



## Comisión Jurídica y Técnica

Distr. general  
14 de mayo de 2004  
Español  
Original: inglés

---

### Décimo período de sesiones

Kingston (Jamaica)

24 de mayo a 4 de junio de 2004

### **Informe sobre el desarrollo del modelo geológico para la Zona de fractura Clarion-Clipperton**

#### **Preparado por la Secretaría**

1. Durante el noveno período de sesiones de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, la Comisión Jurídica y Técnica fue informada de los resultados del taller de la Autoridad en Fiji, que se celebró del 13 al 20 de mayo de 2003, con objeto de establecer un modelo geológico de nódulos polimetálicos para la Zona de la fractura Clarion-Clipperton (ZCC). La presente nota contiene un resumen de las actividades efectuadas posteriormente por la Secretaría para poner en práctica parte de las recomendaciones del Taller. Incluye: a) un resumen de la reunión de los contratistas, que se celebró en Nueva York en noviembre de 2003 a fin de estudiar la posibilidad de que los contratistas aportaran datos y el alcance de su participación en el desarrollo del modelo, b) información sobre los datos adquiridos que eran del dominio público para utilizarlos con objeto de desarrollar un mapa batimétrico de la ZCC, y c) información computadorizada para facilitar el análisis espacial de los datos y su integración, así como la construcción de modelos y de mapas de los distintos parámetros del modelo geológico para la ZCC.

#### **I. Antecedentes**

2. Una de las principales funciones de la Autoridad consiste en evaluar las cantidades de metales que se pueden encontrar en los nódulos polimetálicos de los fondos marinos. A tal fin, la Autoridad efectuó una evaluación de las zonas reservadas de la ZCC utilizando para ello datos presentados por los primeros inversionistas inscritos, que figuraban en la base de datos POLYDAT de la Autoridad.

3. Aunque la información presentada por los primeros inversionistas inscritos resultó satisfactoria para evaluar algunos recursos, no bastó para realizar estimaciones de las cantidades de metales que se pueden encontrar en esas áreas con un grado razonable de confianza. Durante una reunión de la Autoridad y los primeros inversionistas inscritos, celebrada en marzo de 2001, algunos de éstos sugirieron que la labor futura de la Secretaría sobre la evaluación de los recursos de áreas reservadas



de la ZCC ganaría si se preparaba un modelo geológico de esta parte de los fondos marinos.

4. En el noveno período de sesiones de la Autoridad, los miembros de la Comisión Jurídica y Técnica reconocieron que si el modelo resultaba ser de aplicación mundial en las zonas de nódulos, quienes más se beneficiarían del modelo, además de la Autoridad, serían los contratistas que exploraran la ZCC y la cuenca del Océano Índico central, así como los futuros prospectores de nódulos. Además, en el informe de la Comisión Jurídica y Técnica (ISBA/9/C/4) se insistió en la importancia de mantener una estrecha cooperación con los contratistas durante el proceso de preparación del modelo.

5. A fin de preparar el modelo y hacer frente a la cuestión de la preparación de modelos de los recursos de nódulos en la ZCC, la Autoridad organizó un taller para examinar diversos elementos que debían incluirse en la preparación del modelo. El taller se celebró del 13 al 20 de mayo de 2003 en Fiji.

6. El taller formuló varias recomendaciones sobre los componentes del modelo y un programa de trabajo para el establecimiento de un modelo geológico fidedigno de nódulos polimetálicos en la ZCC en un plazo de tres a cuatro años.

7. El modelo geológico se preparará para facilitar las futuras actividades de prospección de minerales en depósitos de nódulos polimetálicos en la ZCC, así como para efectuar evaluaciones de los recursos. La ZCC que incluye los mayores depósitos conocidos de nódulos de los fondos abisales está situada aproximadamente entre 110 y 160 grados de longitud oeste y 5 y 20 grados de latitud norte en el Océano Pacífico nororiental.

8. El modelo servirá para predecir la distribución geográfica de la ley de los nódulos (concentraciones de manganeso (Mn), cobalto (Co), níquel (Ni) y cobre (Cu)) y su abundancia (kilogramos de mineral por metro cuadrado de fondo marino), utilizando como elementos del modelo los valores de otras variables conocidas, como la topografía de los fondos marinos, las características del sedimento, los procesos tectónicos y volcánicos durante los últimos 20 millones de años, los procesos de la columna hídrica y los tipos de nódulos que se cree que están geológicamente relacionados con la formación de depósitos de nódulos. Se tratará de un modelo geográfico tridimensional.

