

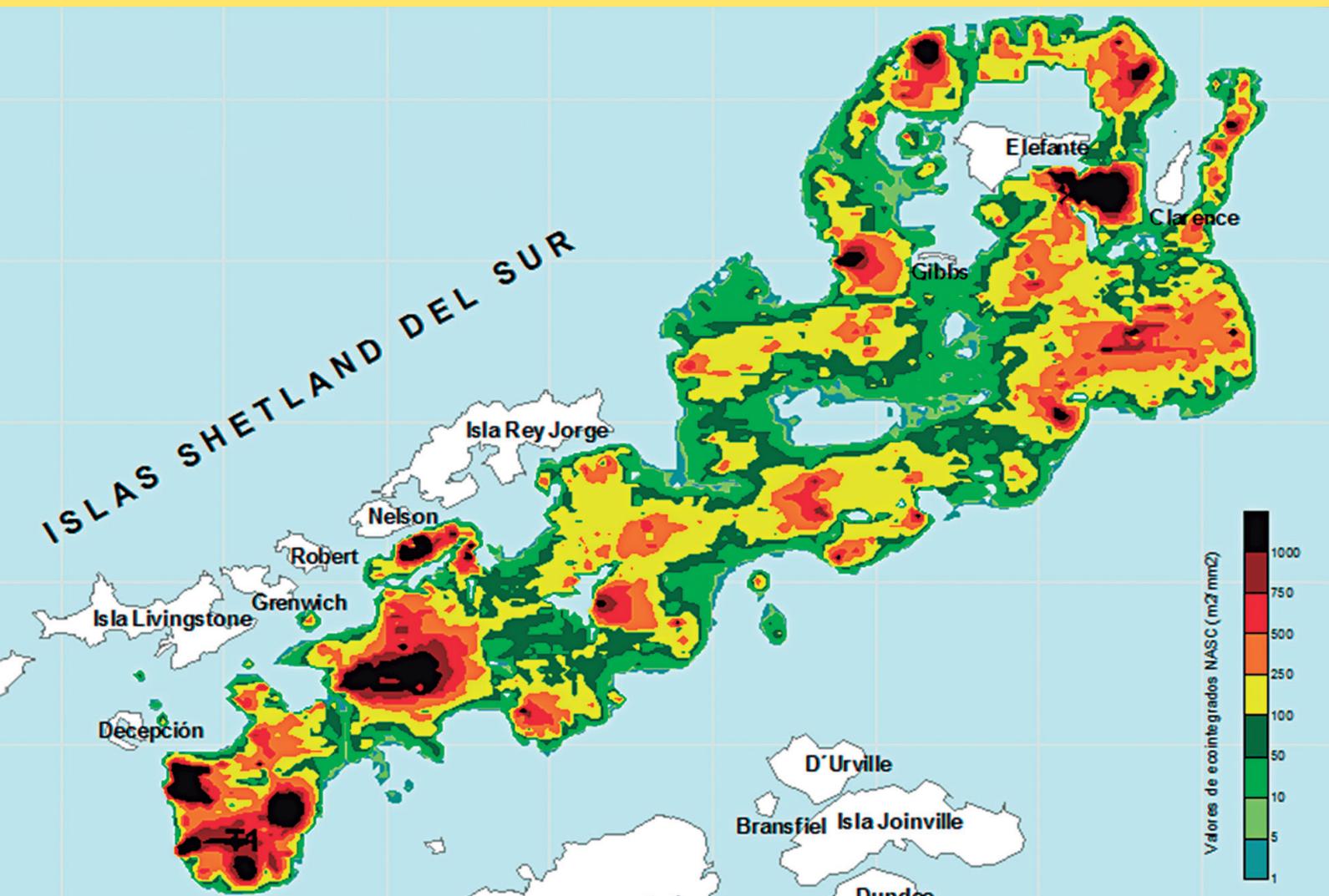


BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458 – 7766

VOLUMEN 31, Número 1



Enero - Junio 2016
Callao, Perú

NOTA CIENTÍFICA

LOS CLATRATOS DE METANO EN LOS FONDOS OCEÁNICOS

Nestor Teves¹

INTRODUCCIÓN

Un clatrato, estructura de clatrato o compuesto de clatrato (del latín *clathratus*, rodeado, protegido, enrejado) es una sustancia química formada por una red de un determinado tipo de molécula que retiene a un segundo tipo diferente de molécula. Un hidrato de clatrato es un tipo especial de hidrato donde la molécula de agua forma una estructura capaz de contener un gas. El agua congelada puede crear celdas capaces de contener moléculas de gas, enlazadas mediante puentes de hidrógeno. Numerosos gases de bajo peso molecular (O_2 , N_2 , CO_2 , CH_4 , H_2S , Argón, Criptón, Xenón...) forman clatratos en ciertas condiciones de presión y temperatura. Estas celdas son inestables si están vacías, colapsándose para formar hielo convencional.

La historia de los compuestos de clatrato es relativamente reciente. Se les denominó “compuestos moleculares”, es decir, complejos consistentes en una molécula del anfitrión (que forma el marco básico de la red) y una molécula del huésped (que se fija en la molécula del anfitrión por interacción).

LOS CLATRATOS DE METANO

Los clatratos de metano son moléculas de metano “atrapadas” en esferas cristalinas formadas por varias moléculas de agua altamente ordenadas, resultando en sólidos parecidos al hielo glaciar (Fig. 1). Las condiciones favorables para constituir un clatrato de metano con moléculas de agua son bajas temperaturas y altas presiones. Los lugares naturales predilectos para la formación de estos compuestos, aparte de rocas en lugares muy fríos como los polos, son los sedimentos oceánicos a profundidades mayores de 300 metros.

