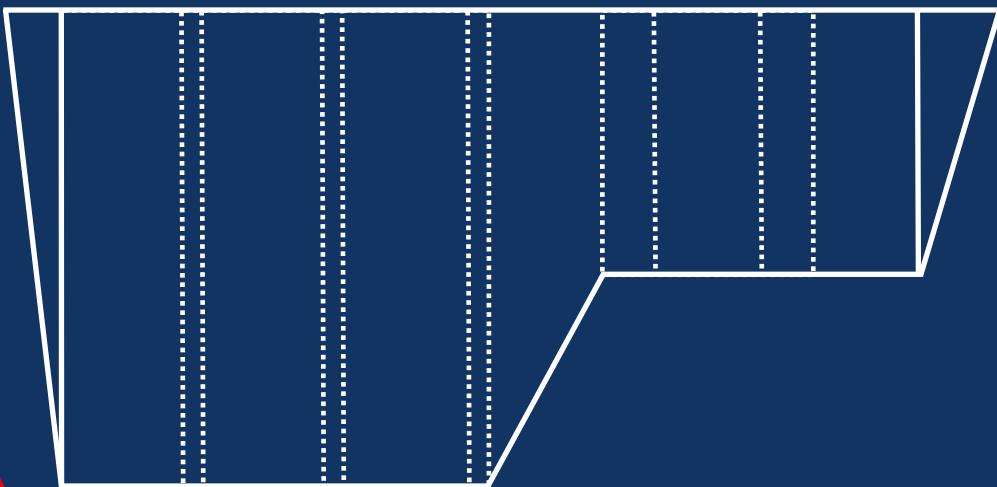




**USN TT6**



**Tiempo Total Transcurrido:  
285 Minutos**

# BOLETÍN DEL RCN

Boletín de la Red de Cámaras de Recompresión de DAN

# CONTENIDO

---

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>2</b> Carta de bienvenida al RCN</p> <p><b>4</b> Complacencia: el peligro universal<br/>Rob Sheffield, BA,<br/>CHT-Administrador</p> <p><b>6</b> Evolución y Rendimiento de las Tablas Comex<br/>JP Imbert, M Eng<br/>(Biomédico)</p> <p><b>14</b> Las Tablas Catalina<br/>Karl Huggins, MS Bi-ingeniería</p> <p><b>16</b> Tablas Hawaianas Profundas<br/>Bob Sanders, DMT,<br/>MD, FACEP, FUHM</p> | <p><b>23</b> Base de datos de la Red de Cámaras de Recompresión de DAN<br/>Sheryl Shea, RN,<br/>CHT</p> <p><b>26</b> Compilación de un manual de seguridad hiperbárica<br/>Francois Burman, PE</p> <p><b>31</b> Preguntas Frecuentes</p> <p><b>34</b> Sobre Los Autores</p> |
|---|---|

# CARTA DE BIENVENIDA AL RCN

---

2022 resultó ser un año ajetreado con la industria del buceo recuperándose rápidamente. Aquí en DAN lidiamos con un número récord de llamadas médicas, y con esto, un aumento en el número de tratamientos de recompresión brindados. Las islas que estaban completamente bloqueadas comenzaron a dar la bienvenida a los buzos. Por lo que podemos ver ahora, esta tendencia aumentará significativamente en 2023.

Desafortunadamente, la pandemia resultó en una cantidad de centros de recompresión que perdieron personal, experimentaron una degradación en las habilidades del personal, no pudieron realizar el mantenimiento adecuado, redujeron sus horas de funcionamiento y disponibilidad, y algunas instalaciones incluso cerraron permanentemente.

Sin embargo, desde aquí miraremos hacia adelante, y nuestro equipo se complace en compartir nuestro primer Boletín RCN para 2023.

El enfoque de esta edición es la cuestión de las diferentes tablas de

tratamiento, por qué y cómo evolucionaron, y una vez más enfatizando por qué la USN TT6 es el **estándar de oro**.

En nuestro Boletín RCN #6 que se publicó en 2021, proporcionamos un artículo sobre las tablas de tratamiento de US Navy. En este boletín, proporcionaremos un historial del desarrollo de otras tablas que quizás haya escuchado mencionar. Algunas de estas todavía se practican en nuestra industria, según la investigación, la experiencia, la capacitación especializada y la mejora de los resultados. Sin embargo, la mayoría de ustedes aprenderá que las tablas de oxígeno de US Navy siguen siendo el estándar de la industria y que otras regiones y países están cambiando sus prácticas para usar estas tablas también.

En pocas palabras, es probable que no comprometa la recuperación de un paciente al usar una tabla USN TT6, especialmente para el primer tratamiento. Este sigue siendo el estándar de atención recomendado por DAN.

# CARTA DE BIENVENIDA AL RCN

---

También aprenderá sobre un aspecto esencial para garantizar la seguridad en sus instalaciones: haga lo que le han enseñado y nunca se permita olvidarlo. Lo único que aprendimos de la historia es que simplemente no aprendemos de la historia. Tienes la oportunidad de detener este patrón descartando la complacencia.

A medida que los estándares hiperbáricos internacionales evolucionan y, con suerte, brindan reglas y orientación más prácticas, debemos asegurarnos de tomar nota de estos y hacer cambios cuando sea necesario. La Guía de Evaluación de Riesgos para Unidades de Recompresión de DAN se está actualizando una vez más para reflejar todos los cambios significativos de los últimos 2 años, lo que garantiza que tenga la guía más reciente. Una nueva revisión debería estar disponible en nuestro [sitio web](#) antes de finales de marzo de este año. Esté atento a esto: esta publicación es especialmente relevante para la mayoría de sus instalaciones.

A medida que volvemos al negocio de brindar servicios esenciales a buzos accidentados, recuerde que siempre estamos aquí para ayudarlo, guiarlo y

apoyarlo. Puede enviarnos un correo electrónico directamente a [RCN@DAN.org](mailto:RCN@DAN.org).

- Francois Burman y el equipo RCN

# Complacencia: el peligro universal

Rob Sheffield, BA, CHT-Administrador, Director de Educación, Int. ATMO, Inc.

Una variedad de peligros nos rodean en casi todos los emprendimientos. Ya sea cruzar una calle, conducir un automóvil, volar un avión, bucear o tratar a un paciente hiperbárico, debemos ser conscientes de los peligros a los que estamos expuestos. El riesgo real de un percance por la exposición a un peligro en particular varía; pero se puede cuantificar. Es una función de la frecuencia de exposición, la gravedad de las consecuencias y la probabilidad de que ocurra el percance.

Acabo de regresar de una reunión de una sociedad profesional; y me traje a casa COVID-19, al igual que aproximadamente el 20% de los asistentes, incluidos seis de mis amigos personales. Uno podría pensar que yo soy el culpable. Sin embargo, estaba completamente vacunado, tenía todos los refuerzos disponibles y estaba asintomático antes de ir allí. De hecho, volé por la tarde y regresé temprano a la mañana siguiente, y solo pasé unas pocas horas en la reunión.

Después de más de dos años de pandemia, la mayoría de nosotros estamos hartos del impacto en nuestras vidas y ansiosos por que las cosas vuelvan a la normalidad. Mientras escribo esto, la mayoría de los lugares en los Estados Unidos ya no tienen mandatos de máscara o requisitos de distanciamiento social. La mayoría de los estadounidenses van a restaurantes y otros lugares públicos sin máscaras. El riesgo real de contraer COVID-19 varía según el individuo y la situación, pero el peligro sigue ahí. En mi reunión de la sociedad profesional, éramos más de 300 (en su mayoría profesionales de la salud), pero solo unos pocos usaban mascarillas (yo no llevaba mascarilla). Aumentamos la probabilidad de este riesgo siendo complacientes.



La complacencia parece ser parte de la naturaleza humana. La exposición repetida a un peligro, sin contratiempos, genera confianza. Se vuelve más fácil ignorar un peligro porque aún no nos ha mordido. Hay otro problema con la repetición. Con las tareas rutinarias, en algún momento nos ponemos en piloto automático y realizamos la tarea.

tarea sin pensar en ello. Este es un problema muy común en la utilización de listas de verificación. Mucha gente realiza una lista de verificación de memoria sin usar correctamente el recordatorio visual. Otros simplemente realizan los movimientos de completar la lista de verificación (el ejercicio de documentación) sin prestar atención a lo que están haciendo. Mantener la diligencia, especialmente con tareas repetitivas, es un desafío serio. Volverse complaciente aumenta el riesgo de cualquier tarea.

El conocimiento es la clave. Con recomendaciones y requisitos, hay una razón detrás de cada recomendación en una guía y cada requisito en un código de seguridad. Comprender por qué existen estas recomendaciones/requisitos específicos es como una vacuna contra la autocomplacencia. Puede que no sea 100% efectivo, pero la comprensión debería reducir la probabilidad del riesgo. Y como algunas vacunas, puede ser necesario un refuerzo ocasional. Si nos recordamos periódicamente por qué tomamos las medidas de seguridad que tomamos, es menos probable que nos volvamos complacientes.

[Haga clic aquí](#) para leer un artículo sobre listas de verificación.

[Haga clic aquí](#) para leer consejos para cambiar el comportamiento compla-

ciente.

