



Conocer el consumo de gas que tendremos en una inmersión, nos permitirá organizar la duración y el equipo que necesitaremos. Este cálculo abre las puertas a la planificación y a la determinar si la inmersión pensada será posible, o tenemos que acortarla.

El cálculo de consumo de gas es simple, pero su resultado no es totalmente seguro, hay muchas variables en el consumo que no podremos tener en cuenta en el cálculo. Dos buzos con el mismo tamaño de cuerpo, toman todas las precauciones para reducir el consumo, hacen la misma inmersión, pero igual tendrán diferentes consumos.

Esto se debe a los muchos factores que afectan al consumo del gas, y que son características personales, por ejemplo:

- 1- la forma de la respiración,
- 2- el entrenamiento aeróbico que tengan,
- 3- el nivel de estrés,
- 4- el tipo de regulador utilizado,
- 5- la frecuencia de uso del BCD para control de la flotabilidad,
- 6- el tipo de protección térmica que use,
- 7- el trimado del equipo,
- 8- la flotabilidad,

Son ocho, en principio, las posibles variables que nos modificaría el consumo entre los dos buzos. Sin embargo, es deseable tener una indicación, aunque sea aproximada, del propio consumo, sobre todo en la planificación de una inmersión de descompresión obligatoria.

Consumo de gas en superficie

El consumo puede calcularse con una fórmula sencilla:

“ Consumo de Aire en Superficie” (SAC): es para determinar el número de bares por minuto que el buzo consume en la superficie. Siempre se toma como referencia la superficie y luego se aplica la corrección por la profundidad.

$$\text{SAC} = \text{BAR} / \text{Tiempo}$$

En dónde:

- BAR son las atmósferas que se consumen
- Tiempo, es el número de minutos que se tarda en consumir los BAR medidos



Por lo tanto el SAC es la cantidad de bares que se consumen por minuto en un período de tiempo determinado.

Antes de hacer los cálculos, hay que destacar que los datos resultantes son a título informativo, de hecho, como hemos visto, hay muchos factores que afectan el consumo de aire durante la inmersión que es prácticamente imposible calcular con exactitud el consumo para una determinada inmersión. Sin embargo, podemos decir que con el SAC se puede realizar una estimación fiable y aproximada del consumo de aire, y el suministro de gas necesario para el buceo que se ha planeado.

La primera regla a seguir para poner a prueba SAC, es hacerlo con la misma configuración que se utilizará durante la inmersión. La prueba para la obtención de la SAC es bastante simple.

Veamos el siguiente ejemplo: un buzo nadando en la superficie durante 10 minutos respirando de un tanque doble con capacidad de 10 +10 litros (20 litros) consume 5 atmósferas (71 psi), es importante asegurarse que los tanques no estén calientes por la exposición al sol, debido a que la prueba podría fallar por la disminución en el valor inicial de bares debido al enfriamiento que se produce en el tanque.

$$\text{SAC} = 5/10 = 0,5 \text{ b/m}$$

El buzo en el ejemplo tiene un consumo de superficie de 0,5 atmósferas (7 psi) por minuto, cuando respira de un doble tanque con un volumen de 20 litros.

Tenemos que tener en cuenta que el numero obtenido depende del tanque que se usaba. No es lo mismo consumir 0,5 b/m desde un doble tanque con un volumen total de 20 litros, a consumir 0,5 b/m de un tanque de solo 15 litros.

La capacidad del tanque que el buzo está usando siempre se debe tener en cuenta porque, puesto que el SAC se expresa en atmósferas, siempre al cambiar la capacidad de los tanques, el SAC también cambia.

Si el buzo en el ejemplo que respira 0,5 atmósferas (7 psi) por minuto a partir de un doble tanque de 20 litros, significa que respira 10 litros de aire por minuto. Obteniendo este valor de multiplicar el consumo de Bares por minuto por el volumen del tanque utilizado. (0,5 atmósferas/minuto de consumo x 20 litros).

Si el mismo SAC de 0,5 atmósferas había sido calculado utilizando un tanque de 15 litros, significaría que el buceador respira 7,5 litros de aire por minuto (0,5 x 15 litros de la capacidad del tanque). Por lo tanto, es importante recordar que la SAC debe ser recalculado cada vez que el tamaño de los tanques cambia.

Por eso, y para no tener que estar calculando en cada tanque el consumo, directamente se usa Volumen Respirado por Minuto, RMV que veremos mas adelante como se hace.



¿Cómo se calcula el SAC de una inmersión?

Supongamos que un buzo con SAC de 0,5 atmósferas quiere hacer una inmersión a una profundidad de 98 pies, 30 metros (utilizando el mismo tanque con la misma capacidad) ¿cuál será su consumo a los 98 pies 30 metros? (Es importante tener presente que el SAC fue obtenido con el mismo tanque que buceara a 30 metros, sino el dato no sería valido)

Cuando se calculo el SAC, se determino cuando el buzo respira en la superficie, por lo tanto, es necesario llevar el SAC del buzo, del ejemplo, a la profundidad deseada, 30 metros, es decir a 4 atmósferas (57 psi) de presión. Así que, si el consumo en la superficie fue de 0,5 bares por minuto, a 98 pies, 30 metros, será de 2 bares (28 psi) por minuto ($0,5 \times 4$).

