

# La deco por ratios

## *Descripción*

La deco por ratios “on the fly” (dinámica) es simplemente un sistema que consiste en aplicar un conjunto de reglas para desarrollar la estrategia descompresiva que funcionará para ti según tu tipo de inmersión. Estas reglas se derivan de una combinación de: las mejores teorías, perfiles de software e ideologías, combinados en una metodología fácil de utilizar “on the fly”. La deco por ratios es aplicable a cualquier entorno, en cualquier tipo de inmersión y lo más importante simple de utilizar por el buceador, especialmente durante la inmersión. Si se producen algunos cambios en la profundidad o el tiempo previstos la deco se puede ajustar rápidamente. La siguiente discusión de la deco por ratios es un sistema de pautas que se basa en mezclas estándares, paradas profundas, ventana de oxígeno, gases en fase libre y gases en disolución. Los tiempos para la descompresión en el agua van a ser similares a un perfil de Buhlmann ajustado a un factor de conservadurismo de 30/85 y/o un perfil del V-planner (RGBM/VPM-B) configurado con un factor de conservadurismo de +2.

Encontrarás, sin embargo, que el resultado es muy diferente al obtenido con cualquier modelo de software o con un computador de muñeca. La forma de la deco por ratios considera la mejor teoría y experiencia práctica conocidas hasta hoy. Las reglas se han desarrollado y continuarán desarrollándose levemente mientras que seguimos aprendiendo sobre la descompresión.

## *Perspectiva global*

### **Antecedentes**

Tradicionalmente, el perfil de la deco fue basada en principios Haldanianos o neo-Haldanianos. Éstos crean un perfil de subida que conduce rápidamente al buceador desde el fondo tan rápido como sea posible sin exceder el Valor- M, parando solamente cuando se alcanza el Valor- M, conduciendo al buceador a un ascenso a menores profundidades y realizando luego paradas por períodos de tiempo más largos. Esta teoría de la descompresión no considera la posibilidad de que se produzcan burbujas a profundidad al no exceder el Valor-M (\*) y por lo tanto descuida cualquier potencial crecimiento de éstas o de cualesquier burbujas preexistentes. Estas teorías en principio asumían que el buceador no generaría burbujas en un compartimento (tissue compartment) si no exceden el Valor-M correspondiente.

Desafortunadamente estas suposiciones no se basan en la realidad e investigadores tales como Buhlmann descubrieron micro-burbujas ya presentes y también que burbujas adicionales se producen a profundidades mayores de las anteriormente consideradas. Los investigadores tales como Bruce Weinke y David Yount comenzaron a estudiar la formación de la burbuja y a desarrollar los perfiles de descompresión que modelaron estas burbujas, su mecanismo y su crecimiento en fase libre. Brian Hills también introdujo el concepto de hacer “paradas profundas” para introducir perfiles más lentos de ascenso que permiten que estas burbujas sean transportadas de nuevo a los pulmones antes de que crezcan de forma inmanejable. La comunidad de buceadores también comenzó a utilizar los modelos de Buhlmann con factores de gradiente que intentan forzar el modelo para introducir paradas a una mayor profundidad. Todos estos métodos tienen como objetivo la misma meta: que el

buceador pare mucho más profundo que en la descompresión tradicional, que ascienda más despacio sin penalizarlo por las paradas más profundas y que haga las paradas superficiales mucho más cortas que las tradicionales. La descompresión se termina prácticamente en profundidad y no a 10 pies (los 3m).

(\*) *El valor de M, especifica la tensión tolerable máxima del gas inerte sin producir síntomas de la enfermedad descompresiva.*

### Forma general de la curva de descompresión

La forma general de la descompresión empezando en las paradas más profundas hasta las paradas más superficiales debería crear una curva general de modo que la proporción de tiempo pasada en cada parada de deco o segmento de paradas deba de ser dos veces más larga que la parada o el segmento de paradas precedente. Por ejemplo si tuviésemos paradas múltiples por segmento de descompresión entonces cada segmento más superficial debe de ser dos veces tan largo como el segmento anterior. Digamos que tuviésemos dos paradas de deco de 10ft/3m en el segmento entonces podríamos decir, si:

El segmento 1 - es el segmento más profundo y necesitamos un total de 2 minutos en ese segmento, por lo tanto haríamos 1 minuto en cada una de las dos paradas espaciadas 10ft/3m para sumar los 2 minutos en ese segmento.

El segmento 2 - sería 4 minutos (dos veces más largos que el segmento anterior, más profundo) hechos durante las 2 paradas, así que cada parada espaciada 10ft/3m es 2 minutos.

Segmento 3 - 8 minutos (dos veces tan largos como el segmento 2) hechos durante las 2 paradas, así que cada parada espaciada 10ft/3m es 4 minutos.

Segmento 4 - 16 minutos (dos veces tan largos como el segmento 3) hechos durante las 2 paradas, así que cada parada espaciada 10ft/3m es 8 minutos.