# Evolución y Rendimiento de las Tablas Comex

JP Imbert, M Eng (Biomédico)

## Introducción

Francia tiene una larga tradición en el buceo y, en consecuencia, en el tratamiento de buzos accidentados.

El primer relato de tratamientos de recompresión fue publicado en 1854 por Pol y Wattelle, quienes informaron de 16 casos de trabajadores de cajones (caisson) que experimentaron EDC. Pol y Wattelle trabajaban en la minería del carbón en el norte de Francia. Pol era el ingeniero y Wattelle, su amigo, médico. Pol realizó trabajo presurizado a alrededor de 3 atm para evitar la entrada de agua en los pozos de la mina y, por supuesto, fue testigo de muchos casos de EDC. El Dr. Wattelle describió cómo él y Pol intentaron comprender las causas e intentaron curar a los desafortunados trabajadores. Finalmente utilizaron la recompresión para aliviar los síntomas. Pol estuvo involucrado en el tratamiento de sus trabajadores y finalmente murió a causa de las consecuencias de una grave enfermedad por descompresión después de haber asisti-

do a varias recompresiones con sus trabajadores. En el escrito, escrito 10 años después, el Dr. Wattelle recordaba la dedicatoria de Pol y concluía con la frase: "solo pagas cuando te vas".

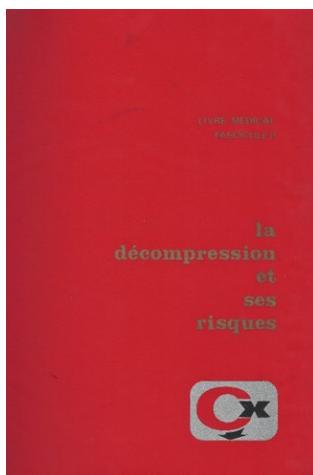
En 1878, Paul Bert publicó su famoso libro, "La Pression Barométrique", donde demostró con experimentos con perros el beneficio del oxígeno para reducir las burbujas producidas por la descompresión.

A principios del siglo pasado, el desarrollo de los trabajos de artesonado permitió la edición de protocolos tempranos de tratamiento. Sin embargo, no fue hasta 1933 que el Dr. Benkhe estructuró y editó las primeras tablas de tratamiento de la Marina de los Estados Unidos de América (US Navy). En 1965, el Dr. Workmann realizó el trabajo de revisión necesario para dar a los protocolos de tratamiento su forma definitiva. Mientras tanto, el Dr. Val Hempleman diseñó los Procedimientos de tratamiento de la Royal Navy.

Las tablas de US Navy, y en particular la Tabla 6, se han mantenido desde entonces como los protocolos más utilizados, y el desarrollo del buceo comercial ha permitido la publicación de procedimientos alternativos.

En ese momento, el Dr. Xavier Fructus era el asesor médico de Comex, una empresa líder en buceo comercial

ubicada en Marsella. Pasó muchas noches al teléfono, ayudando en los lugares de trabajo involucrados en el tratamiento de buzos porque en ese momento, la tasa de incidencia de DCS era de alrededor del 10-15%. Basado en su experiencia operativa, el Dr. Fructus desarrolló en 1974 la primera versión del libro Comex Medical, que difería significativamente de la práctica de la Marina. Fue diseñado para un supervisor de buceo o un caisson master, perdido en una plataforma al otro lado del mundo con una cámara pequeña, tanques de almacenamiento de gas y un compañero de buceo para tratar, tratando de establecer una comunicación telefónica con Marsella.



El Primer Libro Médico de Comex, Editado en 1974

### **El Libro Médico de Comex de 1974**

Los primeros años de la década de 1970 ofrecieron a las empresas de buceo el mercado del Mar del Norte para

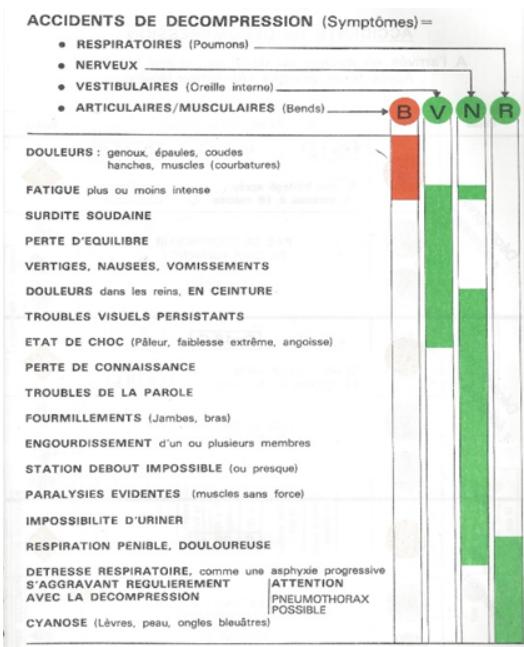
el que no estaban realmente preparadas. Este fue un período emocionante para el desarrollo de los procedimientos de buceo, pero también una época en la que muchos buzos sufrieron enfermedades por descompresión.

Ante esta situación, los médicos a cargo comenzaron a cuestionar la idea que prevalecía en ese momento: primero recomprimir al paciente hasta la profundidad del alivio. Este concepto estaba detrás de algunas tablas de tratamiento británicas profundas y ha permanecido subyacente a la tabla 6A, 1A y 4 de la US Navy con su recompresión en el aire a 50 msw (165 fsw). Sin embargo, se sabía que en muchos casos, luego de que los síntomas fueran aliviados, el paciente estaría demasiado profundo, y su regreso a la superficie se convertía en un segundo problema.

La alternativa era restringir la profundidad de recompresión y esperar hasta que los síntomas se resolvieran gradualmente. En 1974, el Dr. Fructus editó el Libro Médico de Comex como una combinación de las tablas de la US Navy y la Marina francesa. Presentó la revolucionaria Table Cx30 que incluía una recompresión máxima de 30 msw. Su idea era evitar una recompresión más profunda, que formuló como "darle tiempo al tiempo".

El Dr. Fructus también presentó

una lista original de clasificaciones de DCS basadas en cuatro tipos de síntomas: B, V, N, R, que representan Bend (o dolor articular), Vestibular, Neurológico o Respiratorio (para el choque pulmonar). Esta clasificación se usó para ingresar los diagramas de flujo de tratamiento de manera similar a la clasificación Tipo I/Tipo II en el manual de la US Navy.



#### El Libro Médico de Comex de 1974 y sus Tablas de Identificación de EDC

Para operaciones con suministro de superficie, este primer Libro Médico de Comex incluía una larga serie de tablas de tratamiento que iban desde los 12 msw hasta los 30 msw:

- La tabla Cx12, con dos horas de respiración de oxígeno a 12 msw, fue el punto de partida de todos los

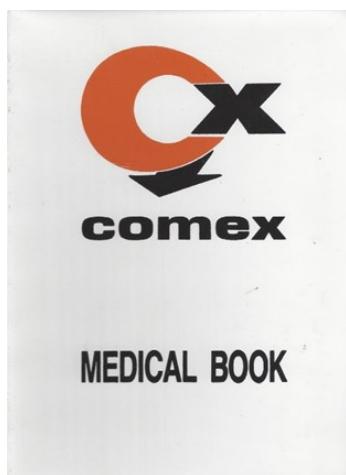
tratamientos para los síntomas solo de dolor.

- La tabla Cx18C, con 40 minutos de respiración de oxígeno y la Cx18 L, con 60 minutos de respiración de oxígeno a 18 msw (una versión corta y estándar de la USN Table 6) se diseñaron como respaldo para el Cx12.
- La tabla Cx30, que incluía 40 minutos a 30 msw con mezcla 50/50, fue la tabla definitiva para la recompresión de casos severos de DCS.

La tabla Cx30 fue derivada de una tabla de recompresión de 30 msw diseñada inicialmente por el Prof. Bathélémy en el Departamento de Buceo de la Marina Francesa. En la edición de 1974 del Libro Médico Comex, el Cx30 existía en varias versiones, Cx30, Cx30 A y Cx30 AL (60 minutos en mezcla o 90 minutos en aire después de una convulsión de oxígeno). Las instrucciones asociadas a las tablas Cx30 solo especificaban el porcentaje de oxígeno sin indicar la naturaleza de la mezcla de tratamiento. El Dr. Fructus mantuvo la opción de flexibilidad operativa para que las personas a bordo pudieran usar cualquier nitrox o heliox 50/50 que tuvieran disponible. Sin embargo, admitió que ya sospechaba que el heliox era particularmente eficaz en el tratamiento de la EDC del aire.

## El Libro Médico de Comex de 1986

En los años 80, las operaciones en el Mar del Norte cambiaron desde la instalación de plataformas, que requiere un trabajo de fondo realizado en saturación, a trabajos de inspección y mantenimiento, que en su mayoría se refieren a estructuras poco profundas y buceo con aire. El Dr. Philip James se unió a la compañía Comex cuando el buceo con aire aumentó repentinamente y reclutó muchos casos neurológicos severos de EDC. El Dr. James estuvo en primera línea y dirigió muchas tablas Cx30, que realizó sistemáticamente utilizando heliox 50/50.