9. Los datos que se utilizarán en el modelo tendrán en cuenta la ley y la abundancia, así como los mencionados datos indirectos que se utilizarán para preparar los componentes del modelo. Los datos procederán por lo menos de cuatro fuentes. Se trata del depósito central de datos de la Autoridad, el dominio público (la Organización Nacional de los Estados Unidos del Océano y la Atmósfera (NOAA), el Proyecto de Perforación en las Aguas Profundas (DSDP), el Programa de Sondeos Oceánicos (ODP), la Carta Batimétrica General de los Océanos (GEBCO), etc.), los contratistas para la exploración de los nódulos, así como los eventuales contratistas. Los datos se han recogido utilizando distintos métodos y material. Del análisis de los datos de los contratistas relativos a la ley y la abundancia en las áreas reservadas, se sabe, por ejemplo, que en algunos de los conjuntos de datos hubo un sesgo sistemático. En consecuencia, será preciso identificar todo sesgo sistemático entre los conjuntos de datos de los contratistas y los conjuntos de datos públicos/privados, establecer criterios para efectuar ajustes y modificar los datos de que

se trate. También será necesario convertir todos los datos en archivos del Sistema de Información Geográfica (SIG) para cada componente del modelo.

10. Para cada serie de datos indirectos que representa un componente del modelo, se supondrá que el componente se definirá utilizando algoritmos (una serie de normas que habrá que seguir en los cálculos que vincularán estos datos a la ley o la abundancia) que sean independientes de cualquier plataforma informática o paquete de programas protegidos.

11. Se supone que habrá un cierto intercambio de datos entre los científicos y consultores interesados en el proyecto. A este respecto, parecería necesario establecer los protocolos de datos que se utilizarán. También se supone que se celebrarán reuniones periódicas para determinar los progresos.

12. El programa de trabajo propuesto por el taller se divide en tres fases, empezando con la adquisición y elaboración de los datos, pasando al análisis y terminando con la producción de un modelo geológico con el objetivo declarado de mejorar la evaluación de los recursos. Se espera que el modelo vaya acompañado de una “guía del prospector”, en la que se darán explicaciones descriptivas de la geología de los nódulos para complementar el enfoque cuantitativo del modelo. El modelo se basará principalmente en datos de que ya se dispone y no en investigaciones originales. Está concebido para que abarque la amplia gama de factores que influyen en las dos medidas que más interesan a los prospectores y a los científicos: la abundancia de nódulos y su contenido de metal. Las aportaciones al modelo procederán de la mayoría de los campos que abarca la oceanografía y que guardan relación con el entorno de los depósitos de nódulos. Entre estos cabe mencionar la topografía y la geología de los fondos marinos, así como la estructura y biología del agua marina suprayacente de los nódulos.

13. Por consiguiente, el taller recomendó que se obtuviera información de distintas fuentes para que el modelo fuera más fiable. Recomendó específicamente que se procediera a un proceso de consulta con los contratistas de la Autoridad, a fin de solicitar que le prestaran asistencia en la elaboración del modelo proporcionándole datos e información adicionales.

## **II. Reunión de contratistas**

14. Atendiendo a la recomendación del taller con respecto a la adquisición de los datos en noviembre de 2003, la Secretaría organizó una reunión con los contratistas para estudiar sus posibles contribuciones a la preparación del modelo y el alcance de su participación.

15. Para ayudar a los contratistas, se les presentó un cuestionario sobre los datos y la información de que se disponía. En el cuestionario se hacían preguntas respecto de la batimetría, la abundancia de nódulos, el contenido de metal, la sedimentación, los tipos de nódulos, la columna hídrica y la actividad tectónica y volcánica.

16. En el cuestionario también se hacían preguntas acerca de las modalidades de participación de los contratistas en la preparación del modelo y de las disposiciones para la recogida y el análisis de los datos y de la información que estos aportarían.

17. Durante la reunión, el Secretario General de la Autoridad recalcó la importancia de este proyecto para facilitar un mejor conocimiento de los recursos de nódulos

polimetálicos en la Zona de la fractura Clarion-Clipperton (ZCC). Aseguró a los contratistas que se mantendría la confidencialidad de todos los datos que proporcionarían para la preparación del modelo; sólo se proporcionarían, como mapas generales, los resultados de las compilaciones.