Continuando con el ejemplo, podemos decir que, durante 10 minutos a 98 pies, 30 metros, el buzo va a consumir (2×10) 20 bares (284 psi). Este cálculo es correcto si el buzo se sumerge con el mismo tanque que utilizo para el calculo del SAC (un doble tanque de 10 + 10). Si queremos tener un consumo mas exacto es necesario agregar el consumo en el descenso, ascenso y paradas de seguridad.

Como vimos antes para obtener el consumo en el fondo se debe multiplicar el consumo en la superficie por la presión absoluta. Esto es necesario hacerlo porque el volumen respiratorio siempre será el mismo, quiere decir que si tomamos, en términos generales, medio litro de gas como volumen de marea, osea el volumen de gas que se intercambia en cada respiración, ese volumen se mantendrá igual en el fondo, lo que no se mantendrá constante será la cantidad de moléculas o masa que respiramos.

El aire sufre una un aumento de su densidad a medida que descendemos, por lo tanto al ser mas denso, habrá mas moléculas de aire en igual volumen, por lo tanto en ese medio litro de volumen respiratorio en el fondo, entraran mas moléculas de gas. Como resultado de esto nuestro consumo se vera modificado y a 30 metros consumiremos 4 veces mas gas que en la superficie, a 20 metros, 3 veces mas, y así, siempre deberemos ir multiplicarlo al consumo en superficie por la presión absoluta del lugar de buceo y obtendremos el consumo en el fondo

Calculo del Volumen Respiratorio por Minuto (RMV)

Como dijimos anteriormente, para que el valor no dependa del tanque con el cual fue medido el SAC y sea fácil de aplicar en cualquier tipo de equipo, debemos conocer nuestro Volumen Respiratorio por Minuto (RMV). Todos los buzos deben ser capaces de convertir el SAC en bares por minuto, a RMV en litros por minuto, de esta manera la capacidad del tanque no dependerá del consumo.

A efectos de estos cálculos y volviendo al buzo del ejemplo anterior, para calcular su RMV en litros, debemos multiplicar los bar de SAC por el volumen interno del tanque del que se consumieron esos bares, por lo que el buzo que calculo un SAC de 0,5 bar (7,2 psi) por minuto, empleando un tanque doble, conectado por un colector con un volumen de 10 + 10, tendrá un consumo de $0,5 \times 20 = 10$ litros por minuto.



El consumo del buzo en litros es indicado por el acrónimo RMV (volumen minuto respiratorio) y el valor será de 10 litros por minuto.

Se entiende intuitivamente que RMV no será igual en todo el buceo ya que el consumo variara si estamos nadando, o si estamos estáticos en una parada de descompresión, es por que es importante contar por lo menos con estos dos valores. Un valor de RMV dinámico y otro valor de RMV estático, y siempre estar atento a las variaciones que puedan hacer aumentar el consumo, por ejemplo la corriente, el agua fría, etc

Todos estos cálculos son muy útiles para calcular la cantidad de gas que se usara en el buceo. El equipo de buceo deberá realizar el cálculo sobre el plan de la inmersión para ver que cantidad de tanques se debe disponer, y en ultima saber si se puede realizar la inmersión.

Como calcular el RMV

Para el cálculo de RMV tenemos que conocer el volumen interno del tanque que usaremos. Contar con un manómetro digital, si fuese posible, para tener mayor exactitud en la medida y tener en equilibrio térmico del tanque y el agua donde haremos el cálculo, y conocer con exactitud la profundidad donde estaremos buceando. Es importante que sea una profundidad constante para obtener un cálculo más exacto.

- 1- Medimos la presión del tanque antes de comenzar la prueba.
- 2- Descendemos a la profundidad de trabajo.
- 3- Comenzamos a nadar, tomando la hora de inicio. Cuanto más tiempo se esté nadando más exacta será la medición.
- 4- Al terminar la prueba medimos el tiempo que duro y la presión final del tanque.

Con el volumen interno del tanque, la presión consumida y el tiempo, ya podremos sacar el SAC y después el RMV.

La prueba

Profundidad de la prueba, 3 metros, equivalente a 1,3 atmósferas (Atm)

Tiempo de la prueba 16 minutos.

