

CONFERENCIA DE DESARME

CD/448
9 de marzo de 1984
ESPAÑOL
Original: INGLES

CARTA DE FECHA 9 DE MARZO DE 1984 DIRIGIDA AL PRESIDENTE DE LA CONFERENCIA DE DESARME POR EL PRESIDENTE DEL GRUPO AD HOC DE EXPERTOS CIENTIFICOS ENCARGADO DE EXAMINAR LAS MEDIDAS DE COOPERACION INTERNACIONAL PARA DETECTAR E IDENTIFICAR FENOMENOS SISMICOS, POR LA QUE SE TRANSMITE EL TERCER INFORME DEL GRUPO AD HOC

Tengo el honor de remitirle adjunto, en su calidad de Presidente de la Conferencia de Desarme, el tercer informe que el Grupo ad hoc de expertos científicos encargado de examinar las medidas de cooperación internacional para detectar e identificar fenómenos sísmicos presenta a la Conferencia de Desarme. Este informe se ha preparado de conformidad con la decisión de 7 de agosto de 1979 del Comité de Desarme.

El Grupo ad hoc quiere destacar con gratitud la ayuda que le ha prestado la Secretaría de las Naciones Unidas.

El Grupo ad hoc de expertos me ha pedido que en mi calidad de Presidente del Grupo transmita en nombre suyo el presente informe, que ha sido aprobado por unanimidad.

(Firmado): OLA DAHLMAN
Presidente

TERCER INFORME QUE EL GRUPO AD HOC DE EXPERTOS CIENTIFICOS
ENCARGADO DE EXAMINAR LAS MEDIDAS DE COOPERACION INTERNACIONAL
PARA DETECTAR E IDENTIFICAR FENOMENOS SISMICOS PRESENTA A
LA CONFERENCIA DE DESARME

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
RESUMEN	1 - 17	vi
1. INTRODUCCION		1
1.1. Antecedentes y mandato del Grupo <u>ad hoc</u>		1
2. ORGANIZACION Y METODO DE TRABAJO DEL GRUPO <u>AD HOC</u>		3
2.1. Organización y composición del Grupo <u>ad hoc</u>		3
2.2. Programa y método de trabajo		4
3. ULTIMOS ADELANTOS EN MATERIA DE ESTACIONES Y REDES SISMOGRAFICAS		6
3.1. Introducción		6
3.2. Normas para las estaciones de la red mundial		7
3.3. Distribución de las estaciones de una red mundial		8
3.4. Capacidad de la red mundial		8
4. OBTENCION DE DATOS DE NIVEL I		10
4.1. Introducción		10
4.2. Instrucciones y especificaciones para datos de nivel I		11
4.3. Desarrollo de los aspectos científicos y técnicos de la obtención automática de datos de nivel I		12
4.4. Procedimientos interactivos basados en el uso de sistemas gráficos		12
4.5. Consecuencias para el sistema mundial		13
5. INTERCAMBIO DE DATOS DE NIVEL I MEDIANTE EL SMT DE LA OMM ..		15
5.1. Introducción		15
5.2. Análisis de los resultados de los experimentos realizados mediante una acción cooperativa		16
5.3. Consecuencias para el sistema mundial		18
6. INTERCAMBIO DE DATOS DE NIVEL II		20
6.1. Introducción		20
6.2. Especificación de los datos de nivel II		21
6.3. Medios para el intercambio de datos de nivel II		22
6.4. Solicitudes de datos de nivel II		24
6.5. Consecuencias para el sistema mundial		25

INDICE (continuación)

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
7. CENTROS INTERNACIONALES DE DATOS	26
7.1. Introducción	27
7.2. Descripción de los procedimientos que deberán usarse en los centros internacionales de datos que se establezcan	27
7.3. Consecuencias para el sistema mundial	31
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
Lista de expertos científicos y representantes que participan en la labor del Grupo <u>ad hoc</u> en su tercer mandato	42

Apéndices

- Glosario de términos sismológicos y abreviaturas utilizados en el presente documento
- Lista de aportaciones nacionales presentadas para el tercer informe del Grupo ad hoc
- Reseña de las aportaciones nacionales sobre los últimos adelantos en materia de estaciones y redes sismográficas
 - Reseña de los adelantos introducidos en las instalaciones sismográficas nacionales
 - Reseña de los adelantos introducidos en las instalaciones nacionales de obtención de datos de nivel I
 - Estimaciones detalladas del ruido sísmico en las estaciones sismográficas mundiales
- Reseñas de estudios nacionales sobre la obtención de datos de nivel I y recomendaciones técnicas
 - Reseñas de estudios nacionales sobre la obtención de datos de nivel I
 - Revisiones y enmiendas al informe CD/43, Add.1
 - Recomendaciones de la Comisión de Práctica Sismológica de la IASPEI sobre las mediciones de amplitud y períodos
 - Reseñas de investigaciones nacionales sobre obtención automática de parámetros
 - Reseñas de experimentos nacionales con sistemas gráficos
- Características fundamentales del Sistema Mundial de Telecomunicaciones (STM) y reseñas de las aportaciones nacionales sobre la transmisión de datos de nivel I por medio del SMT
 - Características fundamentales del Sistema Mundial de Telecomunicaciones

INDICE (continuación)

Apéndices

5. (continuación)

