

OBJECIONES AL REBREATHER PERFECTO (1ª parte)

Por Igor Beades

§1. INTRODUCCION

Las opiniones sobre los rebreathers, tanto a favor como en contra suelen ser las más controvertidas del buceo técnico. Posiblemente este capítulo genere como efecto inmediato opiniones del tipo "¿qué sabe el autor sobre el diseño de rebreathers?" o "hay muchos modelos y debería probarlos todos". Obviamente responder a estos argumentos es siempre tarea imposible, nunca nuestra formación o nuestra experiencia serán la suficientes para los que se sienten atacados por unas simples líneas de tinta.

Por otro lado, los usuarios de RB son muy celosos de sus "máquinas" y muchas veces sienten que se puede estar cuestionando por personas inexpertas su elección personal de un determinado modelo. Esto no tiene que ver con el buceo sino que es una cuestión psicológica que frecuentemente ha sido mal valorada; igual que quien ha escogido determinado modelo de coche no se siente a gusto escuchando a otra persona los puntos flacos de ese coche si ella ni siquiera lo posee o no lo conoce suficientemente. Intentemos entonces que estas líneas sean útiles desde un punto de vista *objetivo*. Los artículos que siguen no pretenden ni encolerizar a los usuarios enamorados de su adquisición, ni levantar polémica general sobre los rebreathers, sino plantear con toda lógica algunas de las cuestiones básicas en materia de seguridad y analizar cómo pueden ser resueltas por diferentes rebreathers.

Si analizamos la cuestión con calma, llegamos a la conclusión de que casi todos los modelos han resuelto con gran audacia algunos problemas aislados, pero esas soluciones son con frecuencia incompatibles o generan nuevos inconvenientes específicos en el uso. Por esa razón, la mayoría de los usuarios de rebreather acaban utilizando varios modelos o con frecuencia realizan modificaciones sobre modelos comerciales. Dicho de otro modo, muchos de los modelos son apropiados en determinado rango de inmersiones pero totalmente ineficaces fuera de él.

Por otro lado, englobamos bajo el nombre de "rebreathers" aparatos entre los que existe una enorme heterogeneidad aunque el diseño de cada uno de sus elementos interacciona con los demás. Es decir, no es posible coger elementos aislados de diferentes modelos y juntarlos. La diferencia de nivel en la columna de agua sobre cada una de las partes influye en el esfuerzo respiratorio y condiciona a su vez los demás elementos. Un rebreather bien diseñado saca partido de estas interacciones aunque al final tal vez no deba ser usado en el rango de inmersiones originalmente buscado o no tenga la autonomía perseguida; por eso hay tantos modelos y por eso son a veces tan distintos.

Por todo ello, lo que se plantean a continuación no son sino dudas que soy incapaz de responder y supongo que cualquier usuario avanzado habrá resuelto hace tiempo. Las líneas que siguen deben ser interpretadas como simples propuestas que en el mejor de los casos puedan ser de utilidad a la hora de decidir qué modelo de rebreather comprar.

S2. HABLANDO DEL BAILOUT

El llamado "bailout" es sin duda el capítulo más importante del diseño y el uso de un rebreather y el aspecto primordial en materia de seguridad. Con frecuencia es precisamente el bailout la crítica que reciben los rebreathers de los buzos técnicos que prefieren el SCUBA y se quejan de que muchos usuarios de rebreather no saben o no quieren portar el gas realmente necesario en caso de emergencia.

Ya hemos visto que existen distintas formas de recircular el gas respirado. Algunos sistemas como los SCR tienen entre sus grandes ventajas la sencillez y la posibilidad de utilizar mezclas únicas compatibles con su uso en abierto (OC). Los CCR en cambio reducen muchísimo el consumo total de gas. No obstante, el uso de unos y otros acarrea algunos puntos "flacos" que es preciso conocer. En principio no hay ningún sistema "perfecto" y por tanto, en vez de seguir un criterio finalista que pretenda demostrar las ventajas de cada unidad, es preferible partir de unas necesidades teóricas y buscar cuál es el diseño que las cubre.

Sorprendentemente existe consenso sobre esas necesidades teóricas y según fabricantes y usuarios, todo rebreather debe ser seguro, de funcionamiento intuitivo y proporcionar autonomía suficiente para la inmersión en que pretendemos utilizarlo. Sin embargo, cambia mucho la interpretación de cómo debe conseguirse ese objetivo.