Grandes cantidades de metano están atrapadas en el permafrost y en los fondos marinos en forma de clatrato de metano, que puede regresar a la forma de gas si las temperaturas aumentan o si disminuye la presión. Un escape de tan sólo un 10 por ciento del metano que ahora está inmovilizado en ese estado, tendría sobre el calentamiento del planeta el mismo impacto que multiplicar por 10 la actual concentración atmosférica de dióxido de carbono. Los terrenos pantanosos en los trópicos, así como áreas dejadas al descubierto por glaciares del Hemisferio Norte que están en retroceso, han sido considerados la fuente primaria del metano ingresando en la atmósfera por culpa del calentamiento global. Se sabe que ahora las emisiones de metano están aumentando y que algunas fuentes podrían emitir cantidades incluso mayores a causa del calentamiento global, causando una funesta realimentación entre el ascenso de la temperatura y el aumento de las emisiones de metano.

Un proyecto a cargo de instituciones científicas de Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia, ha estudiado los registros proporcionados por los núcleos de hielo, que abarcan cientos de miles de años, para identificar períodos con un aumento marcado de metano, y con especial atención al periodo conocido como Younger Dryas. La causa del gran aumento de metano hace 12.000 años, cuando la Tierra se calentó y terminó el periodo Younger Dryas ha sido tema de mucho debate entre los científicos. El objetivo de la investigación fue determinar la estabilidad del clatrato de metano durante el rápido calentamiento que experimentó la Tierra a partir de la última época glacial, y si los clatratos podrían ser una fuente de futuro cambio climático a medida que las temperaturas globales sigan aumentando.

Existen vastas reservas de clatratos de metano debajo del océano y en el permafrost. Sin embargo, en estudios recientes se ha encontrado que los clatratos de metano no son una fuente de escapes a gran escala como se temía.

EL METANO Y LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA SUBMARINA

Un grupo de científicos ha descubierto 570 sitios en alta mar a 30-100 millas de la costa de Carolina del Norte hasta Massachusetts, donde el CH_4 se encuentra camino a la superficie. Este hallazgo sugiere que las fugas de CH_4 en