- 5B: Autorización y recomendaciones de la OMM para la utilización del SMT
 - 5C: Reseñas de las aportaciones nacionales a los ensayos técnicos del SMT de la OMM
6. Reseñas de las aportaciones nacionales relativas al intercambio de datos sismológicos de nivel II e información técnica sobre algunos sistemas de transmisión actuales
- 6A: Reseñas de investigaciones nacionales sobre el intercambio de datos de nivel II
 - 6B: Algunas opciones en materia de telecomunicaciones internacionales para la transmisión y el intercambio de datos sismológicos
7. Manual provisional de operaciones para los Centros Internacionales de Datos
8. Instrucciones preliminares para un ensayo experimental detallado del sistema mundial

RESUMEN

1. El Grupo ad hoc de expertos científicos encargado de examinar las medidas de cooperación internacional para detectar e identificar fenómenos sísmicos, con miras a facilitar la verificación de un tratado sobre la prohibición completa de los ensayos de armas nucleares, fue establecido en 1976 por la Conferencia del Comité de Desarme (CCD) y mantenido luego por el Comité de Desarme (CD), que a partir de febrero de 1984 se ha transformado en Conferencia de Desarme. Durante el actual mandato del Grupo han participado en su labor expertos de 30 Estados ^{1/} designados por los gobiernos y representantes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Los nombres de los participantes se enumeran al final del presente informe.

2. En sus informes CCD/558, de 14 de marzo de 1978, y CD/43, de 25 de julio de 1979, aprobados por consenso, el Grupo ad hoc expuso cómo podría aplicarse la ciencia sismológica, en régimen de cooperación internacional, para un intercambio mundial de datos sismológicos a fin de ayudar a los Estados en la verificación nacional de una prohibición completa de los ensayos de armas nucleares.

Es de esperar que el sistema propuesto para el intercambio mundial de datos funcione sobre la base de una serie de disposiciones que deberán elaborarse en el marco de un tratado que prohíba los ensayos de armas nucleares y que incluya las explosiones nucleares con fines pacíficos en un protocolo que sería parte integrante del tratado.

3. El sistema mundial propuesto tiene tres elementos fundamentales:

- a) una red de más de 50 estaciones sismológicas, existentes o proyectadas, repartidas por todo el mundo, con equipo perfeccionado y procedimientos mejorados de obtención de datos,
- b) el intercambio internacional de esos datos por conducto del Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM),
- c) el tratamiento de los datos en centros internacionales de datos (CID) especiales para uso de los Estados participantes.

4. Cada estación u observatorio comunicaría los datos en forma normalizada y en dos niveles:

Nivel I²: Transmisión sistemática, con la mínima demora, de los parámetros básicos de las señales sísmicas detectadas, y

Nivel II²: Registros detallados de la forma de las ondas, que se transmiten para atender peticiones de información adicional.

* En los documentos CCD/558 y CD/43 se utilizaron los términos Nivel 1 y Nivel 2, respectivamente.

^{1/} Alemania, República Federal de, Argelia, Australia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Canadá, Checoslovaquia, Dinamarca, Egipto, Estados Unidos de América, Finlandia, Hungría, India, Indonesia, Italia, Japón, Kenya, México, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Perú, Polonia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Democrática Alemana, Rumania, Suecia, Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, China (en calidad de observadora).

En comparación con la práctica sismológica actual, se haría mayor hincapié en los parámetros relativos a la identificación de los fenómenos, y en general, se establecerían requisitos operacionales estrictos en cuanto al alcance, la compatibilidad, la fiabilidad y la prontitud de la información. Siempre que fueran aplicables, se observarían las prácticas científicas convenidas internacionalmente.

5. El presente informe, aprobado por consenso, que es el tercer informe general del Grupo ad hoc, contiene instrucciones provisionales detalladas para realizar un ensayo experimental detallado del sistema mundial que podría establecerse para el intercambio internacional de datos sismológicos en virtud de un futuro tratado. El informe contiene, además, los resultados de las investigaciones nacionales presentados al Grupo por sus miembros sobre cuestiones relacionadas con la ulterior mejora de los aspectos científicos y técnicos del sistema mundial descrito en los documentos CCD/558 y CD/45. En documentos oficiosos de trabajo se han presentado al Grupo más de 200 aportaciones nacionales, algunas de ellas de considerable importancia y extensión. Estas aportaciones, que se enumeran en el Apéndice 2 del informe, han sido examinadas y analizadas en los nueve períodos de sesiones plenarias celebrados por el Grupo.

6. El Dr. Ulf Ericsson, de Suecia, actuó como Presidente del Grupo ad hoc desde 1976 hasta su fallecimiento, ocurrido en noviembre de 1982. Durante esos años dirigió los trabajos del Grupo con gran competencia y dedicación. Los considerables resultados obtenidos por el Grupo ad hoc deben atribuirse, en gran medida, a la Presidencia del Dr. Ericsson.