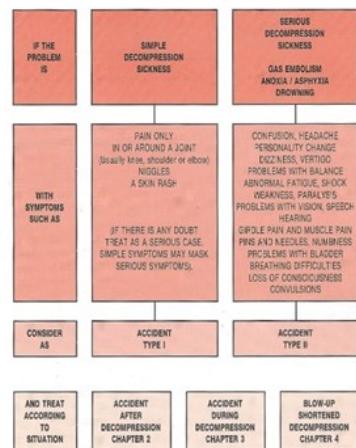
El Segundo Libro Médico de Comex, Editado en 1986

En 1986, hubo una revisión drástica de todos los manuales de buceo Comex, asociada a la introducción de nuevas tablas de aire, nuevos procedimientos de saturación y, por supuesto, un conjunto revisado de tablas de tratamiento.

El Dr. Philip James jugó un papel decisivo en esta revisión y quería simplificar los procedimientos de tratamiento de Comex. Primero redujo la tabla de identificación de tipos de EDC a solo dos opciones, simple y seria, como para el Tipo I/Tipo II en el manual de la US Navy.

Luego, el Dr. James redujo la cantidad de tablas de tratamiento al combinar las tablas Cx18C y Cx18L en una nueva tabla Cx1886 similar a una tabla USN 6 extendida con respiración de oxígeno de 90 minutos a 18 msw. De esta manera, tres tablas solo podrían cubrir la ocurrencia de EDC después del buceo con suministro de superficie.

CHAPTER 1 - DIAGNOSIS AND ACTIONS  
FOR ACCIDENT RELATED TO DECOMPRESSION

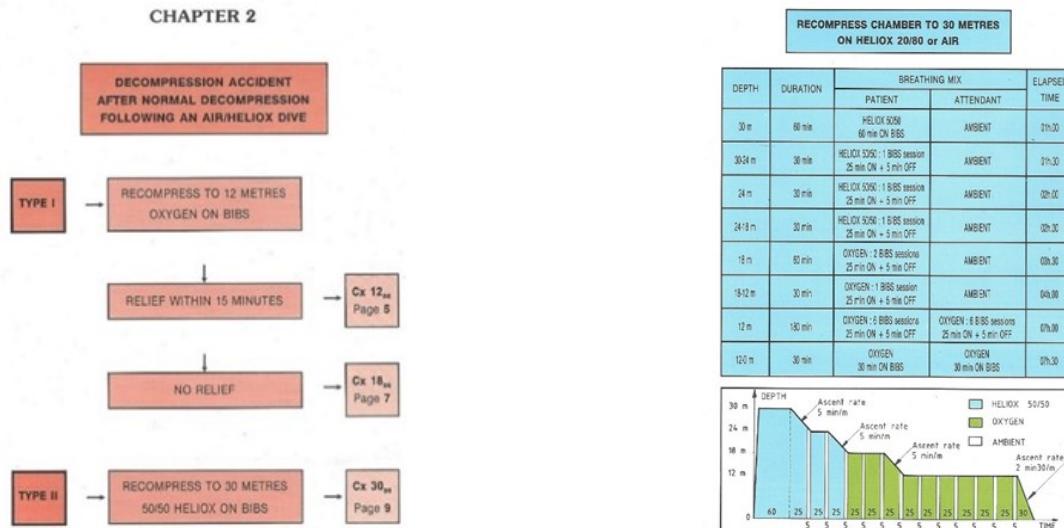


Libro Médico de Comex de 1986: Tabla para tipo de EDC

Finalmente, el Dr. James revisó la tabla Cx30 y le dio el formato que ha mantenido desde entonces. Se especificó heliox 50/50, independientemente de la

mezcla de buceo.

## Cx 30<sub>86</sub>



Libro Médico de Gomez de 1986: Cuadro de Tratamiento para Síntomas después del Buceo Asistido de Superficie

El problema con el heliox estaba asociado a la contradifusión isobárica. Los efectos son a veces beneficiosos, a veces perjudiciales y dependen de:

- Los gases de contradifusión, en este caso nitrógeno y helio.
- La dirección de los intercambios. Si los dos gases cambiaron de lado, el resultado final puede cambiar de sobreexposición a subsaturación.
- La presión ambiental y por lo tanto la profundidad.

En esas fechas, el Dr. Sokolov, en Rusia, había desarrollado un enfoque sistemático para el tratamiento de casos severos de EDC usando saturación de heliox.

La "Clásica" Tabla Comex Cx30 de 1986

En Dinamarca, el Dr. Hyldegaard realizó una serie de experimentos con animales y demostró la capacidad de respirar helio para reducir el tamaño de las burbujas de nitrógeno. Explicó que la difusión de helio en la burbuja combinada con la difusión de nitrógeno fuera de la burbuja crea una situación de contradifusión. El resultado es el encogimiento de la burbuja cuando el tejido es graso, como se puede suponer para el tejido nervioso (Hyldegaard O, Madsen J. Influence of heliox, oxygen and N<sub>2</sub>O-O<sub>2</sub> breathing on N<sub>2</sub> bubbles in adipose tissue. Undersea Biomed. Research (1989) 16: 185-193.). Llegó a la conclusión de que el tratamiento de una EDC grave después de una inmersión con aire era más eficaz cuando el gas de tratamiento era heliox 50/50.

El principio fue posteriormente respaldado por DMAC (DMAC. Note 23. The Use of Heliox in Treating Decompression Illness. 1993 – ahora reemplazado por DMAC C 23 Rev.1 – 2014).

En segundo lugar, el Dr. James modificó el protocolo de respiración del asistente interno después de que se registrara un caso de EDC. En la nueva versión de 1986, el asistente comenzaba a respirar oxígeno en la parada de 12 msw y lo mantenía durante el ascenso a superficie.

Esta versión de la tabla Cx30 se convirtió más tarde en un estándar en la industria offshore a través de Comex y sus posteriores avatares (Stolt, Nilson, Acergy, Subsea 7, etc.). La tabla Cx30 también fue adoptada por el Dr. Yehuda Melamed para la Armada de Israel y pronto apareció en muchos otros manuales de otros países (por ejemplo, la Armada de Noruega). Finalmente llegó al buceo recreativo, y algunos centros a los que DAN refiere pacientes hacen uso de la tabla Cx30 (por ejemplo, el hospital Malta Mater Dei en Malta). La tabla Cx30 se convirtió en un clásico.

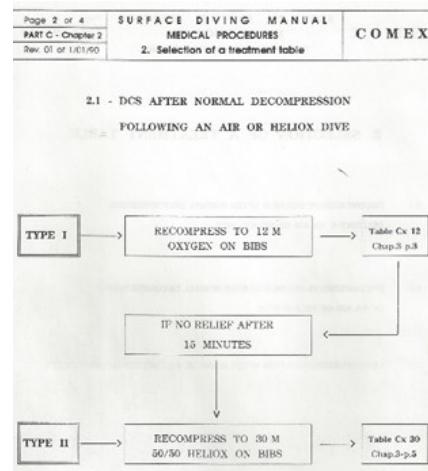
El rendimiento de las tablas de tratamiento Comex 1986 en la industria offshore se publicaron utilizando la base de datos Comex que contenía en ese momento alrededor de 500 tratamientos de EDC (Imbert, JP. Evolution and

offshore performances of the Comex Treatment Tables. Workshop on Decompression Illness Treatment; 18-19 de junio de 1995; Palm Beach, Florida: Undersea & Hyperbaric Medical Society, 1995).

### **El Libro Médico de Comex de 1990**

En los años 90, la industria del buceo offshore se convirtió en una industria madura y controló mejor sus procedimientos operativos. La EDC se limitó a casos predecibles: dolor articular en los últimos 10 msw de descompresión por saturación o síntomas neurológicos tras una descompresión de superficie.

En 1990 se realizó una nueva revisión del manual de buceo Comex y sus procedimientos médicos.



Cuadro de Tratamiento Médico Comex 1994 para Síntomas después del Buceo Asistido de Superficie

El Dr. Philip James, todavía a cargo del Mar del Norte, pero también el Dr. JY

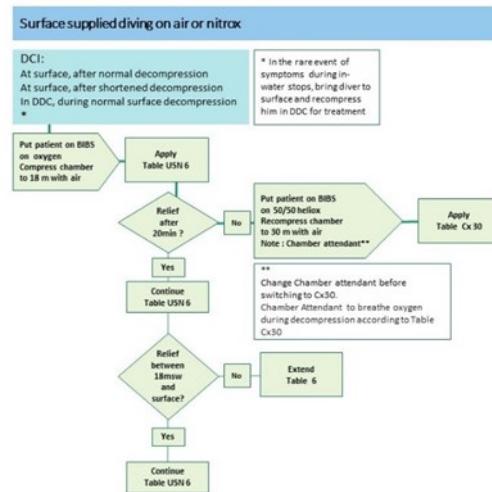
Massimelli en Marsella, redujo aún más el número de tablas de tratamiento al eliminar la tabla Cx18 (las tablas Cx12 y Cx30 se mantuvieron sin cambios).

La razón era que si los síntomas eran solo dolor, una tabla Cx12 haría el trabajo. Si los síntomas fueran graves, comprimir a 18 msw sería una pérdida de tiempo ya que una tabla Cx30 sería mucho más eficiente. También se explicó que una compresión a 18 msw proporciona a o una PO<sub>2</sub> alta que debe optimizarse en torno a 2 bar, como es el caso de las tablas Cx12 y Cx30. El diagrama de flujo de decisión después de una inmersión asistida desde la superficie solo consideró dos tablas de tratamiento.