18. Al responder al cuestionario, los seis contratistas, cuyas áreas están situadas en la ZCC, acordaron utilizar sus datos batimétricos, en concreto los mapas batimétricos que habían presentado junto con su solicitud para que se les concedieran áreas de primeras actividades y los datos batimétricos adicionales que habían adquirido a raíz de la asignación de esas áreas ya fuera en áreas cedidas (en su caso) o en áreas de los contratistas.

19. Con la excepción de los datos disponibles sobre la proporción de manganeso(Mn)/hierro(Fe), los contratistas no autorizaron a la Autoridad a utilizar los datos sobre la abundancia de nódulos y el contenido de metal procedentes de sus áreas.

20. Yuhzmergeologiya señaló que proporcionaría los resultados del análisis geoestadístico procedentes de su base de datos sobre la abundancia y el contenido de metal en la ZCC siempre que fuera ella quien efectuara el análisis y que su base de datos no se presentara a la Autoridad. La Organización Conjunta Interoceánica (IOM), el Gobierno de la República de Corea y la Asociación China para la Investigación y el Desarrollo de los Recursos Minerales del Océano (COMRA) autorizaron a la Autoridad a utilizar los datos sobre la abundancia de nódulos y el contenido de metal de sus áreas cedidas. Sin embargo, IOM puso como condición que sus datos se incorporaran al modelo en forma geoestadísticamente elaborada (kriging), de modo que la serie de datos original no pudiera obtenerse de ningún material publicado. El Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar/Asociación Francesa para el Estudio de la Investigación de los Nódulos IFREMER/AFERNOD y COMRA indicaron que podían proporcionar a la Autoridad datos sobre la abundancia de nódulos y el contenido de metal que habían proporcionado respecto de áreas de la ZCC situadas fuera de su área de contrato.

21. Además, Yuhzmergeologiya, IFREMER/AFERNOD, IOM y el Gobierno de la República de Corea acordaron proporcionar fotografías de determinados sectores e información sobre las relaciones entre la abundancia de nódulos y el contenido de metal y la batimetría y topografía de los fondos marinos de las áreas situadas dentro o fuera de las áreas que habían solicitado.

22. Respecto de los datos relativos a la sedimentación, los contratistas señalaron que podían proporcionar todos los datos que tenían sobre la distribución del sedimento (facies y espesor), sobre la capa transparente, los hiatos, la bioperturbación, la erosión y la resedimentación en cualquier área situada en la ZCC. Sin embargo, IOM notificó que la calidad de sus datos sobre la distribución del sedimento y los hiatos difería y que los únicos datos de alta calidad con que contaba eran los relativos a la parte oriental de la ZCC. El Gobierno de la República de Corea e IFREMER/AFERNOD indicaron que algunos de sus datos tendrían que ser elaborados antes de que pudieran presentarse a la Secretaría.

23. Con respecto a los tipos de nódulos, IFREMER/AFERNOD, el Gobierno de la República de Corea, COMRA, Yuhzmergeologiya e IOM podían proporcionar datos sobre la morfología, el tamaño y el contenido de metal de los nódulos. Yuhzmergeologiya indicó que también podría proporcionar datos sobre las tasas de acumulación y la edad de los nódulos.

24. Con respecto a la columna hídrica, IFREMER/AFERNOD, el Gobierno de la República de Corea, Yuhzmorgeologiya, IOM y COMRA indicaron que podían proporcionar todos los datos conexos de que disponían. Además, Yuhzmorgeologiya podía proporcionar datos sobre la zona de oxígeno mínimo, la profundidad de compensación del carbonato de calcio (PCC), las corrientes y la productividad biológica. Además, IOM podía proporcionar datos sobre la reconstrucción del nivel de la PCC y sus variaciones; las relaciones entre la formación de nódulos y las corrientes, y el contenido de carbonato de calcio de los sedimentos.

25. Con respecto a la actividad tectónica y volcánica, el Gobierno de la República de Corea y la Compañía para el Desarrollo de los Recursos de los Fondos Marinos y Oceánicos (DORD) señalaron que no disponían de datos, y yuhzmorgeologiya, IOM, COMRA e IFREMER/AFERNOD aceptaron proporcionar datos sobre estos parámetros, incluida información sobre las fallas, las fracturas y la actividad volcánica e hidrotérmica.