7. El 10 de febrero de 1983, el Grupo ad hoc eligió por unanimidad como nuevo Presidente al Dr. Ola Dahlman, de Suecia.

8. Por invitación del Comité de Desarme, asistieron a los períodos de sesiones del Grupo ad hoc representantes de la OMM, que prestaron un asesoramiento y una ayuda valiosos en lo referente a la transmisión de datos sismológicos mediante el SMT de la OMM. El Grupo ad hoc toma nota de la carta dirigida al Presidente del Comité de Desarme por el Secretario General de la OMM (CD/Working Paper Nº 99, de 20 de junio de 1983), en la que informaba al Comité de la decisión adoptada por el Consejo Ejecutivo de la OMM en su 35º período de sesiones de aprobar la recomendación 18 (CBS-VIII) de la Comisión de Sistemas Básicos de la OMI relativa a la "Inclusión de boletines sísmicos en el programa mundial de intercambio". Así, ya existe una aprobación oficial para el intercambio regular de datos sismológicos de nivel I mediante el SMT de la OMM a partir del 1º de diciembre de 1983.

9. El presente informe tiene ocho capítulos, cada uno de los cuales se refiere a distintos aspectos de la labor del Grupo. Además, se incluyen como parte integrante del informe ocho apéndices que contienen material detallado y técnico. Se llegó a un consenso sobre la totalidad del texto principal del informe, así como sobre los apéndices que contienen recomendaciones e instrucciones técnicas provisionales (apéndices 4B, 7 y 8). Los apéndices 1, 2, 4C, 5A y 5B contienen datos informativos sobre diversas cuestiones de organización y técnicas. Los apéndices restantes (apéndices 3, 4A, 4D, 4E, 5C y 6) contienen reseñas de investigaciones nacionales y, por consiguiente, reflejan los puntos de vista de países determinados sobre diversos problemas técnicos.

10. En los párrafos que siguen se resume el contenido de los capítulos del informe.

11. Los capítulos 1 y 2 sirven de introducción y en ellos se exponen los antecedentes del establecimiento del Grupo ad hoc, el mandato confiado al Grupo por el Comité de Desarme, su organización y su método de trabajo.

12. En el capítulo 3 se describen los adelantos recientes en materia de estaciones y redes sismográficas. En resumen, durante los últimos años se han registrado adelantos técnicos considerables por lo que respecta a las instalaciones sismográficas de todo el mundo, algunos de los cuales se describen en el presente capítulo y en los apéndices correspondientes.

En la actualidad las múltiples ventajas de los sistemas sismográficos de registro digital gozan de general reconocimiento, por lo que se han instalado muchos sistemas de esta clase. Si bien un número considerable de estaciones que presentan interés para la red mundial son todavía del tipo de registro analógico, el Grupo ad hoc recomienda que se asigne gran prioridad a la conversión de estaciones analógicas a sistemas digitales.

El Grupo ad hoc mantiene su recomendación, formulada en los documentos CD/558 y CD/43, de que todas las estaciones de la red vayan provistas de sistemas sismográficos modernos de funcionamiento normalizado, capaces de registrar continuamente datos en forma digital. Sin embargo, los progresos logrados en esa normalización han sido lentos, y la determinación de las normas que deban regir para la red es un objetivo importante que merece ulterior estudio.

Mediante experimentos nacionales se ha demostrado la utilidad de los datos que pueden obtenerse de complejos de sismógrafos, incluso de apertura muy reducida.

En el documento CCD/558 se señalaba que la gran mayoría de estaciones sismográficas de alta calidad estaban emplazadas en el hemisferio norte. Hasta ahora, esa situación sigue siendo básicamente la misma. El Grupo ad hoc considera fundamental que se instalen más estaciones de alta calidad en el hemisferio sur, sobre todo en África y Sudamérica. El Grupo ad hoc considera muy valiosos los esfuerzos que se están realizando actualmente para determinar la viabilidad de emplazar sistemas de sismógrafos en los fondos marinos. El Grupo observa que la inclusión de estos instrumentos aumentaría considerablemente la capacidad del sistema mundial.

El Grupo ad hoc advierte que se han producido cambios de importancia desde que se estudió en el documento CCD/558 la capacidad teórica de una red escogida como modelo para un sistema mundial. Se ha presentado al Grupo ad hoc un nuevo método de estimación de la capacidad de la red, mediante la utilización de datos simulados de terremotos que tiene importancia metodológica. Sin embargo, el Grupo conviene en que la evaluación exacta de la capacidad de una red mundial sólo será posible en combinación con el ensayo experimental detallado del sistema mundial según se propuso por primera vez en el documento CCD/558. Sigue reconociéndose la necesidad de ese ensayo experimental.

13. En el capítulo 4 se analiza la obtención de datos de nivel I en las estaciones sismográficas de la red mundial. En resumen, el Grupo ad hoc ha estudiado las conclusiones de diversas investigaciones nacionales sobre las listas de parámetros de nivel I propuestas en los documentos CCD/558 y CD/43. Como resultado de esos estudios, el Grupo considera que sería útil añadir nuevos parámetros para un intercambio internacional de datos sismológicos. Sin embargo, la lista definitiva de parámetros no se establecerá hasta que se haya realizado un ensayo experimental detallado, según se propone en el documento CCD/558.

Las investigaciones nacionales han mostrado que los métodos existentes para la obtención de datos de nivel I pueden imponer un pesado volumen de trabajo a los participantes en un intercambio internacional de datos. El Grupo ad hoc observa que se han obtenido, mediante procedimientos automáticos, resultados prometedores que podrían conducir a una reducción del volumen de trabajo, pero reconoce que se trata de un problema difícil. El Grupo considera que hacen falta más investigaciones en esta esfera. Se parte de la base de que las estaciones participantes en el sistema mundial propuesto estarían equipadas con dispositivos de registro digital.