### **Práctica actual de buceo comercial**

Hoy, Comex ha desaparecido de los archivos históricos, pero sus aportes aún permanecen. La industria ha mejorado aún más y la EDC se ha convertido en un evento raro. Las empresas que operan en el Mar del Norte informan alrededor de un caso de EDC cada 10 años. La cultura también ha cambiado y la cobertura médica de emergencia se subcontrata a empresas externas. Por lo tanto, la tendencia es hacia la estandarización y la simplificación porque el médico hiperbárico a cargo deberá tratar con muchos clientes y procedimientos de tratamiento variados.

A continuación se presenta un diagrama de flujo de decisión típico. Ya no hay necesidad de hacer un diagnóstico. La recompresión se inicia sistemáticamente con una Tabla 6 (US Navy TT6) y se orienta para el resto del tratamiento en función de la respuesta del paciente a los 18 msw. La tabla Cx30 solo está ahí para los casos graves, pero la mayoría de las veces, el paciente se beneficia realizando las extensiones previstas a la Tabla 6.



Un libro médico típico de buceo comercial en 2022

### **Conclusión**

El Libro Médico de Comex era el típico de una empresa de buceo comercial. Se creó después de que las Armadas de diferentes países publicaron sus procedimientos de tratamiento y utilizaron una experiencia diferente. Los tratamientos y las tablas no eran los

mismos.

También fueron únicos en el sentido de que Comex estuvo muy involucrada en la investigación hiperbárica. En concreto, la tabla Cx30 ha tenido mucho éxito y las tablas de tratamiento de recompresión profunda han ido desapareciendo progresivamente de los manuales de buceo.

Estos procedimientos originales también evolucionaron con el tiempo y se adaptaron a las inquietudes planteadas por los lugares de trabajo específicos. Si en un principio los procedimientos de tratamiento eran una cuestión de cultura empresarial, la dimensión internacional de la industria offshore exige ahora estandarización y, en consecuencia, simplificación.

Las tablas Comex Cx30 han sobrevivido a esta evolución y se han convertido en un estándar internacional, prescrito principalmente como alternativa a la Tabla 6 para los casos graves. Todavía aparece en muchos manuales importantes de buceo comercial.

# Las Tablas Catalina

Karl Huggins, MS Bioingeniería  
Twin Harbors, Catalina Island, CA

## Resumen

Inicialmente, la Universidad del Sur de California (USC) utilizó la Tabla 8 de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF TT8), diseñada para la enfermedad por descompresión de altitud. Esta se basa en fase de 30 fsw de la Tabla 6 de US Navy (1,9 ATA o 9 msw), pero en lugar de períodos de 60 minutos con intervalos de aire de 15 minutos, utilizó períodos de tratamiento de 20 minutos con intervalos de aire de 5 minutos hasta obtener la misma duración total.

## ¿Por qué se desarrollaron?

En respuesta a una revisión de T.E. Berghage en aproximadamente 1980 afirmando que: "Los procedimientos de tratamiento de recompresión actuales [tablas de tratamiento de oxígeno de la US Navy] parecen proporcionar una terapia adecuada para casos de enfermedad leve a moderadamente grave debido a la reducción de la presión. Para los casos graves, aquellos que constituyen una gran parte de los casos civiles tratados por la Armada, parece que los procedimientos de recompresión existentes son solo marginalmente efectivos".



Cámara Hiperbárica de Catalina

## ¿Para qué indicaciones se utilizan?

Enfermedad por descompresión y embolia aérea

## ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las tablas de tratamiento Catalina?

### Ventajas:

- Se esfuerza por obtener la mayor resolución del tratamiento inicial.
- Permite la resolución de los síntomas para determinar la duración del protocolo de tratamiento.
- Brinda la capacidad de extenderse más allá de 5 períodos de oxígeno a 60 fsw (1,9 ATA o 18 msw), sin entrar en una tabla de saturación (USN TT7).
- Es una tabla única para todas las combinaciones de tratamiento y requisitos de descompresión de oxígeno

tierno.

- Permite volver a 60 fsw (1,9 ATA o 18 msw) si los síntomas reaparecen durante el tratamiento siempre que no haya exposición más allá del máximo de 8 periodos a 60 fsw.
- Si se han realizado 8 tratamientos a 60 fsw (1,9 ATA o 18 msw), se permite volver a 30 fsw y se pueden administrar tratamientos adicionales hasta que la resolución de los síntomas o los límites de toxicidad de oxígeno pulmonar impidan un tratamiento posterior.

*Desventajas:*

- Puede resultar en tratamientos de hasta 12 horas de duración.
- Existe la posibilidad de toxicidad pulmonar por oxígeno al final de los tratamientos prolongados.

#### **Idoneidad para la recompresión de buzos frente a buzos militares/comerciales:**

Esta tabla se utiliza principalmente para la recompresión de buceadores recreativos, aunque se ha utilizado para tratar algunos ocurridos después de buceos profundos con trimix y en buceadores comerciales.

#### **¿Cuándo se usaría una de estas tablas en lugar de una USN TT6?**

Cuando los síntomas aún no se resuel-

ven durante el quinto período de oxígeno (extendido) a 60 fsw (1,9 ATA o 18 msw).

#### **¿Todavía están en uso?**

Sí

#### **¿Hay alguna consideración especial, como la configuración de la cámara y la capacitación de licitadores?**

El asistente interno debe saber que podría estar en la cámara hasta 12 horas.

Los asistentes internos se pueden intercambiar si fuere necesario, pero la preferencia es "quemar" solo uno a la vez.

#### **¿Son adecuados para tratamientos en zonas remotas?**

Sí, pero dependerá de la cantidad de oxígeno disponible y de si se puede mantener una temperatura agradable en la cámara.

# Tablas Hawaianas Profundas

Bob Sanders, DMT, MD, FACEP, FUHM

---

*Con un reconocimiento al Dr. Richard Smerz, DO, quien ha documentado la historia de las tablas hawaianas y cuyo trabajo formó la base de gran parte de este resumen.*

## Resumen

A finales de los años 70 y principios de los 80, el buceo recreativo estaba en auge. El manómetro sumergible (SPG, por sus siglas en inglés) se convirtió en el "estándar", el Octo (fuente alterna, etc.) era un elemento nuevo, y el chaleco de pechera se cambiaba al chaleco estilo jacket, lo que permitía a los buzos experimentados aventurarse más y más lejos. Además, la gente que pensaba que el buceo era solo para exploradores comenzó a probar el deporte. Por supuesto, con esta explosión se produjo un aumento significativo de los accidentes de buceo recreativo.

Rica en su propia historia, Hawaii ofrece aguas tropicales cálidas y exquisitas, vistas asombrosas y recreación variada, todo con el lujo de la seguridad, la

familiaridad y los recursos que ofrecen los Estados Unidos de América. Como tal, ha sido durante muchos años un destino de viaje ideal para la gente de todo el mundo, especialmente para los buceadores. Con la presencia militar en Hawaii y la necesidad de apoyar a la flota del Pacífico, se estableció una cámara hiperbárica en Pearl Harbor y la Armada asumió la función de tratar los accidentes de buceo en civiles.

Investigadores como Yount, Kunkle y Beckman en la Universidad de Hawaii estaban tratando de "descifrar el código" de la EDC mediante el desarrollo de su modelo de permeabilidad variable para obtener una mejor comprensión de los motivos y causas del estrés descompresivo y la formación/disolución de burbujas. Spencer estaba haciendo su trabajo con Doppler para entender la dinámica de las burbujas. Gernhardt, como estudiante universitario y luego trabajando con el Dr. Lambertsen, estaba desarrollando su modelo de dinámica de burbujas de tejido. Bennett estaba estableciendo un récord mundial de profundidad en una cámara hiperbárica a 2250 pies. Era un gran momento para la investigación del buceo, y aunque estaba claro que el trabajo de Haldane era demasiado simplista, aún no se conocía la solución al "código" de la enfermedad por descompresión.

Lo que demostraron Beckman y Kunkle fue que la disolución rápida de las burbujas requería una recompresión rápida inmediata, y que el tiempo necesario para disolver las burbujas era directamente proporcional al tamaño de la burbuja. Descubrieron que las burbujas crecían hasta un tamaño de 1 mm de diámetro en aproximadamente 5 horas, y que después de una exposición a 60 fsw, requeriría aproximadamente 80 minutos para disolverse, mientras que a 220 fsw requeriría solo alrededor de 17 minutos. Dada la fragilidad del tejido nervioso (cerebro y médula espinal) al compromiso del flujo sanguíneo y la hipoxia (la muerte de las células cerebrales ocurre en 4 minutos; la muerte de las células de la médula espinal en 30 minutos), una combinación de recompresión máxima (contracción de la burbuja) y oxigenación (ppO<sub>2</sub> óptima) parecía ser la mejor solución (presentado en el 2º Simposio de Buceadores Trabajadores en Japón, 1980).