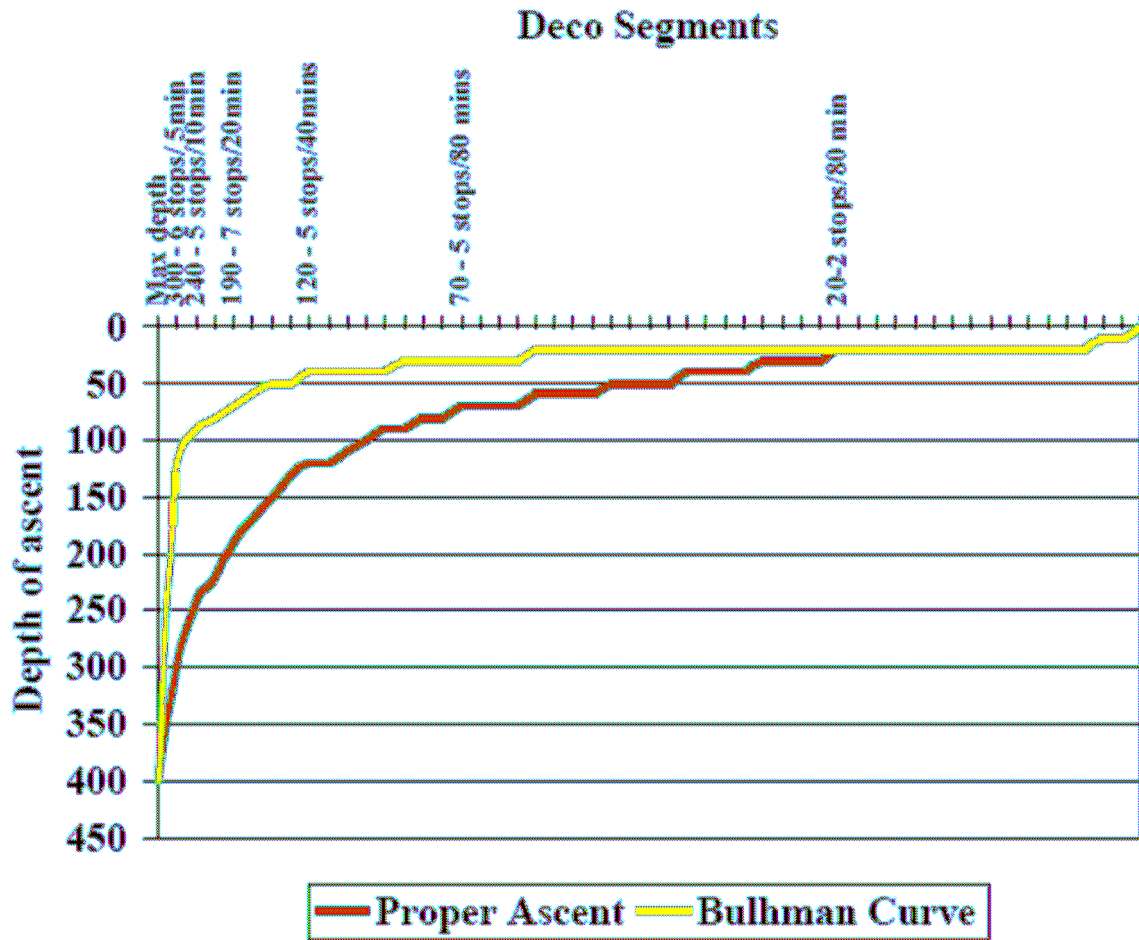
Segmento 5 - éste sería normalmente 32 minutos, hechos durante las 2 paradas. Si, sin embargo, hay solamente resta una parada (10ft/3m) para llegar a la superficie y con el objetivo de mantener la forma de la curva, hacemos los 16 minutos en una sola parada.

Aplicando método a los gases de deco estándar, encontramos que cada gas cubre cerca de 5 paradas con una PPO2 media de 1,2 atmósferas, a excepción de la botella de oxígeno que cubre aproximadamente la mitad de paradas y en con una PPO2 de 1,6 atmósferas.

Deco Gas	Rango de profundidad	Numero de paradas	Comentarios
12/60	300'/90m – 250'/75m	6 paradas	Utilizado raramente
15/55	240'/72m – 200'/60m	5 paradas	Utilizado raramente
21/35	190'/57m – 130'/39m	7 paradas	Utilizado raramente
35/30	120'/36m – 80'/24m	5 paradas	
50% Nitrox	70'/21m – 30'/9m	5 paradas	
Oxigeno	20'/6m – 0'/0m	"2.5" paradas	20'/6m parada + ascenso lento

Observa el gráfico más abajo. Muestra una forma típica de la deco para una inmersión a 400'/120m. Un ascenso apropiado comenzaría las paradas de la descompresión mucho más profundas de que lo que especifica el modelo de Buhlmann, y nuestro primer segmento cubriría desde 300'/90m hasta 250'-75m. Supongamos que dura 5 minutos. Nuestro segmento siguiente de la deco sería a partir de 240'/72m - los 200'/60m y sería de 10 minutos. El siguiente sería 190'/57m - 130'/39m y de 20

minutos. El segmento siguiente es 120'/36m - 80'/24m y 40 minutos. El siguiente es 70'/21m - 30'/9m y 80 minutos y el último segmento, los 20'/6m a la superficie, es la mitad del número de paradas, así que también dura 80 minutos. Fíjate en la diferencia considerable en la forma de una curva estándar de Buhlmann (en amarillo), que coloca la primera parada en 120'/36m.



Por lo tanto podríamos decir que por los tiempos de Deco:

Tiempo O<sub>2</sub> = tiempo de Nitrox 50

Tiempo de Nitrox 50 = 2 \* tiempo de la botella de 120' /36m

Tiempo de la botella de 120' /36m de = 2 \* tiempo de la botella de 190' /57m

Tiempo de la botella de 190' /57m de = 2 \* tiempo de la botella de 240' /72m

Ejemplo:

Si quisiéramos hacer deco con la primera parada en 190' /57m haríamos:

190' /57m - 130' /39m = 7min

120' /36m - 80' /24m = 15min

70' /21m - 30' /9m = 30min

20' /6m = 30min

Esto tiempos sólo pretenden representar la forma general de la curva, no definir un perfil particular. Entonces dividirías el tiempo de cada sección entre el número de paradas dependiendo de la forma que quieras dentro de esa sección (ver abajo).