El tratamiento interactivo ha resultado muy útil en el análisis de los registros sismológicos y deberían realizarse nuevos estudios al respecto. Un propósito razonable es intentar reducir al mínimo el número de puntos de decisión intermedios en el proceso interactivo, aproximándose así al objetivo de la obtención automática de parámetros. El Grupo ad hoc considera que la normalización del tratamiento interactivo es importante y debe investigarse.

El Grupo ad hoc toma nota de las recomendaciones aprobadas por la Asociación Internacional de Sismología y Física del Interior de la Tierra en el curso de su reunión celebrada en 1979 en Canberra, Australia, acerca de las instrucciones para medir amplitudes y períodos en relación con la determinación de la magnitud (apéndice 4C). El Grupo recomienda que esas normas constituyan la base para tales mediciones dentro del sistema mundial y que se elaboren procesos automáticos para analizar las señales conforme a esas normas.

Se han señalado resultados alentadores acerca del empleo de técnicas para la obtención de datos de nivel I, como el filtrado de polarización y el análisis de gran definición de datos relativos al número de ondas obtenidos mediante pequeños complejos. El Grupo ad hoc recomienda que prosigan los estudios sobre estos y otros métodos avanzados.

14. En el capítulo 5 se aborda el intercambio de datos de nivel I mediante el SMT de la OMM. Se han realizado dos intercambios experimentales de datos abreviados de nivel I con ayuda del SMT de la OMM y con una amplia participación de los países representados en el Grupo ad hoc. Aunque se ha tropezado con algunos problemas técnicos, los resultados de los experimentos han demostrado que el SMT de la OMM puede satisfacer plenamente los objetivos establecidos para el sistema mundial propuesto, que consisten en una transmisión rápida y no distorsionada de los datos de nivel I. En muchos lugares remotos, el SMT de la OMM constituye el único mecanismo de comunicación práctico para la transmisión rápida de datos de nivel I.

Un experimento técnico complementario que se ha realizado entre cinco países ha puesto de manifiesto que el SMT puede manipular sin dificultad grandes volúmenes de datos de nivel I.

El Grupo ad hoc considera necesario realizar nuevos experimentos técnicos con el SMT de la OMM para ensayar nuevos aspectos del posible intercambio internacional de datos, especialmente la serie completa de parámetros de nivel I. La difusión de boletines sísmicos a partir de los centros de datos también requiere la realización de nuevas pruebas. El Grupo observa que no se ha adquirido ninguna experiencia importante en lo referente a las transmisiones desde África, la Antártida y Sudamérica y considera que es importante la participación de esos continentes en los nuevos experimentos.

La OMM ha autorizado la utilización del SMT de modo sistemático para el intercambio de datos sísmológicos de nivel I a partir del 1º de diciembre de 1983. El Grupo ad hoc considera esencial que se dé a conocer con prontitud información actualizada sobre las mejoras y los cambios que se introduzcan en el SMT, por lo que recomienda que la Secretaría de la Conferencia de Desarme acuerde con la secretaría de la OMM los medios para recibir de forma regular información sobre este asunto.

El Grupo ad hoc ha tomado nota de la indicación de la OMM de que sólo cabría esperar mejoras importantes en la transmisión si el SMT se utilizara de manera más periódica. Algunos países lo están haciendo ya. Sin embargo, el Grupo observa que la utilización o la participación periódica en pruebas más extensas del SMT plantea problemas de organización a algunos de los posibles Estados participantes.

El Grupo ad hoc considera importante que el formato de los datos de nivel I siga siendo compatible con la Clave Sísmica Internacional que se utiliza actualmente, y recomienda que se mantengan estrechos contactos con los organismos sísmológicos internacionales a fin de coordinar la labor ulterior relacionada con el formato de los parámetros de nivel I.

15. En el capítulo 6 se examinan el formato y los procedimientos para el intercambio de datos de nivel II. En el sistema mundial propuesto se intercambiarán los datos de nivel II, previa solicitud y por conducto de los centros internacionales de datos entre los servicios nacionales autorizados por sus gobiernos. Varias investigaciones nacionales han mostrado que se puede lograr un rápido intercambio de datos de nivel II en forma digital utilizando instalaciones modernas de telecomunicaciones sin límite alguno a la cantidad de datos que se pudiera solicitar.

En el sistema propuesto para el intercambio mundial de datos, los datos de nivel II procedentes de las distintas estaciones designadas para participar en la red mundial se intercambiarán en respuesta a las solicitudes que formulen, por conducto de un centro internacional de datos, los servicios nacionales autorizados por sus gobiernos.

El Grupo ad hoc reconoce que la estimación precisa del volumen de datos de nivel II que pudieran solicitarse no podrá hacerse hasta que se haya adquirido suficiente experiencia con un ensayo experimental detallado tal como se propone en el documento CCD/558.

Se han estudiado formatos preliminares para los datos sísmológicos de nivel II en cinta magnética. Cuando en lo sucesivo se estudien esos formatos, deberán tenerse en cuenta las posibles recomendaciones de la IASPEI. Es preciso seguir elaborando los formatos para el intercambio de esos datos mediante los canales de telecomunicación, pero en cualquier caso debería seguirse lo más estrictamente posible la norma que se establezca para los datos en cinta magnética.