### **¿Por qué se desarrollaron las tablas hawaianas?**

Ya en 1975, Erde y Edmonds (y apoyados por Davis en 1979 y luego localmente por Kizer en 1980), descubrieron que las tablas de buceo de la US Navy no eran suficientes para los accidentes recreativos que estaban

ocurriendo. En 1980, T. E. Berghage declaró: "Los procedimientos de tratamiento de recompresión actuales [tablas de tratamiento de oxígeno de la US Navy] parecen proporcionar una terapia adecuada para los casos de enfermedad leve a moderadamente grave debido a la reducción de la presión. Para casos severos, aquellos que constituyen una gran parte de los casos civiles tratados por la Armada, parece que los procedimientos de recompresión existentes son solo marginalmente efectivos".

A partir del trabajo de Kizer en la población de buceo de Hawaii (n = 255 casos) antes del desarrollo de las tablas de tratamiento de Hawaii, se produjeron las siguientes cifras:

- Casos Tipo I = 41%
- Casos Tipo II = 59%
- Casos Graves = 49%
- 59% de todos los casos lograron una recuperación completa; 7% no tuvo mejoría
- 48% de los casos graves tuvieron una recuperación completa
- El 60 % de los casos de Tipo I se recuperaron por completo
- Tiempo promedio de demora para el tratamiento = 6,6 horas

Hawaii (al menos entre 1988 y 2007) vio aproximadamente el 10 % de los casos recreativos en EE. UU. y hasta el 5 % de los accidentes de buceo recreativo informados en todo el mundo (Sanders, investigación no publicada). Tal número estaba impactando significativamente las operaciones de la Marina en Pearl Harbor y había una gran presión sobre el Estado para que se hiciera cargo del tratamiento de los casos recreativos. Con el trabajo de Frank Farm y la Legislatura de Hawaii, en 1983 se inauguró el Centro de Tratamiento Hiperbárico (HTC) de la Facultad de Medicina John A. Burns de la Universidad de Hawaii en Manoa para abordar tanto el problema de la cantidad de casos como los malos resultados con las tablas de tratamiento de la US Navy. El objetivo: mejorar los resultados.

Para hacer esto, Beckman y Kunkle, utilizando el trabajo de este grupo hawaiano de "burbujas diminutas", comenzaron mirando las tablas de los laboratorios fisiológicos de la Royal Navy y luego modificaron las tablas 6 y 6A de la US Navy a HTC TT60 y TT160. Se agregaron tablas profundas, específicamente para tratar los "Casos de EDC Neurológicos" resistentes (lesión cerebral y de la médula espinal). Curiosamente, todas las tablas de Hawaii utilizan un ascenso por etapas (ralentizado)

desde la profundidad hasta 60 fsw, una adición que la US Navy adoptaría unos 20 años después.

### **¿Para qué indicaciones se utilizan?**

Las "tablas profundas" hawaianas (TT160, TT220, TT280), las tablas verdaderamente únicas, se usan principalmente para la enfermedad por descompresión neurológica y la embolia gaseosa, pero la biblioteca completa de tablas hawaianas (TT45 [era 47], TTCO, TT60, TT160, TT220, TT280) se usan para tratar las 16 indicaciones aprobadas para OHB.

### **¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las tablas hawaianas?**

*Ventajas:*

- Utiliza la presión (profundidad) para desestabilizar la burbuja ("aplastarla") para favorecer la reabsorción y mejorar los resultados.
- Se esfuerza por obtener la mejor resolución del tratamiento inicial.
- Permite la resolución de los síntomas para determinar la duración del protocolo de tratamiento.
- Brinda la capacidad de extender múltiples períodos a cualquier profundidad sin entrar en una tabla de saturación (como el USN TT7).

- Maximiza la presión y, por lo tanto, desestabiliza las burbujas, para minimizar el tiempo que una burbuja está en contacto con los tejidos y provoca lesiones.
  - Posibles resultados mejorados (Smerz et al, 2005 retrospectiva):
    - Todos los casos sintomáticos tratados ( $n = 889$ ):
      - El 92,9% de todos los casos lograron una recuperación funcional completa; 3,5% no tuvo mejoría
      - El 76,4% de los casos graves lograron recuperación funcional completa
    - Revisión: Estadísticas de la USN
      - 59% de todos los casos lograron una recuperación completa; 7% no tuvo mejoría
      - 48% de los casos graves tuvieron recuperación completa
    - Divers Alert Network (DAN), en su revisión y análisis anual de los informes de accidentes de buceo y muertes en EE. UU.:
      - 70% - 75% de los casos lograron una recuperación completa al momento del alta
      - El 48% de los casos requirieron solo 1 tratamiento; (HTC = 59,2%)
  - El promedio de tratamientos fue de 3,3 por caso; (HTC = 2.1)
  - El 82,5 % de los casos notificados por DAN se trajeron con tablas USN
- Desventajas:**
- Requiere una instalación “no estándar” y 3 asistentes internos con capacitación especial.
  - Puede resultar en tratamientos de hasta 12 horas o más de duración.
  - Existe el potencial de toxicidad pulmonar por oxígeno después de tratamientos prolongados o con tratamientos de relaves.
- Idoneidad para la recompresión de los buceadores frente al buceo militar/comercial**
- Si bien estas tablas se desarrollaron principalmente para el tratamiento de buzos recreativos, se han utilizado de manera muy efectiva en buzos militares, de profundidad, trimix y comerciales.
- ¿Cuándo se usaría uno de estos en lugar de un USN TT6?**
- Enfermedad por descompresión neurológica
  - Embolia gaseosa arterial

## **¿Todavía están en uso?**

Desafortunadamente, estas tablas no están en uso actualmente, pero se están haciendo esfuerzos para volver a ponerlas en línea.

## **¿Hay alguna consideración especial, como la configuración de la cámara y la capacitación de los asistentes internos?**

- El sistema de la cámara debe ser capaz de alcanzar profundidades de 230 pies o más.
- Es necesario que la cámara tenga múltiples compartimentos para permitir la entrada de asistentes internos (y médicos) mientras se apoya la descompresión de los demás.
- Estas tablas requieren formación y experiencia.

## **¿Son adecuados para tratamientos en zonas remotas?**

La seguridad de los asistentes internos y la tasa de éxito del paciente con un solo tratamiento las hacen ideales para áreas remotas, pero los requisitos de equipo y de personal las hacen menos prácticas que otras tablas de tratamiento que se pueden realizar fácilmente en una cámara más pequeña (Cámara de cubierta, o DDC por sus siglas en inglés) y con personal mínimo (tablas Catalina, Cx30, etc)

## **Nota del editor**

En pocas palabras: Yo y otros médicos que han usado estas tablas de forma rutinaria seguimos teniendo confianza en la eficacia y eficiencia de las Tablas Hawaianas Profundas. Sin embargo, debido a la gran experiencia y las instalaciones necesarias para la implementación segura de estas tablas, se debe advertir sobre su uso en ubicaciones remotas.

## **Referencias**

Erde A, Edmonds C. Decompression sickness: a clinical series. *J Occup Med.* 1975 May;17(5):324-8. PMID: 1159539.

James PB. "The use of Heliox treatment tables." In: Proceedings of the first European consensus conference on hyperbaric medicine, Lille. France, September 19-21, 1994.

Kizer KW. Dysbarism in paradise. *Hawaii Med J.* 1980 May;39(5):109-16. PMID: 7380649.

Smerz RW, Overlock RK, Nakayama H. Hawaiian deep treatments: efficacy and outcomes, 1983-2003. *Undersea Hyperb Med.* 2005 Sep-Oct;32(5):363-73. PMID: 16457085.

U.S. Navy, US Navy Diving Manual, Rev 5. Washington, DC: Department of the Navy, 2005.

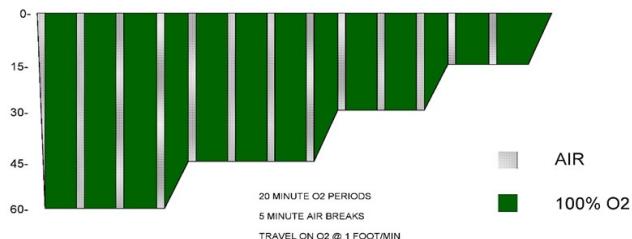
Waite CL, Mazzone WF, et al. Cerebral air embolism, I basic studies. The US Naval Submarine Medical Center, research report 439. April 1967.

Yount DE, Hoffman DC. On the use of a bubble formation model to calculate diving tables. Aviat Space Environ Med. 1986 Feb;57(2):149-56. PMID: 3954703.

## HTC TT60

Tiempo Total (sin extensiones):  
5 horas 20 minutos

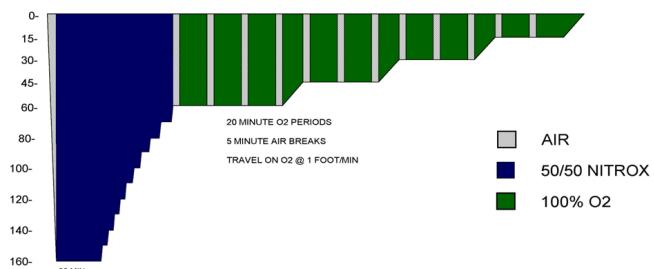
UPTD = 791



Esta tabla basada en la Tabla 6 de la US Navy (modificaciones de USAF) y tablas RNPL con paradas de descompresión a 45 pies y a 15 pies .