El tiempo para el segmento O2 se basa en el tiempo de fondo y la profundidad media. Continuas hacia abajo para encontrar los tiempos para cada uno de los segmentos más profundos de la deco.

### Ejemplo

Segmento de 150'/45m de O2 =  $1/2$  \* Tiempo de fondo  
Segmento de 220'/66m de O2 =  $1$  \* Tiempo de fondo  
Segmento de 270'/81m de O2 =  $1.2$  \* Tiempo de fondo  
Segmento de 300'/90m de O2 =  $1.5$  \* Tiempo de fondo  
Segmento de 350'/105m de O2 =  $2.2$  \* Tiempo de fondo  
Segmento de 400'/120m de O2 =  $3$  \* Tiempo de fondo

Por lo tanto si hicieras una inmersión de 25 minutos en 220' /66m tus tiempos de deco para cada segmento serían:

Segmento O2 = 25min  
70' /21m-30' /9m = 25min  
120' /36m-80' /24m = 12min  
190' /57m-130' /39m = 6 minutos

### *Calculando la profundidad media*

La manera más fácil es dividir la parte inferior de la inmersión en segmentos de 5 minutos. Hacer un promedio de cada segmento de 5 minutos. Tomar el segmento más profundo y el segmento menos profundo y añadirlos juntos. Divíde el resultado por 2. Esto dará un promedio para la inmersión. Ahora pónalo con la profundidad y el tiempo. Esto significa que si pasaste más tiempo más profundo entonces pondera hacia esa profundidad. Si pasaste más tiempo menos profundo, entonces pondera hacia menos profundo.

Ejemplo: Una inmersión con 21/35 usando nitrox 50 para la deco y con un perfil de inmersión de 100' /30m durante 5min, luego 150' /45m durante 5 minutos, 160' /48m durante 5 minutos, 140' /42m durante 5min, 130' /39m durante 5 minutos, 100' /30m durante 5 minutos. Total 30 minutos, harías esto:

Puesto que la profundidad mayor es 160' /48m + los 100 más bajos' /30m = total de 260' /78m dividen esto por 2 para resultar 140' /42m. Aproximadamente la mitad de la inmersión es menos profunda que este valor, y la otra mitad igual o superior, así que podemos utilizar este promedio sin necesidad de ponderar con la profundidad. Usando el promedio de 140' /42m, la deco sería 25min con nitrox 50 para un tiempo de fondo de 30min.

Un método conservador para ponderar es hacer un promedio de cada dos de los segmentos de tiempo de fondo, comenzando con los menos profundos. En concreto, calcula una profundidad media para cada segmento de 5 minutos. Luego, suma las profundidades de los dos primeros segmentos más bajos y divídelo por 2. Después utiliza ese promedio y súmalo con la profundidad del siguiente segmento más profundo y divídelo por dos.

Entonces la suma de ese promedio con la profundidad más profunda siguiente se divide por 2. Y así sucesivamente hasta que haya incluido todos los segmentos de tiempo de fondo.

Ejemplo: La inmersión con 21/35 que usa nitrox 50 para la deco y el perfil de inmersión es 100' /30m durante 5 minutos, 50' /45m durante 5 minutos, 160' /48m durante 5 minutos, 0140' /42m durante 5 minutos, 130' /39m durante 5 minutos, 100' /30m durante 5 minutos. Total 30 minutos que:

100' /30m más 100' /30m = 200' /60m divididos por 2 = 100' /30m

100' /30m más 130' /39m = 230' /69m divididos por 2 = 115' /35m

115' /35m más 140' /42m = 255' /77m divididos por 2 = 130' /39m

130' /39m más 150' /45m = 280' /84m divididos por 2 = 140' /42m

140' /42m más 160' /48m = 300' /90m divididos por 2 = 150' /45m

Usando 150' /45m para 30min significa una deco de 30min.

Esto te daría la deco más conservadora y el resultado no depende del orden en el cual condujiste la inmersión. La parte más profunda al principio, al final o en el medio.

El perfil deco basado en el Deco Planner (planificador Deco) con 30/85 GF es 24min para el ejemplo anterior.

### **Estrategias de descompresión:**

#### *Paradas profundas - la estrategia 1*

Desde que las paradas profundas fueron sugeridas por Brian Hills, han sido aceptadas por todas las principales agencias y promovido por DAN como "adición" a las paradas de seguridad estándar para mejorar la calidad de la descompresión y aumentar su seguridad y conservadurismo. El concepto consiste en parar más profundo, con la profundidad de la primera parada basada en profundidad máxima, permitiendo a los compartimientos más rápidos liberar gas a mientras el buzo permanece a mayor profundidad. La primera parada se puede considerar como la profundidad máxima de la parada del Deco Planner. Esta profundidad máxima de la parada es la profundidad en la cual el primer compartimiento comienza a liberar gas. Estas paradas profundas también darán tiempo a la sangre para transportar burbujas a los pulmones. La longitud de paradas debe ser suficientemente larga para poder ser eficaz pero no demasiado largas como para agregar perceptiblemente al tiempo o al gas requerido para el ascenso a superficie. En otras palabras no deben ir más allá de su tiempo de deco en el segmento profundo, calculado por ratios como se ha explicado más arriba. La longitud de cada parada profunda, con una parada cada 10ft/3m, se puede calcular basó en su tiempo de fondo (más allá de tiempo de N.D.L.) y su profundidad como porcentaje de su profundidad máxima. Vea la tabla más abajo. Puesto que se conducen en gas de fondo, no hay ventana O2 y dado que siguen siendo bastante profundos, la ley de Boyle nos dice que que hay poco crecimiento de las burbujas entre cada parada de 10ft/3m, la forma de la curva de los tiempos de parada profunda es generalmente lineal y se multiplica por dos solamente entre los segmentos sugeridos de la tabla más abajo. Si se hacen estas paradas usando una ventana de O2 (es decir en una botella de deco) entonces las paradas se pueden conducir usando una Curva en S (véase la sección de la ventana O2 más abajo). Se conducen las paradas profundas hasta que llegas a una

intersección con un cambio de gas o una curva de Buhlmann (gas disuelto) o la superficie.