Los datos de nivel II deberían intercambiarse del modo más rápido posible, y la rapidez dependerá de los procedimientos precisos que se convengan. El Grupo señala que será necesario tener en cuenta las condiciones prácticas de las telecomunicaciones en cada uno de los países participantes.

El Grupo ad hoc recomienda que se hagan nuevas investigaciones acerca de los posibles formatos y métodos para el intercambio de datos de nivel II a petición de los participantes en relación con los preparativos para el ensayo experimental detallado propuesto en el documento CCD/558.

16. En el capítulo 7 se trata el tema de los centros internacionales de datos para el sistema mundial que se contempla. Se han realizado varias investigaciones nacionales sobre la organización de los centros internacionales de datos y el tratamiento a que quedarían sometidos esos datos. En algunos países se han establecido centros experimentales de datos y se han efectuado algunos experimentos en gran escala para ensayar y elaborar procedimientos de manipulación y análisis de datos. En este capítulo se resumen esos esfuerzos y sus consecuencias para el sistema mundial. Se ha elaborado un "Manual provisional de operaciones para los centros internacionales de datos", en el que se dan instrucciones detalladas acerca de los procedimientos operacionales que deben seguirse en esos centros. El manual se adjunta como parte integrante del presente informe (apéndice 7). Algunos aspectos de los procedimientos expuestos en dicho anexo deberán ser objeto de ulterior ensayo y actualización.

Se han obtenido resultados preliminares mediante procedimientos automáticos para el análisis de los datos sismológicos de nivel I en los centros internacionales de datos que se establezcan para el sistema mundial propuesto. Los expertos del Grupo ad hoc reconocen que el tratamiento automático de datos de nivel I en los centros internacionales de datos constituye uno de los problemas más complejos que plantea el sistema mundial propuesto. No obstante, los resultados de las investigaciones nacionales muestran que en principio es posible solucionar este problema. El Grupo ad hoc recomienda que se asigne gran prioridad a la ulterior labor de investigación relacionada con el tratamiento automático en los centros de datos.

Las investigaciones nacionales que han llevado a cabo algunos países han demostrado la eficacia de la utilización de datos de nivel II para determinar con mayor precisión los parámetros de los focos en los centros nacionales, en relación con los fenómenos sísmicos que presenten interés.

Se ha acordado introducir algunas modificaciones en los procedimientos descritos en los anteriores informes del Grupo. El procedimiento que se utilice para la definición de los fenómenos deberá tener en cuenta un número de fases sísmicas mayor que el sugerido en los documentos CCD/558 y CD/43. Se requiere una ulterior labor de investigación para determinar con mayor precisión la localización del epicentro y -con la máxima urgencia- la estimación de la profundidad del fenómeno. Ello podría lograrse utilizando datos locales sobre el tiempo de propagación recopilados a escala mundial, así como técnicas conjuntas para la estimación del hipocentro. Sin embargo, la medida más importante al respecto es, al parecer, un mayor recurso a las fases de profundidad.

Algunas investigaciones nacionales han demostrado que, si en las estaciones de la red mundial se realiza un análisis más detallado de la información (datos de nivel II), por ejemplo utilizando el análisis de polarización, se consigue una mayor eficacia en la identificación de las fases de profundidad.

Deberán establecerse procedimientos y fórmulas para estimar las magnitudes basadas en datos de período corto y de período largo a partir de registros locales. Los procedimientos de estimación de magnitudes deben prever correcciones a nivel de cada estación y el empleo de datos sobre el ruido para las estaciones que no detecten los fenómenos. Hay que prestar mayor atención a la notificación y el análisis de las ondas superficiales de período largo, ya que los experimentos han demostrado que pueden realizarse observaciones de esas ondas en grado mucho mayor que en el pasado.

Hay que tratar de aumentar el volumen de los datos preliminares de localización proporcionados por las estaciones de complejos, así como el volumen de las estimaciones de las direcciones de las llegadas en el caso de las ondas superficiales de período largo.

Hay que elaborar procedimientos eficaces para la recepción, la multiplicación y el almacenamiento de copias de los datos de nivel II, y para su distribución a los participantes que hayan formulado una solicitud en relación con un fenómeno de interés.

17. El capítulo 8 contiene las conclusiones y recomendaciones para su estudio ulterior. Como se indica en este informe, en los últimos años se han producido adelantos importantes y rápidos relacionados con la sismología y las técnicas de tratamiento de datos, y se siguen produciendo adelantos.

El Grupo ad hoc observa que estos resultados pueden ser útiles y tenerse por lo tanto en cuenta para la mejora ulterior de los aspectos científicos y técnicos del sistema mundial de cooperación que se describe en los documentos CCD/558 y CD/43, así como para la tarea de seguir elaborando un ensayo experimental detallado de ese sistema.

El Grupo ad hoc ha observado que existen esferas en que es necesario lograr nuevos progresos científicos y técnicos, como se expone en los capítulos 3 a 7 de este informe y en el capítulo 8 se resumen los principales.

El Grupo ad hoc toma nota con reconocimiento de la decisión adoptada recientemente por la OMM en su Noveno Congreso, según la cual el SMT de la OMM podrá utilizarse para la transmisión sistemática de datos de nivel I a partir del 1º de diciembre de 1983. El Grupo considera necesario realizar nuevos ensayos técnicos, en régimen de cooperación con la OMM, a fin de determinar el rendimiento operacional del SMT de la OMM para el intercambio de datos sismológicos a escala mundial. El Grupo ha elaborado el plan preliminar con miras a un ensayo de este género de los canales de transmisión del SMT de la OMM para datos de nivel I, que podría efectuarse en 1984.