26. En relación con las modalidades de participación y las disposiciones para la recogida y el análisis de los datos y la información disponibles, Yuhzmorgeologiya e IOM dijeron que podían compilar datos sobre la formación de nódulos, la acumulación y la concentración de metal, y sobre la relación entre los nódulos y la actividad tectónica y volcánica, mientras que IFREMER/AFERNOD comunicó que podía participar en la elaboración y compilación de información sobre la sedimentación. Además, el Gobierno de la República de Corea convino en que era necesario participar en el proceso de recogida de datos. COMRA y DORD señalaron que más adelante hablarían con la Secretaría de la cuestión de su participación.

27. Durante la reunión se acordó que la Secretaría y los contratistas decidirían las disposiciones para la recogida y el análisis de los datos de los contratistas, caso por caso.

### **III. Adquisición de datos del dominio público**

28. La Secretaría ha adquirido los siguientes conjuntos de datos de la NOAA para su utilización en la preparación de un mapa batimétrico y topográfico de la ZCC y para su utilización como datos indirectos en la preparación del modelo geológico de la ZCC:

- a) Estudios geofísicos que contienen 2.400.000 puntos relativos a la batimetría, y datos magnéticos y gravimétricos;
- b) Una cuadrícula batimétrica de dos minutos de arco;
- c) Espesor total del sedimento y descripción del sedimento superficial de los fondos marinos;
- d) Datos esenciales del Programa de Sondeos Oceánicos y el Proyecto de Perforación en Aguas Profundas.

#### **IV. Establecimiento de una base informática para el desarrollo del modelo geológico de la ZCC**

29. Para preparar un modelo geológico es preciso analizar e integrar información procedente de distintas fuentes. En consecuencia, la Secretaría realizó la primera fase del establecimiento de una base informática a fin de facilitar el análisis espacial de los datos, su integración y, la creación de modelos y mapas de los distintos parámetros del modelo geológico de la ZCC. La base informatizada se creó con el soporte lógico geoestadístico ISATIS, adquirido a la compañía francesa GEOVARIANCES, y el sistema de Información Geográfica MapInfo. Participaron en este proceso un consultor de GEOVARIANCES y un especialista de SIG.

30. La creación de la base informatizada se inició con la carga de distintos conjuntos de datos en ISATOS y la organización de estos conjuntos de datos de forma tal que pudieran seleccionarse para estudios específicos, incorporarse a nuevos conjuntos de datos y actualizarse. En esa fase inicial, la carga de datos incluyó:

- a) La ubicación de bloques de áreas reservadas y de áreas de contratistas;
- b) Un total de 3.718 datos de muestreo, en particular:
  - i) 2.141 muestras de áreas reservadas;
  - ii) 725 muestras del dominio público – Depósito central de datos de la Autoridad;
  - iii) 613 muestras adicionales proporcionadas por IFREMER;
  - iv) 239 muestras adicionales proporcionadas por COMRA;
- c) 8.342 mediciones de profundidad adicionales proporcionadas por COMRA;
- d) Datos de exploración con frecuencias múltiples proporcionados por COMRA, que contenían un total de 52.000 mediciones de la abundancia;
- e) Datos sedimentológicos proporcionados por COMRA;
- f) Conjuntos de datos de estudios batimétricos, gravimétricos y magnetométricos del centro de datos geofísicos de la NOAA, que incluye 2.413.00 puntos.

31. Una vez cargados los datos, se efectuó un control de calidad de los datos y un análisis estadístico para verificar posibles discrepancias. Algunas de las discrepancias se corrigieron o se encubrieron a efectos de las ulteriores evaluaciones y levantamiento de mapas geoestadísticos. Más adelante, con los datos de la NOAA se preparó un mapa batimétrico krigeado que se iba a utilizar como mapa básico para el modelo geológico. Pese a que habrá que seguir elaborándolo, este mapa puede utilizarse a modo de datos indirectos a fin de mejorar la estimación de la abundancia de nódulos y la ley mediante cokriging; también puede utilizarse para obtener gradientes batimétricos locales.

32. También se prepararon mapas krigeados respecto de la abundancia de nódulos y la ley del manganeso, el níquel, el cobre, el cobalto y el hierro. Gracias a este proceso se pudo preparar una lista de parámetros para los métodos de kriging a fin de orientar a las organizaciones que participarán en la preparación del modelo. Esto las ayudará a preparar mapas krigeados comparables sin tener que proporcionar sus conjuntos de datos originales.