Como digo, uno de los aspectos más controvertidos de los rebreathers es el del bailout. Se trata de un término que procede de la economía y se refiere a disponer de suficiente gas en caso de emergencia como para llegar a la siguiente fuente segura de gas. Si estamos pensando en su uso en una cueva, sería el gas necesario para llegar de forma segura a la superficie o a la siguiente estación. Si estamos hablando de un uso en mar, en que sea necesaria una progresión vertical, será la cantidad de gas necesaria para llegar a superficie haciendo la deco o al siguiente cambio de mezcla.

Por esa razón, en principio el bailout debe ser el mismo que usaríamos para el ascenso/ retorno de la misma inmersión en OC. ¿Por qué? Porque si falla nuestra fuente de gas de forma catastrófica debemos ser capaces de realizar el ascenso y la deco de forma independiente.

Muchos usuarios sin embargo, confunden este concepto con el de redundancia e interpretan que el bailout es una fuente secundaria de gas sin pararse a pensar si su cantidad es la suficiente. Puede parecer extraño, pero muchos fabricantes denominan "bailout" a una botella de pocos litros, sin plantearse que la cantidad de gas va a ser o no suficiente dependiendo de cada escenario y de la obligación descompresiva. Precisamente porque muchas veces se usa un rebreather para acometer inmersiones "serias", las necesidades de bailout pueden llegar a ser enormes, aunque este dato es sistemáticamente ignorado por los fabricantes.

Si pensamos en un RB que vaya a ser usado con un sistema de compañeros, puede distribuirse ese gas de bailout, de modo que al menos uno de los compañeros regrese con su propio RB, pero sea capaz de compartir su bailout con el compañero. Es decir: en caso de que el diseño se base en el buceo en equipos, podría plantearse que la reserva sea compartida y por tanto cada buzo lleve el 50% del gas necesario.

Sin embargo, el problema del bailout compartido no es tanto la separación sino el hecho de que se den dos fallos a la vez. Aunque hablaremos de ello en otro lugar, en ocasiones los buzos no valoran bien las posibilidades de que un evento suceda y esta reserva compartida sería insuficiente si habiendo sufrido un fallo catastrófico en el lugar de máxima penetración/máxima permanencia, fallase el segundo RB durante el regreso.

Y es que el bailout compartido hace que la separación sea improbable si ambos buzos van unidos por un latiguillo (manguera), demostrando que el procedimiento de compartir gas si falla una de las fuentes de gas (en este caso, un rebreather), evita muchos problemas secundarios. Frente a ello, hay quien defiende el uso de bailouts ajenos a la configuración de espalda, de modo que se pueda pasar una botella de etapa al buzo que ha sufrido un problema de suministro. En este caso, nos podemos encontrar con que el buzo bajo estrés por haber sufrido un fallo, no sólo no puede abandonar su botella/s de etapa (en la que lleva la mitad de su bailout), sino que además debe recibir la de su compañero. Volveré a este supuesto más adelante, pero es importante dejar sentado que el punto débil del sistema de bailout compartido no está en jugar con una cantidad insuficiente para ambos buzos, sino con el hecho de que el bailout debe proceder del gas de espalda. Para la mayoría de los usuarios sin embargo, en el momento de escribir estas líneas, el bailout debe ser ajeno a la unidad ("off board"). Ello significa que en el uso corriente se recargan las botellas de espalda. No obstante este sistema me parece incorrecto, pues nuestra seguridad procede de botellas exteriores que preferiremos abandonar en caso de emergencia; es mucho más razonable que nunca podamos prescindir del bailout (restricción, estrés, etc). En los sistemas "off board", como he citado suele pasarse la botella de bailout al compañero que lo necesite y bajo este principio, se divide el bailout normalmente en medios. Todas estas construcciones son absurdamente ilógicas, ya que el bailout irrenunciable es garantía de seguridad y al ser compartido, precisamente mediante un latiguillo largo, garantiza la no separación de los miembros del equipo.

Por tanto, si buceamos en equipos el bailout debe ser el que garantice que ambos miembros del equipo puedan llegar de forma segura a la siguiente fuente de gas y por tanto en la mayoría de los casos sería mayor cantidad de gas que si se bucea en solitario.