El Grupo ad hoc mantiene su recomendación, formulada en los documentos CCD/558 y CD/43, de que se realice lo antes posible un ensayo experimental detallado de todos los aspectos del sistema mundial definitivo.

Capítulo 1

INTRODUCCION

Resumen

Examen de los antecedentes relativos a la creación del Grupo ad hoc y exposición del mandato correspondiente a la prórroga de sus funciones.

1.1. Antecedentes y mandato del Grupo ad hoc

El 22 de julio de 1976, la Conferencia del Comité de Desarme (CCD) estableció un Grupo ad hoc de expertos designados por los gobiernos, para examinar las medidas de cooperación internacional destinadas a detectar e identificar fenómenos sísmicos e informar al respecto, con objeto de facilitar la verificación de una prohibición completa de los ensayos. En marzo de 1978, el Grupo presentó un informe aprobado por consenso (CCD/558), en el que se describía la forma de aplicar la sismología en un esfuerzo internacional de cooperación para lograr esa finalidad. En ese sentido, las medidas de cooperación tendrían tres elementos principales:

- una mejora sistemática de las observaciones comunicadas por una red de más de 50 observatorios sismológicos repartidos por todo el planeta,
- un intercambio internacional de estos datos por medio del Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la Organización Meteorológica Mundial (SMT/OMM),
- elaboración de los datos en centros internacionales especiales para uso de los Estados participantes.

En el informe también se consideraban algunas medidas tales como un ensayo experimental detallado, que podría realizarse inicialmente para ayudar a establecer ese sistema cooperativo internacional de intercambio de datos.

El 9 de mayo de 1978, la CCD decidió que el Grupo ad hoc continuara su labor y estudiara los principios científicos y metodológicos del posible ensayo experimental detallado de una red mundial como la que se describía en el documento CCD/558. El 15 de febrero de 1979, el Comité de Desarme (CD) decidió que se mantuvieran las disposiciones adoptadas en relación con el Grupo ad hoc. Posteriormente, en julio de 1979, el Grupo presentó su segundo informe (CD/43).

El 7 de agosto de 1979, el CD decidió (CD/PV.48) que el Grupo ad hoc continuara su labor con arreglo al siguiente mandato.

"1. Reconociendo la importante y útil labor realizada por el Grupo ad hoc en la elaboración de instrucciones y especificaciones referentes a las medidas de cooperación internacional para detectar e identificar fenómenos sísmicos, que fueron presentadas al CD por el Grupo en su informe de julio de 1979, el Comité de Desarme decide que el Grupo ad hoc debe proseguir su labor sobre las medidas que puedan adoptarse en lo sucesivo para el intercambio internacional de datos sismológicos en virtud de un tratado que prohíba los ensayos de armas nucleares y que regule las explosiones nucleares con fines pacíficos en un protocolo que sea parte integrante del tratado.

2. Esa labor deberá prever en particular:

- Elaboración ulterior, teniendo en cuenta el segundo informe del Grupo, de instrucciones detalladas acerca de un ensayo experimental del sistema mundial de medidas de cooperación internacional para detectar e identificar fenómenos sísmicos;
- Desarrollo ulterior de los aspectos científicos y técnicos del sistema mundial,
- Cooperación en el examen y el análisis de las investigaciones realizadas por los Estados sobre cuestiones pertinentes, tales como:
 - las condiciones requeridas para el uso del Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la OMM en el intercambio de datos sismológicos;
 - los procedimientos para obtener los datos deseados en las distintas estaciones, en una serie de circunstancias,
 - los procedimientos de análisis y manipulación de datos en los centros de datos previstos; y
 - los métodos de intercambio rápido de datos sobre formas de ondas.

3. La organización y los procedimientos de trabajo del Grupo deberán ser los mismos que los establecidos por la CCD en su decisión de 22 de julio de 1976 y reafirmados por el Comité de Desarme en su decisión del 15 de febrero de 1979. El Grupo ad hoc celebrará la primera reunión con arreglo a su nuevo mandato a finales del mes de enero o a principios del mes de febrero de 1980.

4. El Comité de Desarme invita a la OMM a que siga participando en los trabajos del Grupo ad hoc."

Capítulo 2

ORGANIZACION Y METODO DE TRABAJO DEL GRUPO AD HOC

Resumen

Descripción de la organización y composición del Grupo ad hoc y bosquejo de su programa y método de trabajo.

2.1. Organización y composición del Grupo ad hoc

El Grupo ad hoc está abierto a la participación de todos los Estados miembros de la Conferencia de Desarme así como a la de todos los demás Estados Miembros de las Naciones Unidas que sean invitados por la CD. En total, han participado en los trabajos del Grupo ad hoc, con arreglo a su presente mandato, expertos científicos y representantes de 25 Estados miembros de la CD y otros cinco Estados.

Por invitación de la CD han asistido a los períodos de sesiones del Grupo ad hoc representantes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que han facilitado asesoramiento y asistencia valiosos con respecto a la transmisión de datos sismológicos por medio del Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la OMM.