	<u>Min</u> <u>(N.D.L.)</u>	<u>30 min</u>	<u>60 min</u>	<u>90 min</u>	<u>120 min</u>	
<u>Profundidad hasta inicio de las paradas</u>		<u>Más que el</u> <u>N.D.L.</u>	<u>Más que el</u> <u>N.D.L.</u>	<u>Más que el</u> <u>N.D.L.</u>	<u>Más que el</u> <u>N.D.L.</u>	<u>Máximo</u> <u>150</u> <u>min</u>
75% Profundidad (80% ATA)		1	2	3	4	5
50% Profundidad (65% ATA)	1	3	5	7	9	10

Nota: Esta tabla se basa en la teoría de paradas profundas del WKPP. En esta teoría, hay un tiempo mínimo de fondo (N.D.L.) por debajo del cual se aplica una Deco Mínima y un Tiempo de Fondo Máximo de 150min o más, más allá del cual se aplica la deco máxima. Los tiempos de fondo mostrados en la tabla arriba son el tiempo por encima del N. D. L. y la tabla sugiere cuánto tiempo debe durar cada una de las paradas profundas (cada 10ft/3m). Esto no dicta la duración total de la deco.

#### *Forma lineal*

Para conseguir a un perfil lineal de ascenso para cierto segmento toma la duración del segmento y divídelo por el número de paradas. Recuerde que la forma lineal generalmente será utilizada solamente en paradas profundas en el gas de fondo.

Ejemplo: 15min en 5 paradas =  $15/5$  que es 3 minutos cada parada

#### *Ventana de O2 - la estrategia 2*

Introducimos el uso de gas de Descompresión (una botella de deco) cuando deseamos abrir una ventana O2 a mayor profundidad y deseamos (necesitamos) reducir la cantidad de gas de fondo adicional que necesitamos llevar para cubrir el ascenso y la deco incluso en una emergencia (rock bottom<sup>1</sup>). La Ventana de Oxígeno ayudará a acelerar la descompresión y por lo tanto reduce el tiempo de descompresión en el agua. Abriendo una ventana O2 puedes conseguir una descompresión a mayor profundidad y más rápidamente y por lo tanto no es necesario llevar al límite el gradiente ascendiendo cerca de la superficie, lo cual causa un crecimiento de las burbujas y, en caso de que la descompresión en la parte menos profunda no pueda ser terminada, no haber hecho ninguna descompresión. La selección de gases de descompresión a utilizar se basa en los gases estándares de descompresión para los segmentos antedichos pero también en considerar si otra botella es necesaria o no para reducir la cantidad de gas de fondo adicional a llevar para cubrir el rock bottom. Si esta cantidad es demasiado grande y demasiado se necesita demasiado gas de fondo entonces introducirás una botella más profunda de descompresión para reducir el rock bottom a un nivel manejable y seguro.

Damos forma a la curva de deco para un segmento, siempre utilizando una botella de deco, dando énfasis a las paradas con mayor PPO2 para el permitir

<sup>1</sup> El término Rock Bottom ha sido reemplazado por Minimum Gas, o Gas Mínimo.

que la ventana de O<sub>2</sub> sea eficaz. Podemos entonces acortar las paradas inmediatas siguientes (las paradas intermedias de ese segmento) pues no tienen una PPO<sub>2</sub> tan alta y por lo tanto no son tan eficaces. Alargamos otra vez la porción menos profunda del segmento ya que estamos apurando el gradiente y también utilizamos la última parada en el segmento para hacer pausas de gas de fondo (backgas break), permitiendo que los pulmones se recuperen de la PPO<sub>2</sub> alta antes de que volvamos a incrementarla en el segmento siguiente. Llamamos esta forma una curva en S y la utilizamos para cada gas de la descompresión excepto la botella de O<sub>2</sub>.

### *Curvas en S*

Toma el tiempo total para el segmento y divídelo por el número de paradas. Esto te da la forma lineal. Retén este valor para el tiempo de la parada menos profunda. Para las dos paradas más profundas siguientes, divide en dos el tiempo de parada que acabas de calcular (redondeando hacia arriba), y añade el tiempo tomado de estas paradas a las dos paradas (más profundas) restantes.

Ejemplo de Curva S:

5min en 5 paradas =  $15/5$  o sea 3 minutos por parada (lineal)

parada menos profunda = 3 minutos

parada más profunda siguiente  $3/2 = 2$ min

parada más profunda siguiente  $3/2 = 2$ min

penúltima parada más profunda =  $3 + 1$  tomado de las paradas intermedias = 4 min

parada más profunda =  $3 + 1$  tomado de las paradas intermedias = 4 min

por lo tanto una botella para cubrir el tramo de 70'/21m- a los 30'/9m durante un tiempo de 15min sería:

lineal es  $15/5 = 3$  por parada:

30'/9m = 3min

40'/12m = 3min

50'/15m = 3min

60'/18m = 3min

70'/21m = 3min

Si aplicamos una curva en S:

30'/9m = 3min

40'/12m = 2min

50'/15m = 2min

60'/18m = 4min

70'/21m = 4min

Nota: intenta no exceder un ratio de 4:1 entre paradas secuenciales. Por ejemplo, si es una parada 5 minutos la siguiente debe ser por lo menos 2 minutos, si no si el siguiente fuera 1 minuto tendrías un ratio de tiempo de 5:1, que es un poco alto.