Por otro lado, íntimamente relacionado con el diseño del bailout está el concepto de acumulación de tareas. Obviamente es más sencillo contar con un bailout individual que compartido. Sin embargo, para evitar los problemas que acabo de apuntar (riesgo de separación, sobrecarga del buzo que ha sufrido un problema de suministro, paso de restricciones) el gas de espalda sólo puede ser el gas de fondo y por tanto debemos contar con distintas fuentes de gas para cada mezcla distinta que necesitemos en la deco de bailout.

Un CCR elabora la mezcla y la ajusta a la profundidad, pero si volvemos en OC, la mezcla debe estar preelaborada y aunque contemos con el gas de fondo en la espalda, también debemos añadir tantas botellas como mezclas distintas necesitemos. No obstante, la diferencia con la concepción "off board" es que el gas de espalda siempre va a ser el suficiente para llegar hasta la siguiente fuente de gas seguro o hasta superficie.

Precisamente por esa razón, el bailout de un CCR en aguas abiertas debe ser idéntico al gas de deco en OC. Claro que si buceamos en OC, nuestro gas de fondo va a ser mayor para un mismo tiempo de permanencia (hasta 3lt frente a 2x20), pero el volumen de gas de ascenso *debe ser el mismo*, al menos si lo hacemos bien.

Visto lo anterior, podemos concebir un CCR con 3lt de gas de espalda (llamado habitualmente "diluyente") y las botellas necesarias de gas de fondo para bailout o incorporar todo ese gas a la espalda. De este modo, el gas de espalda (gas de fondo) de un CCR razonablemente debiera ser *al menos*, el necesario para el regreso. Pero ¿por qué incorporar este gas de fondo a la espalda y no añadirlo como etapa? Pues por evidentes razones de comodidad y seguridad: en caso de regresar con problemas o por un camino angosto, siempre será más sencillo y más hidrodinámico llevar ese gas en la espalda que no como etapas. Aunque un equipo con tanques pequeños

pueda ser más sencillo de portear fuera del agua, podremos resolver la mayor necesidad de porteo del bailout "on board" con otros procedimientos sin comprometer la seguridad durante el buceo.

§3. EL GAS DILUYENTE

Como principio más elemental de seguridad, el gas usado como "diluyente" debe poder ser respirado en abierto en caso de necesidad; a ser posible, durante cualquier tramo de la inmersión.

Aunque pueda parecer más lógico llevar Helio como diluyente, obviamente no sería respirable por sí mismo en ninguna cota. Si pensamos bucear a un máximo de 52m, un 21/35 o un Heliox 21 nos van a proporcionar la misma ppO_2 en abierto que el set point más frecuentemente utilizado. No obstante habrá veces en que el gas usado como gas de fondo, no sea respirable en las últimas fases de la deco. Ya sea por esta razón o por la propia deco, a partir de determinada profundidad no podremos plantear que baste el uso de suficiente gas de fondo como bailout. Lo veremos más adelante.

Todo CCR debe poder ser usado como SCR en caso de fallo. Igual que hemos pensado en que el diluyente pueda ser respirado directamente, sería también posible que en caso de avería del CCR el buzo pasase a usar su "máquina" como SCR, obteniendo por tanto mucha mayor autonomía que en abierto. No obstante, este procedimiento está sujeto a muchas salvedades. En primer lugar, los diseños de CCR no suelen funcionar bien como SCR y añadir sistemas constantes de inyección activa puede dar lugar a accidentes en uso tipo CCR. Es decir: las necesidades de un CCR y un SCR llevan a diseños frecuentemente incompatibles.

En segundo lugar, los SCR sufren de manera normal una "caída" de ppO_2 , con lo que las mezclas diseñadas como "diluyente" para un CCR, pueden resultar hipóxicas durante el ascenso en un SCR y han sido en ocasiones responsables de accidentes descompresivos por la misma razón. Por tanto, no nos podemos plantear el paso a SCR como procedimiento de seguridad estándar.

En principio, el descenso y tiempo de fondo a ppO_2 constante debiera producir una deco menor que en abierto. Pero hay que tener en cuenta que la gestión de gas de un CCR consiste únicamente en "diluir" el Oxígeno mediante la adición de gas de fondo. De este modo, cuando ascendemos el CCR mantiene una ppO_2 siempre máxima, mientras que en OC por muchos cambios de mezcla que realicemos, nunca conseguiríamos el mismo efecto de ajuste constante. Con un CCR, la ppO_2 puede ser de 1,6 a 21m, a 18, a 15... como si llevásemos casi infinitas mezclas.