## HTC TT160

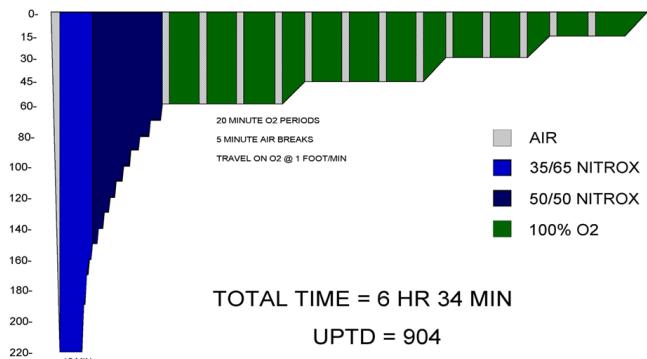
Tiempo Total (sin extensiones):  
6 Horas 18 Minutos



Empezando con la Tabla USN 6A, la profundidad se redujo a 160 fsw para permitir el uso de 50/50 heliox (cambiado de nitrox por cuestiones de costo), y se agregó un ascenso escalonado gradual de 160 fsw a 60 fsw (la US Navy siguió este cambio 20 años más tarde). Los cambios a TT60 también fueron incluidos.

## HTC Nitrox Dual TT220

Tiempo Total (sin extensiones):  
6 Horas 34 Minutos

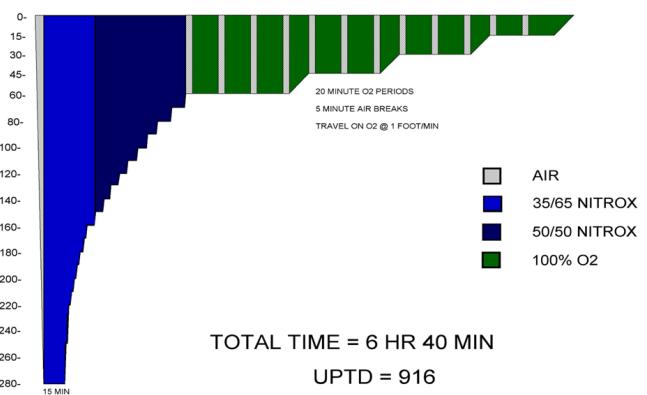


TOTAL TIME = 6 HR 34 MIN  
UPTD = 904

Basado en la multitud de casos severos que no lograron recuperarse por completo usando los protocolos USN, se concibió el TT220 que usa 65/35 Heliox/Nitrox a 220 fsw, cambiando a 50/50 Heliox/Nitrox a 150 fsw mientras asciende de manera escalonada , luego pasando al TT60.

## HTC Nitrox Dual TT280

Tiempo Total (sin extensiones):  
6 Horas 40 Minutos



TOTAL TIME = 6 HR 40 MIN  
UPTD = 916

Posteriormente, se ideó la tabla dual nitrox/heliox TT280 para los casos más resistentes, aunque solo se utilizó 29 veces (Smerz, 2005).

# Base de datos de la Red de Cámaras de Recompresión de DAN

Sheryl Shea, RN, CHT

DAN mantiene una base de datos mundial de cámaras de recompresión que tratan a los buzos. La utilizamos a la hora de referir a buzos con síntomas de enfermedad por descompresión. Estos son principalmente buzos recreativos o técnicos, pero también recibimos llamadas de pilotos, buzos militares, comerciales, de seguridad pública, científicos y de acuarios. También recibimos regularmente consultas de salas de emergencia con pacientes con toxicidad por monóxido de carbono que buscan la cámara más cercana.

Recibimos llamadas y correos electrónicos frecuentes de buzos y líderes de buceo que están en el proceso de crear un Plan de Acción de Emergencia para un próximo viaje de buceo u operación comercial o militar, y necesitan conocer la ubicación de las cámaras para su destino.

La información sobre las cámaras de recompresión está disponible para cualquier persona que la solicite, sin costo alguno, y no es necesario que sea

miembro de DAN, aunque la membresía de DAN ayuda a respaldar este importante servicio. Pueden llamar a cualquiera de los DAN en su línea de información o enviar una consulta a [DAN.org/Ask-a-Medic](https://DAN.org/Ask-a-Medic). En caso de emergencias, se puede utilizar la línea de emergencias (DAN Hotline) para este propósito.

La base de datos de la cámara no es de acceso público. Esto se debe a la naturaleza cambiante del estado operativo de las cámaras de recompresión. Las cámaras a menudo están fuera de servicio por períodos cortos para realizarles mantenimiento, reparar averías, por limitaciones de personal, o por dificultades de financiación, entre otras razones. Al brindar atención individual a cada solicitud de información de la cámara, podemos brindar información más precisa y actualizada.

Actualmente hay 390 cámaras en la base de datos de DAN RCN que tratan a buzos y están disponibles 24/7. Suelen



Mapa DAN de Cámaras Hiperbáricas

estar en áreas donde se realiza mucho buceo recreativo, como México, el Caribe, EE. UU., Filipinas, Maldivas, Tailandia y Egipto.

Pero también existen cámaras en lugares inesperados donde se realiza el buceo científico, comercial y/o militar, como la Antártida.

Desafortunadamente, la cantidad de cámaras disponibles en los EE. UU. para tratar emergencias está disminuyendo. El costo de mantenimiento y capacitación, y los compromisos de tiempo del personal son factores importantes en esta disminución. Las cámaras que tratan a pacientes distintos a los del buceo, como el cuidado de heridas, pero que rara vez reciben una emergencia fuera del horario laboral, suelen decidir que no vale la pena el gasto y el compromiso que implica disponibilidad total. Por lo tanto, aún pueden tratar a los buzos, pero solo durante el horario comercial habitual. Desafortunadamente, la mayoría de los accidentes relacionados con el buceo no ocurren durante el horario comercial. Las cámaras que existen principalmente para el tratamiento de emergencias, pero que rara vez reciben una, pueden cerrar de forma permanente. Esto puede resultar en tiempos de evacuación prolongados en largas distancias y demoras extremas en el tratamiento.

Aquí es donde la Red de Cámaras de Recompresión de DAN (DAN RCN) y las cámaras que tratan a los buzos pueden ayudarse mutuamente. La red RCN necesita más cámaras, y una vez lista una cámara, existe la posibilidad de que la cámara reciba más pacientes. Si está afiliado a una cámara que trata a buzos o conoce una, ¡contáctenos! Si no está seguro de si una cámara ya figura en la lista, háganoslo saber y lo comprobaremos.

Necesitamos información importante para poder agregar una cámara al RCN, y al completar este **formulario**, podemos estar seguros de que los detalles son precisos, completos y accesibles para nosotros. Esto ayudará a hacer una derivación rápida donde haya un buzo accidentado.

Una vez que recibamos este **formulario**, nos comunicaremos con el responsable de la cámara para verificar los datos de contacto y hacerles saber que ya están en la base de datos del RCN. Tenga en cuenta que el **formulario** no se puede completar con un navegador web. Debe descargarse en una computadora que tenga instalado Acrobat.

Si conoce una cámara que trata a buzos y quizás no esté en la base de datos de DAN, no dude en enviarnos un correo electrónico a **RCN@DAN.org**,

o pídale que nos envíen un correo electrónico. Nos pondremos en contacto con ellos.

# Compilación de un manual de seguridad hiperbárica

Francois Burman, PE

La confianza en la seguridad operativa de una instalación de tratamiento hiperbárico comienza con la documentación. La gerencia, ya sea el director médico de la unidad o el equipo de gestión del centro de salud, y ciertamente cualquier equipo de auditoría externa, querrá ver cómo se ha documentado el sistema de seguridad.

En el desafortunado caso de un accidente, los investigadores siempre comienzan con una revisión de la documentación.

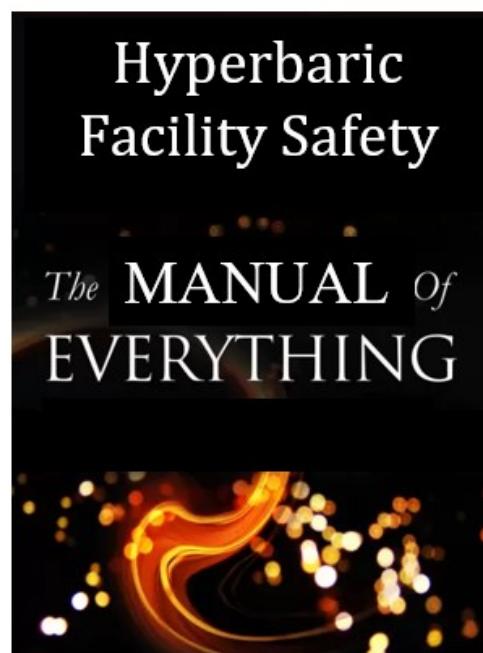
Incluso cuando el personal hace un gran trabajo cuidando a su propio equipo, a los pacientes y al público, siempre se aplica el viejo dicho "si no está escrito, no existe".

Por el contrario, un sistema bien documentado brinda a todos una mayor sensación de confianza y, en caso de que se realice una investigación, brindará a la gerencia y al personal muchas más posibilidades de defender sus acciones de manera efectiva.