El Dr. Ulf Ericsson, de Suecia, actuó como Presidente del Grupo ad hoc desde 1976 hasta su fallecimiento, ocurrido en noviembre de 1982. Durante esos años dirigió los trabajos del Grupo con gran competencia y dedicación. Los considerables resultados obtenidos por el Grupo ad hoc deben atribuirse, en gran medida, a la Presidencia del Dr. Ericsson.

El 10 de febrero de 1983, el Grupo ad hoc eligió por unanimidad como nuevo Presidente al Dr. Ola Dahlman, de Suecia.

El Dr. Frode Ringdal, de Noruega, ha actuado de Secretario Científico del Grupo ad hoc. El Sr. P. Csillag, del Centro de las Naciones Unidas para el Desarme*, Nueva York; la Sra. L. Waldheim-Natural, Jefa de la Dependencia de Ginebra del Centro de las Naciones Unidas para el Desarme, y el Sr. M. Cassandra, del Centro de las Naciones Unidas para el Desarme, Ginebra, han desempeñado las funciones de Secretario del Grupo en sus distintos períodos de sesiones.

Los nombres de los participantes se indican al final del presente informe.

En el curso de sus trabajos con arreglo a su actual mandato, el Grupo ad hoc convino en establecer cinco grupos de estudio, a fin de proceder a una compilación, resumen y evaluación adecuados de la experiencia adquirida en las investigaciones nacionales y en los estudios realizados en cooperación en las esferas relacionadas con sus trabajos. Cada uno de estos grupos de estudio, en los que pueden participar todos los interesados, se dedica a uno de los siguientes temas concretos:

* Desde el 1º de enero de 1983, el Centro de las Naciones Unidas para el Desarme se ha cambiado a Departamento de Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas.

- Grupo de estudio 1. Estaciones y redes de estaciones sísmológicas
- Grupo de estudio 2. Datos que deben ser objeto de un intercambio sistemático (Datos de nivel I)
- Grupo de estudio 3. Formato y procedimientos para el intercambio de datos de nivel I por conducto del SMT de la OMM
- Grupo de estudio 4. Formato y procedimientos para el intercambio de datos de nivel II
- Grupo de estudio 5. Procedimientos que deben utilizarse en los centros internacionales de datos

Cada uno de estos grupos de estudio ha sido presidido por un convocador y un convocador adjunto, cuyos nombres se indican al final del presente informe.

2.2. Programa y método de trabajo

Con arreglo a su presente mandato, el Grupo ad hoc ha celebrado nueve períodos de sesiones en Ginebra (del noveno al 17º período de sesiones) en las fechas siguientes:

Noveno período de sesiones:	11 a 15 de febrero de 1980
Décimo período de sesiones:	7 a 16 de julio de 1980
11º período de sesiones:	3 a 12 de febrero de 1981
12º período de sesiones:	3 a 12 de agosto de 1981
13º período de sesiones:	1º a 12 de marzo de 1982
14º período de sesiones:	9 a 20 de agosto de 1982
15º período de sesiones:	7 a 18 de febrero de 1983
16º período de sesiones:	11 a 22 de julio de 1983
17º período de sesiones:	27 de febrero a 9 de marzo de 1984.

El Grupo ha presentado al CD un informe sobre la marcha de los trabajos después de cada uno de los períodos de sesiones y ha preparado un informe ampliado sobre la marcha de los trabajos después del 13º período de sesiones a fin de ayudar al Comité de Desarme a informar al Secretario General de las Naciones Unidas, en preparación del segundo período extraordinario de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas dedicado al desarme (CD/260).

El método de trabajo ha sido flexible, con presentación de informes sobre investigaciones nacionales por expertos participantes, examen y evaluación de esos informes en las sesiones plenarias y recopilación y resumen de las conclusiones, entre los períodos de sesiones, por parte de los convocadores de los cinco grupos de estudio. Sobre esta base, el Secretario Científico preparó un primer proyecto de informe, antes del 15º período de sesiones; que examinó el Grupo ad hoc. Con anterioridad al 16º período de sesiones se distribuyó el segundo proyecto de informe para que el Grupo lo examinara. Antes del 17º período de sesiones se distribuyó el tercer proyecto de informe, que después se examinó y ultimó en su forma actual durante ese período de sesiones.

El presente informe tiene como finalidad:

- resumir la experiencia obtenida hasta la fecha con los estudios nacionales y los estudios realizados en cooperación con arreglo al actual mandato del Grupo ad hoc,
- considerar las consecuencias de esos nuevos resultados para el ulterior desarrollo de los aspectos científicos y técnicos del sistema mundial de medidas de cooperación internacional para detectar e identificar fenómenos sísmicos que se describen en los documentos CCD/558 y CD/43,
- elaborar instrucciones detalladas para un ensayo experimental detallado del sistema mundial de medidas de cooperación internacional para detectar e identificar fenómenos sísmicos.

El informe representa la opinión adoptada por consenso por el Grupo ad hoc en este sentido.

En los capítulos 3 a 7 se examinan los informes nacionales relacionados con la labor de cada uno de los cinco grupos de estudio y se evalúan las consecuencias para el sistema mundial descrito en los documentos CCD/558 y CD/43. Las conclusiones y recomendaciones figuran en el capítulo 8.