Consumo de Bares: 8 BAR

Volumen del tanque: 11 litros

Calculamos el SAC:

$$8 \text{ BAR} / 16 \text{ minutos} = 0,5$$

Pero este valor de SAC de 0,5 es el que se consumiría a 3 metros, por lo explicado anteriormente. El consumo en el fondo siempre será mayor, así que debemos dividir este valor por la presión atmosférica para tener el consumo en la superficie como un valor de referencia.



$$\text{SAC} = 0,5 / 1,3 = 0,38$$

$$\text{SAC} = 0,38$$

Ahora tenemos que calcular el RMV sabiendo que el tanque que utilizamos era de 11 litros.

$$\text{RMV} = \text{SAC} \times \text{Volumen del tanque}$$

$$\text{RMV} = 0,38 \times 11 \text{ l} = 4,23$$

$$\text{RMV} = 4,23 \text{ L/ M} \times \text{Atm}$$

Quiere decir que el buzo tendrá un RMV dinámico de 4,23 litros por minuto, atmosfera. Este valor ya es independiente del volumen del tanque.

Para el cálculo del RMV estático se procede de la misma manera, con la diferencia que el buzo se quedara quieto en el fondo y se obtienen los valores de la misma manera que en el caso anterior del RMV dinámico.

En los manuales van a encontrar valores de referencia que pueden variar entre si, unos valores posibles son RMV 17 litros por minuto atmosfera para dinámico y RMV 11 litros minuto atmosfera.

Con los valores de RMV se calcula el gas que un buzo estimadamente consumirá durante la inmersión, siempre teniendo en cuenta las variables que al principio hablamos, además de las correcciones por el tipo de trabajo o esfuerzo a desarrollar, por ejemplo: buceo normal se multiplicaría el valor obtenido por 1, si fuese con corriente se multiplicaría por 2 y si el esfuerzo es muy fuerte se multiplicaría por 3. Con el valor obtenido sabremos hasta donde avanzar en nuestra inmersión.

El ultimo paso

Con todos estos valores estamos en condiciones de determinar la distancia a recorrer en el buceo, pero en realidad nos falta el último paso que estará relacionado con el tipo de inmersión que realizaremos. Claro está que no es lo mismo un lugar donde en cualquier momento nos podemos dirigir a nuestra parada de descompresión y salir, a un buceo con una penetración en un naufragio, o en una cueva, y donde es necesario regresar al lugar de entrada.

La cantidad final de gas a llevar, o la distancia a recorrer, dependerá de tipo de inmersión y de las normas de seguridad que utilizaremos para esa inmersión. Por ejemplo, Exley, de los precursores del buceo en cuevas, explico la regla de los tercios, regla que toman casi todos los buzos: 1/3 para ir, 1/3 para regresar y 1/3 de seguridad.

Analizando esta regla de los tercios, que es muy válida si hacemos un buceo que no nos obliga a regresar al lugar de ingreso, y que siempre este la posibilidad de salir, o que estemos buceando solos.

Si ahora estamos buceando con nuestro compañero de buceo en una cueva o naufragio se tiene mayor precaución en el gas a llevar pensando en el compañero. Acá la regla de los tercios se modifica a la regla de los Quintos: 1/5 para entrar, 1/5



para salir y tres 1/5 de seguridad. Si nuestro compañero tiene una falla de aire podremos regresar, con nuestro compañero, al punto de salida sin ningún riesgo.

También, la regla de los quintos, se puede modificar y utilizar la regla de los cuarto, en vez de los quintos, acá dependerá del nivel de experiencia y probabilidad potencial de problemas que tenga la inmersión.

Pero los cálculos no terminan acá, que pasa si utilizamos un scooter o DPV, los cálculos serán otros. La velocidad de avance con un scooter es de aproximadamente 50 metros por minuto, este valor hay que confirmarlo con las características del fabricante del DPV, lo mismo que su duración. Para la duración hay que tener en cuenta la temperatura del agua, las baterías no duran lo mismos 29 grados que a 7 grados.

Si con un scooter avanzamos 50 metros por minuto, y el promedio de avance con aletas es de 15 metros por minuto, estamos teniendo con el DPV, aproximadamente, una velocidad tres veces mayor.

¿Que pasa si el DPV falla? Los cálculos del aire necesario deberán ser otros, porque siempre tiene que estar presente el fallo del gas. Se que parece mucho, pero si tenemos un problema dentro de un naufragio o cueva, nunca nos parecerán mucho los calculo desarrollados antes de ingresar.

En el caso del scooter, nunca se debe descartar el fallo de gas. Como vimos, con el DPV avanzamos 3 veces mas que con aletas, si a esto le agregamos el fallo de gas, para regresar con nuestro compañero de buceo a la salida en forma segura, nunca en forma relajada y cómoda, deberíamos utilizar la regla de los sextos.

Sin duda son muchas las variables que tendremos que tener en cuenta para lograr un volumen de aire que nos permita realizar la inmersión en forma segura, o a definir la distancia del recorrido. Tenemos que estar seguros, antes de comenzar el buceo, que una fallo no nos impedirá regresar a la superficie.

Tómese su tiempo en definir la planificación final del gas a llevar y no dude en acortar los tiempos de la inmersión en función de su seguridad.