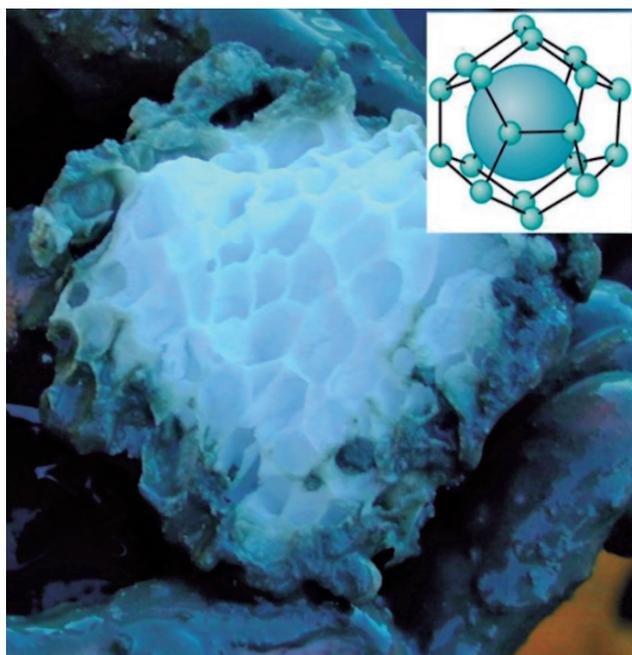


Figura 1.- Depósito oceánico de clatrato de metano

¹ Ex Decano de la Facultad de Oceanografía, Acuicultura y Ciencias alimentarias. Universidad Nacional Federico Villarreal

el Atlántico (Fig. 2) están más extendidas de lo que creían muchos científicos. Sin embargo los estudios establecen que estas fuentes tienen una contribución insignificante en los gases atmosféricos de efecto invernadero. Además de su importancia energética, el metano es también un poderoso gas de efecto invernadero, aún más amenazador ya que es 20 veces más "calentador" que el dióxido de carbono. Se considera que representa, hoy en día, el 20% del proceso actual de efecto invernadero. Y este papel no se atribuye, por lo menos por ahora, a la propia naturaleza sino a los desechos de origen antrópico. Desde hace dos siglos, la cantidad de metano presente en la atmósfera se ha más que duplicado bajo el efecto de las actividades humanas, mientras que el CO₂ atmosférico sólo ha aumentado en un 30%.

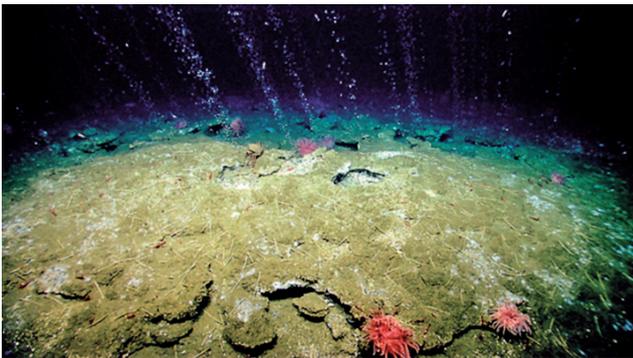


Figura 2.- Fugas de gas metano en el fondo del Océano Atlántico

Aunque el creciente interés que la ciencia presta al metano se debe en gran parte a su impacto climático, también estriba en que el fondo de los océanos sigue suscitando una serie de interrogantes. Siempre se había pensado que en las profundidades submarinas apenas existía vida más allá de la zona de penetración de la luz, así que el descubrimiento progresivo (en apenas tres décadas) de una intensa microbiología submarina ha transformado los conocimientos de forma radical. Una de las consecuencias más destacadas de este cambio de perspectiva es que el fondo marino se comporta como un bioreactor anaeróbico gigante en el que se producen enormes cantidades de metano.

El mecanismo global de esta producción se explica por la presencia, en el espesor de los sedimentos oceánicos, de miles de millones de bacterias anaeróbicas, entre las cuales están los microbios metanógenos, que desprenden metano de forma parecida a las especies consumidoras de oxígeno cuando rechazan el CO₂. Estos microorganismos se alimentan de materia viva que proviene de la superficie. En efecto, el plancton marino, muy abundante en la zona luminosa superior del océano, genera una especie de lluvia orgánica a la que se añaden los restos descompuestos de desechos, cadáveres, excrementos, etc. Estos residuos van cubriendo muy lentamente los fondos y se mezclan con la materia mineral. Por otro lado, los ríos llevan a los océanos partículas de origen continental cargadas de nutrientes orgánicos. Así, a lo largo de los milenios, se acumula un sustrato a veces muy espeso (hasta varias decenas de metros) en el que evolucionan estas bacterias y donde se produce metano. En estos hielos de hidratos de metano se han encontrado gusanos poliquetos de 2,5 a 5 cm.