Pero si pensamos con calma en ello, es posible que un CCR no sea capaz de generar las mezclas óptimas para el ascenso. Por ejemplo, para una inmersión corta con Trimix, es más eficaz descomprimir con Nitrox, que obviamente no puede producirse a partir de un "diluyente" de Trimix o Heliox. Dependiendo de las características de la inmersión (profundidad, tiempo, gases empleados), no es infrecuente que la deco en OC sea más eficiente cuando usamos un CCR. Ciertamente y aunque un conocido fabricante de rebreathers utiliza el argumento de la descompresión a ppO_2 constante, hay veces que las mezclas descompresivas procedentes de un mismo diluyente no pueden sacar la mejor ventaja de la ventana de O_2 .

Por ello, sería más que razonable que llevásemos un bailout programado para el ascenso en abierto y desde el punto de vista de la eficiencia, en muchas ocasiones va a ser mejor que contar con descomprimir en SCR como alternativa (prácticamente en todos los casos por debajo de los 40 metros de fondo).

Por otro lado, algunos fallos del CCR invalidan su uso como SCR; por ejemplo en caso de rotura de un contrapulmón, inundación del bucle, etc. Por ello el paso a SCR sólo puede contemplarse en un número limitado de incidencias y dentro de unos determinados parámetros de gas diluyente y mezclas. Ahora bien ¿es razonable establecer un protocolo complicado en que el usuario deba analizar si es posible el paso a SCR –asumiendo el riesgo derivado de los errores de cálculo o defectos de formación- o es mejor establecer procedimientos “a prueba de tontos”?

Llegados al punto en que probablemente sea más sencillo contar con un diseño de bailout en OC, lo que debemos plantearnos es como hacerlo. Imaginemos una inmersión a 55m, en que necesitemos *al menos* el gas de fondo compartido o no, necesario para llegar a la cota del primer cambio (por ejemplo 21m a EAN50) y para un cambio final (O2 a 6m); en ese caso deberíamos llevar tres mezclas. Visto así, resulta lógico incorporar una de esas mezclas (la de fondo) al propio equipo y que vaya siempre en la espalda, al menos como hemos dicho proporcionando la cantidad de gas necesaria para llegar a la siguiente fuente de gas en abierto. Por puro cálculo, esta cantidad de gas de fondo implica tanques significativamente más grandes que los que montan casi todos los fabricantes. Por tanto, el diseño de CCR con pequeñas botellas de diluyente parece más debido a razones de marketing que a parámetros de seguridad realistas. Estas botellas grandes (verbi gratia, “suficientes”), no serán nunca abandonadas en una situación de estrés, porque forman parte del propio equipo esencial, que va en la espalda.

Ahora bien, ¿es razonable diseñar procedimientos en que deban realizarse cambios de mezcla en abierto? Pensemos en condiciones de baja visibilidad, en que el buzo que ha sufrido una avería de su sistema CCR y está obviamente bajo estrés, sabe que su gas es sólo suficiente si cambia de mezclas... ¿cómo sabrá que está cambiando a la mezcla correcta?

A veces se han diseñado boquillas diferentes o con marcas identificativas al tacto, pero en aguas frías y bajo estrés, es dudoso que el buzo sea capaz de distinguir cuál es cada mezcla; además solemos confiar en lo que vemos, pero dudamos de nuestro tacto. En cueva, existen procedimientos por los que se dejan las botellas de descompresión en la línea, sin sobrepasar la MOD de cada mezcla. De este modo, si regresamos siguiendo la línea, cualquier botella que encontremos es respirable y podemos hacer el cambio sin dudarlo. Pero en aguas abiertas esto no puede hacerse y resulta muy peligroso dejar las etapas por ejemplo, en el cabo del ancla si luego, por la razón que sea, no podemos regresar por él (deriva, corrientes, necesidad de ascenso directo por emergencia, etc.) Este es un argumento más a favor de que nuestro gas de bailout viaje siempre en nuestra espalda.