Incluso cuando un sistema está bien documentado, si no se puede acceder fácilmente a estos documentos y presentarlos a pedido, una vez más se desmorona la confianza.

Todo esto requiere que el oficial de seguridad recopile cuidadosamente toda la documentación, se asegure de que los documentos relevantes se mantengan actualizados, se asegure de que el sistema de archivo funcione y esté listo para producir cualquier documento o registro requerido cuando se le solicite.

Un sistema de seguridad de una instalación hiperbárica comprende muchos elementos, la mayoría de los cuales se reducen a políticas y procedimientos, registros del personal, equipos



y registros de mantenimiento.

Con la moderna tecnología de la información y las instalaciones de almacenamiento en línea, esto se puede hacer utilizando un sistema electrónico seguro y sin papel.

### **Directrices para compilar un manual de seguridad**

Compilar un manual de seguridad no es simplemente una tarea tediosa para el oficial de seguridad; por el contrario, la idea es producir una guía de referencia práctica y muy relevante para:

- permitir una gestión eficaz
- garantizar la coherencia en las prácticas
- permitir que todos los nuevos designados entiendan el alcance completo de sus actividades y responsabilidades
- proporcionar responsabilidades laborales específicas
- garantizar la disponibilidad y preparación del Sistema
- proporcionar seguridad en todas las operaciones
- proporcionar un plan de estudios para la formación específica del Sistema
- proporcionar un único lugar de almacenamiento para toda la docu-

mentación requerida

- proporcionar instrucciones sobre el uso, mantenimiento y cuidado de las instalaciones y el equipo; y
- asegurar un centro de tratamiento seguro, eficaz y disponible.

El manual de seguridad debe incluir todas las políticas y procedimientos, instrucciones de operación, formularios de informes esenciales, instrucciones de evaluación y monitoreo, programas de mantenimiento, documentos de registro para reducir la responsabilidad e instrucciones y registros para el cliente y el personal.

También debe proporcionar un sistema para el mantenimiento de registros, para garantizar la prueba de un sistema de seguridad robusto.

Para lograr todos estos objetivos, un manual de seguridad incorpora varios elementos. La siguiente lista proporciona encabezados típicos en lugar de detalles, y debe individualizarse en función de la operación real de la instalación. El enfoque debe estar más en incluir información y documentos esenciales en lugar de largas descripciones y repeticiones: breve pero inclusivo de los detalles.

### **Política de seguridad y alcance de los servicios**

Una política de seguridad refleja el compromiso de una instalación para garantizar la seguridad y el cumplimiento de los requisitos legales y estándares de la industria pertinentes.

El alcance de los servicios (médicos y técnicos) debe estar claramente definido para garantizar el traslado y la derivación adecuados de los pacientes.

La instalación debe estar organizada, integrada, dotada de personal y dirigida de acuerdo con el alcance de los servicios ofrecidos.

### **Procedimientos e instrucciones de funcionamiento**

Todos los procedimientos operativos estándar y las instrucciones de trabajo deben documentarse y, lo que es más importante, revisarse y actualizarse regularmente a medida que evolucionan las funciones y operaciones de la instalación.

Los procedimientos de registro de pacientes, incluidas las exenciones firmadas, las indemnizaciones y la liberación de obligaciones, deben aplicarse de manera constante y conservarse cuidadosamente.

### **Personal**

Se deben registrar las cartas de nombramiento, las descripciones y expectativas claras del trabajo y cualquier ac-

ción disciplinaria.

Se debe prestar especial atención a las cualificaciones y competencias.

### **Seguridad en el Trabajo: Un Requisito Legal**

La seguridad y salud ocupacional en el lugar de trabajo se aplica a todos los propietarios de instalaciones donde los trabajadores están expuestos a riesgos asociados con lesiones, enfermedades o cualquier otra forma de daño.

Esta área especializada de la seguridad requiere un conocimiento más profundo de los riesgos del lugar de trabajo, los requisitos para garantizar la seguridad y las obligaciones de los dueños de negocios.

Se requerirá que muchas instalaciones tengan un Manual de Salud y Seguridad por separado que explique los riesgos en el lugar de trabajo y cómo se mitigan.

### **Planes de Acción de Emergencia (PAE)**

En caso de un accidente que pueda poner en peligro la vida de las personas, los equipos y las instalaciones, el medio ambiente o incluso el propio negocio, se requiere un curso de acción rápido y predeterminado.

Se requiere una evaluación realista de las emergencias, así como planes de

emergencia desarrollados para garantizar respuestas rápidas y efectivas.

Los registros de los EAP, la implementación de los mismos y los simulacros y prácticas deben conservarse en el manual.

### **Evaluación y Monitoreo de Seguridad**

Todas las instalaciones deben realizar evaluaciones de riesgos documentadas en todos los equipos y procedimientos existentes y nuevos. Esto mejora la confianza al saber que los riesgos se mitigan continuamente.

Todos los eventos tales como incidentes, accidentes, quasi accidentes, incumplimientos de procedimientos, fallas del sistema u otras situaciones no deseadas deben registrarse para demostrar el compromiso con una operación segura.

Estos ayudarán a determinar la efectividad de las acciones de mitigación de riesgos.

### **Mantenimiento de Equipos e Instalaciones**

El mantenimiento planificado periódicamente es una parte esencial para garantizar el funcionamiento, la fiabilidad y la disponibilidad de los equipos críticos. Las inspecciones y los informes de servicio, los certificados de calibración y prueba, las reparaciones realizadas y

las investigaciones de fallas deben registrarse y conservarse.

Debe establecerse y documentarse una política sobre la autorización para trabajar y la calidad de las piezas y los materiales de repuesto.

### **Evaluaciones de habilidades**

Todos los deberes y acciones requeridos, incluida la realización de operaciones estándar y de emergencia, la operación de equipos e incluso el manejo de pacientes, requieren una actualización regular de habilidades y competencias.

Esto es especialmente importante cuando los tratamientos y las actividades asociadas se realizan con poca frecuencia, como suele ser el caso en las instalaciones remotas de tratamiento de buzos.

Las evaluaciones deben registrarse y archivarse en archivos de personal o registros operativos, según corresponda.

### **Notas de cierre**

Cada manual de seguridad será exclusivo de las operaciones reales, el personal, la ubicación, la utilización y el alcance de los servicios que se ofrecen de la instalación.

Los 8 elementos anteriores son sugerencias para ayudar a proporcionar

estructura al sistema. Cada elemento puede archivarse en un lugar diferente y, en este caso, una lista de documentos únicos donde se conserva cada elemento sería muy útil para la gerencia, los nuevos empleados, los auditores y evaluadores, y especialmente los investigadores.

Un manual de seguridad es un documento vivo que registra procesos en tiempo real. No dejes que se olvide y se considere simplemente como algo que debe hacerse. Es su garantía de seguridad para todos los que ingresan a sus instalaciones.

Póngase en contacto con nosotros en [RCN@DAN.org](mailto:RCN@DAN.org) si necesita ayuda para compilar su propio manual.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## **P: ¿Qué estándar de calidad de gas se aplica a las cámaras hiperbáricas comprimidas con aire?**

**R:** Existen varios estándares internacionales que se aplican a la calidad del aire respirable y el primer paso es determinar cuál de ellos se puede aplicar a su instalación. No existe un estándar universal único para las cámaras hiperbáricas, pero algunos países proporcionan niveles de calidad aceptables para su uso bajo su sistema de cumplimiento nacional.

Suponiendo que su región no tenga un estándar de calidad del aire hiperbárico, su mejor enfoque es ver si hay algo que rija el aire respirable en la superficie (por ejemplo, para respirar en cabinas de pintura en aerosol o tanques de gas), aire respirable bajo el agua (típicamente para buceo comercial), aire a baja presión, aire a alta presión (p. ej., para bomberos) y aire compatible con oxígeno.

La mayoría de las normas se centran en elementos como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), el aceite (aerosolización o vapor), los hi-

drocarburos volátiles (por ejemplo, el metano), la humedad (agua), las partículas y el olor. No existe un estándar que aborde todos estos y, sin embargo, la mayoría de ellos pueden tener un efecto perjudicial en los ocupantes de su cámara.

Muchos estándares se basan en aire a alta presión donde elementos como la humedad son relativamente fáciles de eliminar y una preocupación es la congelación de los reguladores. Esto no es lo mismo para el aire a baja presión (las presiones de suministro de gas para las cámaras de recompresión suelen ser inferiores a 220 psi o 15 bar).

El enfoque sensato es determinar qué es seguro para los tratamientos en cámaras de recompresión, teniendo en cuenta los peligros de incendio, equipo y fisiológicos. También recuerde realizar una evaluación detallada de dónde se encuentran las tomas de aire de su compresor para determinar si hay algún contaminante potencial que no

aparezca en ningún estándar nacional de aire respirable.

DAN ha investigado este tema exhaustivamente, ha analizado los efectos de los contaminantes en el entorno hiperbárico y ha determinado lo que es seguro para todos los involucrados en la instalación.

Las recomendaciones a continuación se pueden lograr en su totalidad cuando los compresores y los filtros se mantienen adecuadamente, y donde las tomas de aire están protegidas contra la entrada de cualquier otro compuesto peligroso.