Se ha descubierto que el 90% del metano oceánico, tan pronto como se produce, se degrada por procesos microbiológicos que utilizan la importante concentración de sulfato llevado a los fondos por las aguas marinas. La existencia de esta barrera natural antimetano es capital en la regulación del clima a escala de todo el planeta. Este proceso empezó a ser dilucidado recientemente, cuando se estableció que se debía a colonias microbianas extraordinarias que asocian a bacterias y arqueobacterias.

Aunque el mecanismo de esta barrera antimetano de origen microbiológico puede comprenderse como elemento clave del ciclo del carbono oceánico, a falta del cual la desregulación climática sería absoluta, subsiste aún una importante interrogante sobre el 10% de gases producidos de forma permanente que escapan a este proceso. Ahora bien, se ha descubierto que el metano no degradado quedaba retenido, a alta presión y a baja temperatura, en los hidratos de metano presentes de forma muy expandida en los fondos marinos.

Así, el océano mundial contendría enormes cantidades de estos hidratos de metano, principalmente en los márgenes continentales, en otras palabras, en los taludes que se sumergen hacia las profundidades desde los continentes. Aunque las cifras suscitan una gran incertidumbre, se trataría de unos 12 billones de toneladas, más o menos mezcladas con sedimentos donde forman filones e inclusiones.

Por lo tanto, se toman en serio dos hipótesis de riesgo, una "climática" (que provoca una subida de la temperatura del fondo oceánico), otra "mecánica" (una brusca perturbación de las condiciones de presión). En ambos casos, el peligro estriba en un desprendimiento masivo del metano liberado por los clatratos.

La hipótesis mecánica se refiere esencialmente a la aparición de inestabilidades en las capas de sedimentos depositadas en taludes submarinos inclinados, que podrían desencadenar amplios flujos de materias. En tales deslizamientos, los clatratos presentes en la masa o en el entorno pueden disociarse, bajo el choque, provocando el desprendimiento del metano que almacenan.

Los datos recogidos en la actualidad parecen mostrar que las concentraciones de hidratos están situadas a grandes profundidades, lo que las pone relativamente al abrigo de los fenómenos de los taludes.

En una menor medida, este riesgo "mecánico" relacionado con los clatratos puede también estar inducido por las actividades humanas como la explotación de los hidrocarburos mar afuera, calentando entre otras cosas los fondos marinos, que podría provocar peligrosas desestabilizaciones acompañadas de emisiones de metano. En todas estas regiones en las que la producción del metano es muy abundante, a causa de la carga orgánica elevada del sedimento, se han puesto a punto algunas técnicas innovadoras de estimación de los flujos. Los investigadores combinan las medidas sísmicas y acústicas (que dan información sobre la estructura del fondo) con análisis de las burbujas de gas que provienen de las muestras de sedimento extraídas in situ. Así se llega a verdaderas cartografías regionales de la producción de metano, un primer paso hacia la obtención de un balance fiable de las emisiones de metano marino a escala planetaria.

CONCLUSIONES

Los clatratos o hidratos de metano se encuentran principalmente en el permafrost y en los fondos oceánicos.

La producción de metano en los fondos marinos ocurre por la acumulación de grandes volúmenes de materia orgánica en los sedimentos constituidos por organismos planctónicos y nectónicos caídos al morir, enterrados por la sedimentación y la actividad bacteriana y de arqueas.

El escape de metano de los clatratos se produce por calentamiento global y disminución de la presión.

REFERENCIAS

- LIU K, CRUZAN J D, SAYKALLY R J. 1996. Water clusters. *Science*. 1996. 271: 929-933. Doi: 10.1126/science.271.5251.929
- TEVES N. 2007. Hallazgos recientes en las profundidades abisales. *Rev. Geol. Cap. Ing. Geol. CDL/CIP N°3*
<https://mariecuriesnews.wordpress.com/tag/clatratos-de-metano/>
- <https://es.answers.yahoo.com/question/index?qid.>
- <http://www.eu-hermes.net>
- www.amazings.com/ciencia/noticias/030609d.html
- masciencia.org
- https://ec.europa.eu/research/rtdinfo/48/01/print_article_3789_es.html