### *El gas disuelto - apurando el gradiente - estrategia 3*

cuando ascendemos utilizamos la reducción en la presión ambiente para crear un gradiente el exterior y el gas en nuestros tejidos. Cuanto más grande es la diferencia de presión, tanto mayor es el gradiente, y más gas liberamos. El problema es si lo apuramos demasiado puede ser que formemos una burbuja en un tejido que se convertirá en un problema ya que aumenta de tamaño más adelante durante la deco. Por lo tanto "apuramos el gradiente" (ascendemos a menos profundidad) cuando no estamos utilizando una ventana O<sub>2</sub> y no estamos a profundidad (donde la formación de burbujas puede conducir a un verdadero problema). Es decir podemos apurar el gradiente cuando usamos gas de fondo o no tenemos ventana de O<sub>2</sub> y estamos a poca profundidad. En este caso, seguimos una curva de deco más exponencial; el tiempo en cada parada debe ser más largo que la parada anterior. Esto tiene en cuenta el aumento de gradiente para algunos tejidos y para el crecimiento de las burbujas según la ley de Boyle, que será significativo a esas profundidades. En resumen cuando usamos gas de fondo o con una PPO<sub>2</sub> generalmente baja eliminamos gas apurando el gradiente de la presión entre el gas disuelto y la presión ambiente. Hacemos esto creando una curva exponencial.

#### *La curva exponencial*

Toma el tiempo total para el segmento divídelo por el número de paradas. Esto le da la forma lineal. El tiempo de parada de la parada intermedia será este valor. Las paradas siguientes más profundas deben ser mitad de este valor, y las siguientes la mitad (redondeando para arriba). El tiempo tomado de las paradas más profundas se debe agregar a las paradas menos profundas para crear una forma exponencial. La forma puede también asemejarse a una secuencia de Fibonacci de los tiempos de parada.

La secuencia de Fibonacci

21  
13  
8  
5  
3  
2  
1  
1

Por ejemplo:

los 15min sobre 5 paradas en gas de fondo de 50' a 10' = 15/5 o sea 3 minutos por parada (lineal)

Parada intermedia = 3 min (retén este valor)

Siguiente parada más profunda =  $3/2 = 2$  min (redondeando para arriba)

La parada más profunda =  $2/1 = 1$  min

Por lo tanto 50'/15m—hasta la superficie en 15min sería:



Lineal is  $15/5 = 3$  por parada

$10'/3m = 3min$

$20'/6m = 3min$

$30'/9m = 3min$

$40'/12m = 3min$

$50'/15m = 3min$

Cambiamos a curva exponencial:

$10'/3m = 3min$

$20'/6m = 6min$

$30'/9m = 3min$

$40'/12m = 2min$

$50'/15m = 1min$

Nota: Fíjate cómo hemos invertido las paradas de  $20'/6m$  y la de  $10'/3m$ . Intentamos conseguir que la mayoría de la deco se haga en el rango de los  $20'/6m$  donde todavía estamos aislados de las condiciones de la superficie, seguido de un ascenso lento hasta la superficie. La parada de 3min a  $10'/3m$  es realmente una subida lenta a partir  $20'/6m$  a la superficie en lugar de una parada seca a esa profundidad.

#### *Deco mínima*

El concepto de N.D.L. deriva de la idea de que uno "no requiere" deco y por lo tanto es una inmersión dentro de los límites de no descompresión (NDL) y por lo tanto el buzo puede volver directamente a la superficie sin ningunas paradas de descompresión. Este concepto tiene un cierto sentido en el contexto de una teoría de gas disuelto. Si el valor M-Value de la curva de Buhlmann no se alcanza antes de llegar a la superficie, no se requiere hacer una parada de deco a  $10'/3m$  o más profundo y se permite al buzo ascender directamente desde el fondo. Este tipo de modelo no toma en consideración el hecho de que un buzo experimenta siempre algunas burbujas en su sistema y que éstas necesitan ser tratadas, incluso después de tiempo de fondo corto (para cuál admitiría el modelo de Buhlmann a subida directa a la superficie). El buzo debe hacer algunas paradas de descompresión para tratar estas burbujas y/o microburbujas. Estas paradas se llaman Deco Mínima y deben ser ejecutadas a partir de un 50% de profundidad máxima de la inmersión. El buzo comenzará su ascenso usando la velocidad normal de  $30'/10m$  por minuto hasta que alcance esta marca del 50%, donde ralentizará su ratio de ascenso hasta  $10'/3m$  por minuto. Una buena manera de practicar esto es hacer una parada cada 30 segundos en la profundidad de la parada y después emplear 30 segundos en el ascenso hasta la parada siguiente. El buzo debe continuar esta velocidad reducida de ascenso ( $10'/3m$  por minuto) hasta que acabe la parada de  $20'/6m$ . A partir de  $20'/6m$  realizas una subida gradual de 3min a la superficie para librar la presión lentamente en la zona donde mayor cambio de presión se produce. Utilizamos este concepto tanto cuando realizamos lo que se considera una inmersión tradicional dentro de los límites N.D.L. (véase la tabla de N.D.L. abajo) y si estamos en caso de abortar una inmersión (tiempo de fondo menor de los 5min) a profundidades mayores de  $130'/39m$ .