33. Además, se prepararon series de mapas de simulación de recursos respecto de la abundancia de nódulos y la ley del manganeso, el níquel, el cobre, el cobalto y el hierro. Se pueden utilizar como aportación a los cálculos del tonelaje en toda el área ZCC o localmente en cada bloque.

34. Los mapas krigeados y simulados de la batimetría, la abundancia de nódulos y las leyes se transfirieron al formato SIG para preparar los mapas definitivos, que en el futuro se mejorarán agregando datos adicionales.

35. La mayoría de los conjuntos de datos que se proporcionaron para esta labor y se incluyeron en ISATIS se proporcionaron en planillas Excel. No obstante, también se pueden proporcionar datos en otros formatos, como las bases de datos Access, los ficheros ASCII, los ficheros Shape (entre otros muchos formatos SIG y formatos de ficheros tabulares) y los ficheros PRN (delimitados por espacios).

36. Como resultado de la preparación de esta base informatizada la Secretaría podrá compilar conjuntos de datos de todo tipo y realizar las actividades cartográficas necesarias para el modelo geológico ZCC.

## V. Labor futura

37. La preparación del modelo geológico para la ZCC, de acuerdo con las recomendaciones del taller, será uno de los componentes clave del programa de trabajo de la Secretaría en el período 2005-2007. La labor se iniciará con la adquisición de datos, a continuación se procederá al análisis de los datos y se terminará preparando el modelo y la guía del prospector.

38. Entre las tareas propuestas a mediano plazo cabe mencionar la integración de los mapas batimétricos krigeados preparados con datos del dominio público a a) los mapas proporcionados por los contratistas al presentar su solicitud de plan de trabajo de exploración y b) los datos batimétricos adicionales de las áreas situadas fuera de las áreas solicitadas por los contratistas.

39. Con respecto a los datos indirectos que se utilizarán en el modelo, incluirán información sobre el marco evolutivo de la placa del Pacífico subyacente a la ZCC, tipos de nódulos y sedimentos, distribución de especies y factores de la columna hídrica, como la zona de oxígeno mínimo, la profundidad de compensación del carbonato de calcio (CCD) y la capa bentónica limítrofe.

40. La Secretaría seguirá tratando de finalizar las disposiciones para la recogida y análisis de los datos que hayan proporcionado los contratistas, caso por caso.

41. En septiembre de 2004 se celebrará una reunión de expertos, que asesorarán sobre las cuestiones técnicas específicas y realizarán tareas concretas del proyecto, para ayudar a preparar los distintos componentes del modelo. También se parte del supuesto de que cada componente del modelo, cuando esté terminado, consistirá en uno o varios conjuntos de datos indirectos y de algoritmos matemáticos claramente definidos que generan predicciones respecto de la abundancia de nódulos y/o la ley en cualquier sector de la ZCC. A continuación las predicciones del modelo se someterán a pruebas de realidad del terreno utilizando subconjuntos de datos sobre la abundancia y la ley de los nódulos que sean distintos de los utilizados al calibrar los algoritmos de ingreso.

42. Cuando termine la labor sobre los componentes del modelo, se tiene la intención de organizar un segundo taller para que, de ser preciso, examine y modifique los métodos propuestos para integrar los datos que se incluyan en el modelo geológico. Una vez celebrado este taller, se espera que pueda avanzar la labor para completar la preparación, ensayo y documentación del modelo, incorporando las recomendaciones del taller en el diseño final del modelo.

43. Una vez se haya preparado el modelo óptimo, se procederá a hacer predicciones de la ley y la abundancia de nódulos para sectores de la ZCC que no estén suficientemente cubiertos. También se efectuarán estimaciones de la exactitud probable que se espera tengan las predicciones de las variables relativas a la ley y la abundancia. Utilizando el modelo se efectuará una evaluación actualizada de los recursos de metales de interés comercial en los depósitos de nódulos polimetálicos en las áreas reservadas de la ZCC.

44. La Secretaría se propondrá crear y mantener un sitio de transferencia de ficheros (ftp o http) que podrán utilizar los participantes en el programa para intercambiar datos y proyectos de informe, facilitando de este modo la eficiente y puntual transferencia durante la preparación del modelo.

---