De modo que, recapitulando, es conveniente que el gas de bailout vaya siempre en la espalda y su volumen debe ser suficiente para llegar a la próxima fuente de gas, que si no disponemos de estaciones, será el necesario para alcanzar a salvo la superficie sin cambios de mezcla. Sentado esto, suelo oír ¡Pero eso es una barbaridad de gas! Efectivamente, si hacemos las cosas bien, nos encontramos con que necesitamos tantísimo gas de bailout que un CCR sencillo no ofrece ventajas reales frente al gas de deco en OC (que hemos dicho más arriba por qué deben ser iguales); bueno, ciertamente si no hay una emergencia, el consumo de gas de un CCR siempre va a ser mucho menor que en OC, tan sólo hemos llegado a la conclusión de que el gas de bailout debe ser el que tiene que ser, y no menos.

Lo que ocurre es que con frecuencia cuando usamos un CCR en un tipo de inmersiones de exploración es en un rango muy extendido para el OC, de modo que el teórico "punto de máxima penetración" estaría fuera del rango real de un bailout en OC. Otras veces, el diseño de la inmersión impide que el backgas sea respirable en cotas superficiales, bien resultando hipóxico o bien resultando insuficiente para hacer una deco efectiva. De modo que llegamos a la conclusión de que el diseño básico de un CCR que cubra unas elementales necesidades en materia de seguridad, se limita a inmersiones muy someras, o por encima de determinada cota, que bien podríamos hacer en OC... o si hacemos las cosas bien, deberíamos llevar como gas de espalda una enorme cantidad de gas destinada a bailout.

¿Está entonces loco el mercado? Bueno, ciertamente la mayoría de los usuarios de CCR no buscan una máquina que les permita llegar más allá de lo que se podría con un bibotella. En muchos casos es incluso posible que se hayan dejado seducir por la fascinación tecnológica que produce un CCR y la razón de "llevar menos gas" no sea tan realista como parece.

S4. ALTERNATIVAS AL BAILOUT

Por todo lo anterior, nos encontramos en la necesidad de llevar enormes cantidades de gas de espalda que nos permitan regresar sin cambios en caso de necesidad (con frecuencia equivalentes a un bibeo de 2x20) o pensar en sistemas que resuelvan un fallo catastrófico de manera completamente autónoma al rebreather.

Casi siempre el problema real que encubre el uso del rebreather es la negativa del usuario a portar la cantidad de gas realmente necesaria. Incluso hay quien dice sin rubor que la ventaja del CCR es el porteo en superficie. Pero en otras ocasiones, llevar mucho gas puede llegar a afectar realmente la seguridad del buzo.

Los problemas del porteo de gas (y la necesidad de lastre zafable, que afecta al gas de espalda) se dan tanto en OC como en CCR, aunque es cierto que los que alegan la utilización del CCR como equipo para una semana entera sin recargar, siempre tendrán que llevar bailout, lo gasten o no en cada inmersión.

Por eso, acercarnos al problema debe comenzar por ser capaces de calcular el bailout necesario y la posibilidad de que sea utilizado de modo totalmente independiente al CCR. Ya hemos apuntado más arriba que si buceamos en equipo, el bailout puede dividirse, pero teóricamente cada miembro debe ser capaz de proporcionar bailout a su compañero además del que él mismo necesite (concepto tercios).

A su vez, pienso que ese debate no es aplicable en la mayoría de los casos, pues aunque estaríamos hablando de que un CCR proporciona autonomías enormes, hemos de tener en cuenta el rendimiento del scrubber (filtro de CO₂) a cada temperatura, ya que muchos CCR se mueven en rangos de 2-3 horas de autonomía segura.

Finalmente, el problema real de esas largas inmersiones, viene determinado por el frío. Bucear en CCR mitiga el frío porque se pierden menos calorías... dependiendo del tamaño del bucle y de lo aislado que vaya. Aunque la realidad es que para aguantar una inmersión de más de cinco horas debes tener una altísima preparación y equipos calefactados o el riesgo de ED se dispara exponencialmente.

Trataremos todas estas cuestiones (autonomía del filtro, rendimiento con frío, etc.) en sucesivos artículos. Por otro lado, aunque desde fuera pueda parecer que lo del CCR sea tan simple como ir a la tienda y hacer un curso de fin de semana, presenta muchísimos problemas cuando intentamos organizar un equipo coordinado de buzos.

Diciembre de 2008