Ejemplo: si buceamos a 100'/30m durante menos de 20 minutos, entonces:

Ascenso desde 100'/30m – 50'/15m a la velocidad estándar de 30'/10m por min

Parada a 50'/15m durante 1 min

40'/12m durante 1 min

30'/9m durante 1 min

20'/6m durante 1 min

Invierte 3 min para ascender a la superficie.

Nota: Recuerda que el tiempo de ascenso entre paradas está incluido en 1 minuto de ascenso.

### *La deco con O2*

El O2 es tu amigo y tu enemigo. Utilizamos el O2 puro en la parada de los 20'/6m para abrir una ventana de oxígeno y acelerar la descompresión, que trata especialmente los tejidos lentos. En este punto de la inmersión la mayoría de la descompresión debe ya estar hecha y la parada de O2 esencialmente está limpiando los tejidos lentos. Uno debe conducir exposiciones cortas a PPO2 altas ya que se considera mucho más seguro y más eficaz que respirar O2 de forma continuada durante períodos de tiempo largos. El O2 causa efectos tales como toxicidad pulmonar, por la que los vasos sanguíneos de los pulmones se dilatan (abren excesivamente) causando un aumento en la presión de fluidos y la inflamación de los pulmones. Este fluido se filtra a través del interfaz sangre/pulmones y acumula en los sacos de aire reduciendo el área superficial disponible para el intercambio de gas. El fluido interfiere con el recubrimiento (que cubre los alvéolos) de tal modo que reduce la eficacia de la transferencia de gas a través de del interfaz sangre/pulmones. La inflamación aumenta el grosor del tejido pulmonar, también retardando intercambio del gas. La toxicidad de O2 también causa vasoconstricción en los extremos, reduciendo grandemente la liberación de gas del tejido circundante. Recuerde, la razón por la que estamos respirando O2 es para ayudar a liberar gas a estos tejidos lentos. Todos estos efectos problemáticos se pueden reducir mediante exposiciones cortas al O2.

Generalmente intentamos realizar ciclos de tiempo de respiración de O2 de forma que utilicemos el O2 durante 12min y después hagamos una pausa de 6 minutos sin O2 (esto es una pausa de gas de fondo usando la PPO2 más bajo y el gas más alto en helio). El tiempo realmente respirando O2 más las pausas de gas de fondo se incluyen en el tiempo de parada. La razón de la pausa de gas de fondo es permitir que los pulmones recuperen y limiten la vasoconstricción en los extremos. Solamente hacemos las pausas de gas de fondo si vamos a completar un ciclo de vuelta a O2 y si estamos haciendo exposiciones largas al O2. Para exposiciones cortas al O2 tales como 15 o 20 minutos no hay razón de realizar 12 minutos con O2 y 6 minutos sin. Simplemente haga los 15 o 20 minutos en el O2, incluyendo la subida, que reduce el PPO2 de todos modos. La subida a partir del 20'/6m a la superficie es una parte crítica de la subida y se debe hacer de forma extremadamente lenta. El tiempo de ascender de 20'/6m debe ser por lo menos el 20% del tiempo de parada O2. Esta subida se puede hacer respirando O2 puesto que la reducción

de profundidad está bajando su PPO2 y usted no volverá al O2 para una exposición mayor.

Ejemplo: parada de O2 de 15min

Haz 12 minutos a 20'/6m y el haz el ascenso a la superficie en 3 minutos siempre respirando O2. No hay razón para realizar una pausa de gas de fondo ya que estás ascendiendo y por lo tanto bajando la PPO2 y no vas a completar un ciclo mas de O2.

Parada de O2 de 30 minutos

Haz 12 minutos respirando O2 y 6 gas de fondo, luego 12 minutos con O2, 6 minutos de los cuales para ascender a la superficie.

### *Elegir las mezclas y botellas de Deco*

La elección de qué tipos de gases de descompresión se deben utilizar se basa en los siguientes criterios. El primero es que cada gas debe ser una mezcla estándar de deco para uno de los segmentos de deco enumerados más arriba y debe proporcionar una ventana de O2 para acelerar la deco. Esto reducirá el tiempo de descompresión en el agua y reducirá el riesgo de exposición al entrono. Otra consideración importante es la cantidad de gas de fondo que el buzo necesita reservar para hacer la inmersión más el ascenso más la deco. Este gas de fondo deben ser bastantes para dos que dos buzos compartiendolo puedan realizar la salida, el ascenso y la deco. Por lo tanto el gas de deco se elige no solamente para acelerar la descompresión, sino también para proporcionar una fuente de gas adicional a mayor profundidad de modo que los buzos no necesiten llevar cantidades excesivamente grandes de gas de fondo. Esta cantidad de gas llega a ser excesiva muy rápidamente incluso para las botellas más grandes y se necesita un gas alternativo a profundidad de todas maneras. Necesitas una botella adicional, y es mejor que sea una botella de Deco antes que una botella de etapa ya que tienes la ventaja adicional de acelerar la exposición a la deco. El tamaño de la botella de deco debe ser tan pequeño como sea posible al mismo tiempo que suficiente para cubrir la necesidad que la genera y la deco se debe mantener dentro de límites de tiempo razonable. Uno debe considerar que si se pierde este gas de deco el buzo necesitará doblar el tiempo de la descompresión y hacer la deco con el gas de fondo. Por lo tanto antes que utilizar una botella más grande e incómoda para cubrir un tiempo más largo de descompresión que pueda atravesar dos de los segmentos de deco indicados más arriba, (por ejemplo 70'-30 ' y 20'-0 ') uno puede considerar el usar dos botellas de un tamaño más pequeño y de mezclas diferentes para cubrir cada segmento por separado y por lo tanto para tener redundancia y gas de fondo suficiente para cubrir la pérdida de una de las botellas de deco.