	HP Air	LP Air	OCA
CO <sub>2</sub>	500 ppm <sub>v</sub>	500 ppm <sub>v</sub>	500 ppm <sub>v</sub>
CO	5 ppm <sub>v</sub>	5 ppm <sub>v</sub>	5 ppm <sub>v</sub>
Moisture	50 mg/m <sup>3</sup>	160 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Oil (VOC)	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup>
Odor	Slight	Slight	None
Other THC	25 ppm <sub>v</sub>	25 ppm <sub>v</sub>	25 ppm <sub>v</sub>

Determinar el olor es subjetivo, sin embargo, cualquier indicación de un olor irritante, áspero o desagradable no es aceptable. De hecho, no debería haber olor en el aire comprimido. Los límites que se muestran arriba cumplirían con todas las especificaciones internacionales y ciertamente son tan seguros como el aire respirable.

Si utiliza su sistema de aire comprimido habitual para proporcionar frenos de aire o para proporcionar aire al BIBS en caso de emergencia, el aire debe estar

libre de aceite; a esto nos referimos como aire compatible con oxígeno (OCA, por sus siglas en inglés). La preocupación es que el aceite u otros productos volátiles son una fuente potencial de combustible, y mezclarlos con oxígeno puro aumenta la posibilidad de que se produzca un incendio en el sistema.

Si su única opción es el aire regular que usa para presurizar su cámara, es importante prestar atención a los requisitos de mantenimiento del compresor y cambio de filtro, junto con el análisis regular del aire. El aceite suele ser indetectable en un sistema de aire comprimido bien mantenido.

Al recibir los resultados de las pruebas de calidad del aire, no solo busque el resultado de aprobación o falla; observar las tendencias en las que un elemento aumenta con el tiempo. Esta es una señal de advertencia temprana de que algo no está bien.

También nos preguntan con frecuencia con qué frecuencia se deben realizar las pruebas de calidad del aire. Muchas regiones proporcionarán requisitos mínimos, como pruebas de aire de 3, 6 o 12 meses.

Lo que es más importante es considerar sus riesgos y la probabilidad de contaminación al tomar esta decisión.

En caso de sospecha de contaminación, cambios en el entorno, olores extraños o cuando los niveles de calidad del aire fallan durante las pruebas posteriores, se deben tomar medidas para garantizar que la situación vuelva a estar bajo control.

Por lo tanto, a menos que tenga un analizador en línea en tiempo real, recuerde que sus verificaciones puntuales solo le indican que lo que quería estaba en el aire en el momento en que tomó la muestra. No proporciona ninguna garantía de que la situación será la misma inmediatamente después de que se extraiga una muestra.

# **SOBRE LOS AUTORES**

---

## **Rob Sheffield, BA, CHT-Administrador (EE. UU.)**

Rob es actualmente el director de educación de International ATMO, Inc. Es un tecnólogo hiperbárico certificado con más de 35 años de experiencia en medicina hiperbárica. Es el ex presidente del Comité de Seguridad de la Sociedad Médica Submarina e Hiperbárica y del Comité Técnico de Instalaciones Hipobáricas e Hipobáricas de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios. Es autor de varias publicaciones, incluidos tres capítulos de libros de texto. Es un disertante frecuente sobre varios temas de medicina hiperbárica y seguridad hiperbárica.

## **JP Imbert, M Eng (Biomédico) (Francia)**

JP Imbert pasó 19 años en Comex, una empresa de buceo histórica líder, primero como ingeniero de investigación y luego como gerente de seguridad y buceo. Participó en los programas de investigación profunda de Comex y editó tablas de descompresión. Participó en los proyectos profundos noruegues de los años 80 y desarrolló los procedimientos de buceo profundo Comex utilizados en Brasil.

Luego se involucró con el buceo técnico. Se convirtió en licenciatario de IANTD en Francia y entrenó buzos trimix y rebreather durante 10 años.

En 2004, JP Imbert regresó a la industria de alta mar como consultor de buceo. Desde entonces ha trabajado en el Mar del Norte para los principales contratistas de buceo editando manuales de buceo y procedimientos de descompresión. Actualmente lidera proyectos de investigación sobre monitoreo de buzos y modelado de descompresión.

# **SOBRE LOS AUTORES**

---

## **Karl Huggins, MS Bioingeniería (EE. UU.)**

Karl Huggins ha sido el director de la instalación de la cámara hiperbárica Catalina en el Centro de Ciencias Marinas Wrigley de la USC desde 1992 y ha estado involucrado en el tratamiento de cientos de buzos durante ese tiempo. Se destaca por su trabajo en teoría y modelos de descompresión, que dieron como resultado las tablas Michigan Sea Grant (HUGI) y su participación en el desarrollo de la computadora de buceo EDGE.

Karl disfruta educando a los buzos en el área de la descompresión (haciendo que los buzos sean más conscientes de las limitaciones de las tablas de buceo y las computadoras) y la seguridad en el buceo. Con ese fin, ha dado cientos de conferencias, seminarios y talleres como orador destacado en conferencias en todo el mundo. Karl recibió en 1990 el Leonard Greenstone Diving Safety Award, el DAN/Rolex Diver of the Year de 1993, el Conrad Limbaugh Memorial Award de 2004 por liderazgo en buceo científico y el California Scuba Service Award de 2008.

# **SOBRE LOS AUTORES**

---

## **Bob Sanders, DMT, MD, FACEP, FUHM (EE. UU.)**

La carrera "médica" del Dr. Sanders comenzó en 1989 como paramédico y Ski Patrol, y en 1993 se aventuró en la hiperbárica como técnico y supervisor en la USC/Catalina Hyperbaric Chamber. También se desempeñó como Dive Medic en la Antártida durante 4 temporadas recolectando organismos unicelulares en agua a 28 100' por debajo de 12' de hielo.

Necesitando aprender más, Sanders recibió un MD de la Escuela de Medicina de Chicago. Después de la residencia en Medicina de Emergencia en la Universidad de Pittsburgh, se incorporó a Medicina de Emergencia y Medicina Hiperbárica y Submarina.

Actualmente, Sanders es un cirujano de vuelo de la NASA que se desempeña como oficial médico del programa para el programa EVA (actividades extra-vehiculares) y movilidad humana en la superficie (móviles lunares). Anteriormente, estuvo 8 años bajo contrato con el Laboratorio de Flotabilidad Neutral de la NASA de UTMB como Director Médico. También ha sido director médico de American Hyperbaric Centers en Anchorage AK (supervisando hiperbárica clínica; operaciones de buceo comercial) y médico adjunto del departamento de emergencias. Anteriormente, estuvo en el Centro de tratamiento hiperbárico de la Universidad de Hawaii y se desempeñó como asesor médico para Pittsburgh River Rescue y como médico de vuelo para Stat MedEvac.

El Dr. Sanders se desempeña como médico de medicina táctica para el equipo de buceo de la oficina del alguacil del condado de Harris, después de pasar 8 años buceando con el alguacil del condado de Los Ángeles realizando búsquedas y recuperación de cuerpos y evidencia. Es un ávido buceador técnico (cuevas, naufragios, hielo) y científico. Ha realizado operaciones de buceo y marcado de tiburones, y ha trabajado como médico de plató y coordinador de seguridad en el agua en la industria de Hollywood. Es un autor reconocido y educador en medicina de emergencia, medicina hiperbárica y medicina de buceo.

# **SOBRE LOS AUTORES**

---

## **Sheryl Shea, RN, CHT (Méjico)**

Sheryl es enfermera registrada, tecnóloga hiperbárica clínica certificada y trabaja con el Departamento de Medicina de Divers Alert Network. Trabajó como operadora y asistente de cámara, entrenó al personal de la cámara, trabajó durante muchos años en una tienda de buceo, recibió una amplia capacitación en seguridad y tecnología de instalaciones hiperbáricas, realizó evaluaciones de seguridad de la cámara y se desempeña como agente en la línea de emergencias de buceo y asiste en la coordinación de la Red de Cámaras de Recompresión de DAN.

## **Francois Burman, PE (Sudáfrica)**

Francois es ingeniero profesional registrado y vicepresidente de servicios de seguridad en Divers Alert Network, con sede en Durham, NC (EE. UU.). Es autor de la Guía de evaluación de riesgos para instalaciones de recompresión, publicada por primera vez en 2001, y ha realizado más de 150 evaluaciones de seguridad de cámaras de recompresión in situ en todo el mundo. Tiene más de 35 años de experiencia en el diseño, fabricación, instalación, su Apoyando y brindando capacitación en cámaras de recompresión, ha estado con DAN desde 1996, y es muy activo en el apoyo a las cámaras de recompresión, especialmente a través de la educación y la capacitación.

---

## **CONTACT INFORMATION**

- Divers Alert Network ..... +1 919-684-2948
- RCN Asistencia Técnica y Operativa ..... [RCN@DAN.org](mailto:RCN@DAN.org)
- DAN Recompression Chamber Assistance Program ..... [RCAP@DAN.org](mailto:RCAP@DAN.org)
- Preguntas Médicas ..... [Medic@DAN.org](mailto:Medic@DAN.org)
- Preguntas Generales de Seguridad en Buceo ..... [RiskMitigation@DAN.org](mailto:RiskMitigation@DAN.org)