Cuál será el valor de profundidad aparente para consultar en mis tablas?.

525 mmHg
----- = 1.45 x 10 metros = 14.5 metros profundidad aparente
760 mmHg

Sí analizamos la tabla siguiente y comparamos el ejercicio anterior, encontraremos muy aproximado nuestro cálculo:

NOMBRE	ALTURA METROS	PRESION en mm Hg
Agua de Mar	0	760
Hidroprado	386	721
Calima	1.325	633
Ubaqué	2.050	570
Fúquene	2.550	560
Tominé	2.605	550
Sisga	2.655	545
Cocha	2.800	540
Suesca	2.800	540
Neusa	2.960	530
Tota	3.015	525
Buey	3.080	522
Ñimbe	3.300	502
Cumbal	3.300	502

San Rafael	3.420	490
Verde-Volcán Azufra	3.800	470
Páramo de Las Hermosas	3.800	470
Otún	3.950	460
Verde-Nevado Santa Isabel	4.300	435

**PROFUNDIDAD TEORICA EN ALTITUD
(En Metros)**

Profundidad Real	Profundidad Teórica a Diferentes Altitudes en metros									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14
12	12	13	13	14	14	15	15	16	17	17
14	15	15	16	16	27	17	18	19	19	20
16	17	17	18	18	19	20	21	21	22	23
18	19	19	20	21	22	22	23	24	25	26
20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29
22	23	24	25	25	26	27	28	29	31	32
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35
26	27	28	29	30	31	32	24	35	36	38
28	29	30	31	32	34	36	36	36	39	40
30	31	32	33	35	36	37	39	40	42	
32	33	34	36	37	38	40	41			
34	35	37	38	39	41	42				
36	37	39	40	42						
38	39	41	42							
40	41									

PROFUNDIDAD DE PARADA DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA

	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
Profundidad de Parada	4.4	4.3	4.1	4.0	3.6	3.7	8.5	8.4	3.3	3.2

**PROFUNDIDAD TEORICA EN ALTITUD
(en pies)**

Profundidad Real	Profundidad Teórica a Diferentes Altitudes en metros									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	15

20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	35	36	37	39	40	42	44
40	41	43	45	46	48	50	52	54	56	58
50	52	54	56	58	60	62	65	67	70	73
60	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87
70	72	75	78	81	84	87	91	94	98	102
80	83	86	89	92	96	100	103	106	112	116
90	93	97	100	104	108	112	116	121	126	131
100	103	107	111	116	120	124	129	134	140	
110	114	118	122	127	132	137				
120	124	129	134	139						
130	135	140								

PROFUNDIDAD DE PARADA DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA

	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Profundidad de Parada	14	14	13	13	12	12	12	11	11	10

En la siguiente tabla encontramos para nuestra información: alturas en pies, presiones en milímetros de mercurio, presión en libras por pulgada cuadrada de las diferentes alturas, presión en atmósferas y factor de corrección.

ALTITUD PIES	PRESION MMHG	PRESION PSI	PRESION ATM	FACTOR DE CORRECCION
0	760,0	14,70	1,000	0,00
1000	732,9	17,17	0,964	1,22
2000	706,7	13,67	0,930	2,37
3000	681,2	13,17	0,896	3,53
4000	656,4	12,70	0,864	4,61
5000	632,4	12,23	0,832	5,70
6000	609,5	11,78	0,801	6,75
7000	586,5	11,35	0,772	7,73
8000	564,6	10,92	0,743	8,72
9000	543,3	10,51	0,715	9,67
10000	522,8	10,11	0,688	10,58
11000	502,8	9,73	0,662	11,47
12000	483,5	9,35	0,636	12,35
13000	464,8	8,99	0,612	13,16
14000	446,6	8,64	0,588	13,98
15000	429,1	8,31	0,565	14,76
16000	412,1	7,97	0,542	15,54
17000	395,7	7,66	0,521	16,25
18000	379,8	7,35	0,500	16,96
19000	364,4	7,04	0,479	17,67
20000	349,5	6,76	0,461	18,28

IX.9. ALGUNAS RECOMENDACIONES

- A. Evitemos los buceos profundos
- B. En lo posible procurar que las inmersiones no demanden paradas de descompresión.
- C. Realizar la parada de seguridad de acuerdo a la altura del lugar.
- D. Evitar bucear el mismo día que llega a la altura del lugar.
- E. Evitar realizar inmersiones repetidas.
- F. Establecer previamente las señales.
- G. Disponer de un equipo en superficie con oxígeno, comunicaciones, transporte, bebidas calientes, mantas, cobertores calientes y botiquín.
- H. Evitar el consumo de bebidas alcohólicas.
- I. En lo posible realizar un chequeo médico antes de realizar esta práctica.
- J. Verificar que todos los integrantes dispongan de su traje protector isotérmico: capucha, guantes, botines y traje de mangas largas.
- K. En lo posible limitar el tiempo de buceo de acuerdo a la temperatura
- L. Esta práctica solamente debe realizarse con buzos certificados y debidamente entrenados para este fin.
- M. Al terminar la inmersión no se debe soltar el regulador hasta que ya se haya llegado a la orilla o en el bote a punto de entregar su equipo.
- N. Estimar como tiempo de buceo, desde el momento en el que se deja la superficie hasta que se regresa a ella. Así se evitan riesgos por la velocidad y el tiempo de ascenso.