0' – 100'/30m – para tiempos de fondo que ocasionarían tiempos de deco mayores de 20 minutos( con gas de fondo) introducimos una botella de O2que acelera la deco a 20'/6m y reduce los requisitos de gas de fondo para poder compartir gas los 20 o más minutos de deco. Eso significaría 40 minutos de gas

de fondo, que podrían exceder con creces los límites de la redundancia de gas de fondo.

100'/30 - el 170'/51m – tiempos de fondo que producen decos de 30min o menos usando Nitrox 50 elegimos utilizar solamente una botella pequeña de Nitrox 50 (los 70'/21m). Una botella equilibrada tipo AL40 es la botella perfecta. Es pequeña y fácil de llevar y proporcionará gas bastante para una deco de hasta 30 minutos desde 70'/21m - a 0'/0m. Introduciendo esta botella el buzo necesita llevar suficiente gas de fondo de emergencia para permitir a dos buzos llegar hasta 70'/21m y no el gas necesario para llegar hasta una botella de O2, que sería muy superior. Si los tiempos de fondo fuerzan un tiempo de deco que excede 30 minutos entonces deberíamos agregar una botella O2 antes que una botella más grande de Nitrox 50 para cubrir este tiempo más largo de descompresión. Esta botella O2 proporcionará el gas adicional necesitado para terminar el tiempo adicional de deco además de cubrir la pérdida de la botella de Nitrox 50. En el caso de que un buzo pierda una de las botellas, el buzo necesitará solamente doblar el tiempo de deco para el segmento cubierto por esa botella. Necesitará hacer ese tiempo duplicado usando gas de fondo y por lo tanto debe reservar suficiente gas para este caso evento. El rock bottom debe cubrir normalmente la pérdida de por lo menos una de las botellas de deco, pero si solamente se lleva una botella más grande esto pudiera no ser suficiente y se necesitaría reservar gas de fondo adicional. El buzo procederá a ascender hasta la botella siguiente. Por ejemplo si el buzo pierde la botella de Nitrox 50, doblará las paradas en el rango 70'/21m - a 30'/9m respirando gas de fondo y el buzo todavía tendrá la botella O2 para usar a 20'/6m. Si solamente se pierde la botella O2, el buzo puede continuar usando Nitrox 50 y cambiar a los gas de fondo cuando sea necesario. Por otra parte, si el buzo tuviera solamente una botella grande de Nitrox 50 y la perdiese con una deco por hace de digamos 40min tendría que hacer 80 minutos con gas de fondo. Esto es demasiado tiempo para una reserva de gas de fondo razonable.

180'/54m - a 240'/72m – tiempos de fondo más cortos que producen un tiempo de deco de 50min o menos usando Nitrox 50 y O2 elegimos utilizar solamente botellas pequeñas de Nitrox 50 y O2. Las botellas pequeñas y equilibradas de tipo AL40's son perfectas. Son pequeñas y fáciles de llevar y proveerán gas para una deco prevista de 30 minutos a desde 70'/21m – a 30'/9m y hasta 50 minutos a 20'/6m. Introduciendo estas botellas el buzo necesita llevar suficiente gas de fondo de emergencia para permitir a dos buzos llegar hasta 70'/21m y no el gas necesario para llegar hasta una botella de O2, que sería muy superior. Si el tiempo de fondo fuerza el tiempo de deco por encima de 50 minutos entonces debemos agregar antes una botella de 120'/36m que una botella más grande de Nitrox 50/O2 para cubrir este tiempo más largo de descompresión. Esta botella de 120'/36m mejorará la eficacia de las paradas profundas a partir de 120'/36m - hasta 80'/21m y proporcionará el gas adicional necesario para terminar el tiempo más largo de descompresión. El buzo no tendrá que llevar suficiente gas de fondo para llegar a la botella de 70'/21m sino suficiente para alcanzar la botella de 120'/36m. Recuerde que la forma global de la descompresión es tal que si necesitamos hacer 30min de Nitrox 50 entonces necesitamos hacer por lo menos 15min a partir de 120'/36m hasta 80'/24m y por lo tanto si estamos haciendo esto con gas de fondo

necesitaremos suficiente gas para dos buzos compartiendo para poder hacer esto\*. En otras palabras, necesitas 30 minutos de gas de fondo (15 por buceador) para cubrir el rango de 120'/36m – hasta 80'/21m. Éste es demasiado gas de fondo de reserva, así que es imprescindible llegados a este punto agregar la botella de 120'/36m.

\* Nota: Éste es el perfil de paradas profundas correcto para crear un programa de descompresión ideal. Si estás apurado o entre la espada y la pared (tal como un episodio de compartir gas) entonces puedes acelerar estas paradas profundas para ascender hasta a la botella de 70'/21m.

En el acontecimiento que el buzo pierda una de las botellas, el buzo necesitará solamente doblar el tiempo de deco para el segmento cubierto por esa botella. Necesitaría hacer ese tiempo doblado de deco usando gas de fondo y debe tener reserva bastante para esta cubrir esta posibilidad. Una vez más el rock bottom debe cubrir la pérdida de por lo menos una de las botellas de deco. Entonces procederás a ascender hasta la botella siguiente. Por ejemplo si el buzo pierde la botella de 120'/36m, las paradas desde 120'/36m – hasta los 80'/24m serán hechas con gas de fondo y el buzo todavía tendrá la botella de Nitrox 50 y O2. Si el buzo llevase solamente botellas más grandes de Nitrox 50 y O2 y pusiese más tiempo de deco en ese rango, y perdiere una de ellas, no tendría suficiente gas de fondo para cubrir la deco.

240'/72m - 300'/90m – durante tiempos de fondo más cortos que producen una deco de menos de 70mins usando tres botellas (la de 120'/36m, la de 70'/21m, y la de 20'/6m) nosotros elegimos utilizar solamente tres botellas pequeñas de 35/25, Nitrox 50 y O2. Si el tiempo del deco excede esto, entonces agregamos una botella de 190'/57m (21/35) por las mismas razones discutidas más arriba.

## Usándola en la práctica

0'/0m – 100'/30m

### Tabla de Deco Mínima con Aire:

0 - 130'/36m

(Curva exponencial)

Nota: Profundidad de Aire Equivalente (EAD) = 20% (20'/6m) para nitrox 32 o Triox 30/30

<u>Profundidad</u>	<u>Tiempo NDL</u>	<u>Punto de referencia</u>	
40'/12m	170	100'/30m	20 min NDL
50'/15m	60	+10'/3m de profundidad	restar 5 min de NDL
60'/18m	50	-10'/3m de profundidad	sumar 5 min a NDL
70'/21m	35	Deco Extendida: DE =	(Tiempo de Fondo - Tiempo de Deco Mínima)+
80'/24m	30		tiempo de ascenso normal de Deco Mínima
90'/27m	25	Tiempo de fondo:	
100'/30m	20	Tiempo de Deco Mínima	-menos
110'/33m	15		-----
120'/36m	10	Tiempo DE extra	
130'/39m	5	Tiempo de Deco Mínima	+ añadir
-----			
		Tiempo total de deco	(Forma exponencial)

\* Notas:

Añade el tiempo de ascenso Normal para Deco Mínima cuando excedas el NDL en 20 minutos o menos.

Añadir una botella de O2 reduce el tiempo total a la mitad, hazlo desde los 20'/6m,

haz paradas profundas para las paradas más profundas.

Inmersiones sucesivas: para ser conservador, dobla las paradas más superficiales (30'/9m - 20'/6m - 10'/3m).

Tiempo de superficie mínimo: 60 mins

## 100'/30m – 170'/51m

### Deco por Ratio 1:1 @ 100'/30m - 170'/51m

Usa solo 21/35 o 18/45 con Nitrox 50 para la deco

Punto de referencia

150'/45m            1 : 1

Tiempo de fondo    Tiempo de deco

10                    10

15                    15

20                    20

25                    25

30                    30

35                    35

40                    40

#### Ajustes dinámicos (on the fly)

+10'/3m            + 5 min

-10'/3m            - 5 min

Gas de deco perdido, dobla el tiempo de deco

Haz 1/2 del tiempo de deco @ 20'/6m y 10'/3m = 2 paradas Enfatizando la parada de 20'/6m

Haz 1/2 del tiempo de deco @ 70'/21 - 30'/9m = 5 paradas Haz una curva en S con Nitrox 50%

\* Notas:

Inmersiones sucesivas: para ser conservador, duplica las paradas menos profundas (30'/9m - 20'/6m - 10'/3m)

Tiempo de superficie mínimo: 60 mins

Si añades O2 al Nitrox 50, no ajustes

## 180'/54m – 240'/72m

**Deco por Ratios: 1:2 @ 150'/45m - 240'/72m para 18/45 o 15/55**

con Nitrox 50 y O2 para deco

Punto de referencia

220'/66m

1 : 2

Tiempo de fondo

Tiempo de deco

### Ajustes dinámicos (on the fly)

10

20

15

30

+10'/3m +5 min

20

40

-10'/3m -5 min

25

50

30

60

Gas de deco perdido, dobla el tiempo de deco

35

70

40

80

Haz 1/2 tiempo de deco con O2 @ 20'/6m

Min 20% tiempo de ascenso a la superficie

Haz 1/2 tiempo de deco @ 70'/21m - 30'/9m = 5 paradas Haz una curva en S con Nitrox 50%

Notas:

Haz 1/2 del tiempo de Nitrox 50 en el rango 120'/36m-80'

O2 siempre 12 min respirando O2 and 6 min respirando gas de fondo o bien ascenso a la superficie

Siempre una pausa de gas de fondo antes de un cambio de gas (incluido en el tiempo)



## 240'/72m – 300'/90m

**Deco por ratio : 1:3 @ 240'/72m - 300'/90m para 15/55 o 10/70**

con TriOx 35/25, Nitrox 50 y O2 para deco

Punto de referencia

270'/81m

1 : 3

Tiempo de fondo    Tiempo de deco

		<u>Ajustes dinámicos (on the fly)</u>	
10	30		
15	45	+10'/3m	+5 min
20	60	-10'/3m	-5 min
25	75		
30	90		
35	105		
40	120		

Haz 0.4 (40%) del Tiempo de deco con O2 @ 20'/6m 20% del tiempo de ascenso a la superficie

Haz 0.4 (40%) del Tiempo de Deco @ 70'/21 - 30'/9m = 5 paradas Haz una curva en S con Nitrox 50%

Haz 0.2 (20%) del Tiempo de Deco @ 120'/36m - 80'/24m = 5 paradas Haz una curva en S con TriOx 35/25

Notas:

O2 siempre 12 min respirando O2 and 6 min respirando gas de fondo o bien ascenso a la superficie

Siempre una pausa de gas de fondo antes de un cambio de gas (incluido en el tiempo) 80'/24m and 30'/9m

Haz la mitad del tiempo de la botella de 120'/36m en el rango 190'/57m-130'/39m.

Si añades una botella de 190'/57m no ajustes los tiempos,

esto solamente contribuirá a incrementar la efectividad de las paradas profundas