Como parte del informe, se incluyen diversos apéndices que contienen material detallado y técnico. El apéndice 1 ofrece un glosario de términos y abreviaturas sismológicos utilizados en el presente documento. En el apéndice 2 se enumeran los informes nacionales presentados durante la vigencia del actual mandato del Grupo ad hoc. Los apéndices 3 a 7 contienen material técnico detallado relacionado con los capítulos 3 a 7 del informe. El apéndice 8 contiene instrucciones detalladas provisionales para un ensayo detallado del sistema mundial propuesto.

Se llegó a un consenso sobre toda la parte principal del informe, así como en relación con los apéndices (4B, 7 y 8) que contienen recomendaciones e instrucciones técnicas provisionales. Los apéndices 1, 2, 4C, 5A y 5B, contienen datos informativos sobre varios asuntos técnicos y de organización. Los apéndices restantes (3, 4A, 4D, 4E, 5C y 6) contienen reseñas de investigaciones nacionales y, por consiguiente, reflejan los puntos de vista de países determinados sobre diversos problemas técnicos.

Capítulo 3

ULTIMOS ADELANTOS EN MATERIA DE ESTACIONES Y REDES SISMOGRAFICAS

Resumen

En los últimos años se han registrado adelantos técnicos considerables por lo que respecta a las instalaciones sismográficas de todo el mundo, algunos de los cuales se describen en el presente capítulo y en los apéndices correspondientes.

En la actualidad las múltiples ventajas de los sistemas sismográficos de registro digital gozan de general reconocimiento, por lo que se han instalado muchos sistemas de esta clase. Si bien un número considerable de estaciones que presentan interés para la red mundial son todavía del tipo de registro analógico, el Grupo ad hoc recomienda que se asigne gran prioridad a la conversión a sistemas digitales de más estaciones analógicas.

El Grupo ad hoc mantiene su recomendación, formulada en los documentos CCD/558 y CD/43, de que todas las estaciones de la red vayan provistas de sistemas sismográficos modernos de funcionamiento normalizado, capaces de registrar continuamente datos en forma digital. Sin embargo, los progresos logrados en esa normalización han sido lentos, y la determinación de las normas que deban regir para la red es una finalidad importante que merece ulterior estudio.

Mediante experimentos nacionales se ha demostrado la utilidad de los datos que pueden obtenerse de complejos de sismógrafos, aunque tales complejos de sismógrafos sean de apertura muy reducida.

En el documento CCD/558 se señalaba que la gran mayoría de estaciones sismográficas de alta calidad estaban emplazadas en el hemisferio norte. Hasta ahora, esa situación sigue siendo básicamente la misma. El Grupo ad hoc considera fundamental que se instalen más estaciones de alta calidad en el hemisferio sur, sobre todo en Africa y Sudamérica. El Grupo ad hoc considera muy valiosos los esfuerzos que se están realizando actualmente para determinar la viabilidad de emplazar sistemas de sismógrafos en los fondos marinos. El Grupo observa que la inclusión de estos instrumentos aumentaría considerablemente la capacidad del sistema mundial.

El Grupo ad hoc advierte que se han producido cambios de importancia desde que se estudió en el documento CCD/558 la capacidad teórica de una red escogida como modelo para un sistema mundial. Se ha presentado al Grupo ad hoc un nuevo método de estimación de la capacidad de la red, mediante la utilización de datos de terremotos simulados, que tiene importancia a efectos metodológicos. Sin embargo, el Grupo conviene en que la evaluación exacta de la capacidad de una red mundial sólo será posible en combinación con el ensayo experimental del sistema mundial según se propuso por primera vez en el documento CCD/558. Sigue reconociéndose la necesidad de ese ensayo experimental.

3.1. Introducción

En el presente capítulo se resumen los últimos adelantos logrados en las instalaciones sismográficas y en las instalaciones especiales para la obtención y el análisis de datos sismológicos, notificados al Grupo ad hoc en documentos de trabajo y otros documentos. En los apéndices 3A y 3B se incluye un resumen de los adelantos logrados

en los países por lo que atañe a estos dos sectores. En las secciones siguientes se estudian las consecuencias de estos adelantos para el sistema mundial descrito en los documentos CCD/558 y CD/43.

En el primer informe del Grupo ad hoc (CCD/558), de marzo de 1978, se estudiaban diversas redes mundiales de sismógrafos. Las estaciones de esas redes se eligieron entre las que ofrecían un posible interés para el sistema mundial, a partir fundamentalmente de consideraciones sismológicas. Muchas de las estaciones se encuentran en países no representados por expertos en el Grupo ad hoc, y se eligieron por consideraciones geográficas de las listas disponibles de estaciones sismográficas mundiales.

En el documento CCD/558 y en el segundo informe del Grupo ad hoc (CD/43), presentado en julio de 1979, se describieron las normas técnicas a las que debían ajustarse las estaciones participantes en una posible red mundial. En particular, se consideró muy conveniente que todas las estaciones pudieran producir datos sismológicos digitales.

Los organismos sismológicos nacionales de muchos de los países que participan en la labor del Grupo ad hoc han modernizado y ampliado sus instalaciones sismográficas; algunos de ellos con la finalidad concreta de aumentar su capacidad para participar en el sistema mundial, y otros para reforzar en general su capacidad de investigación sismológica o acrecentar su capacidad de vigilar la sismicidad local. El objeto de muchos de los adelantos nacionales comunicados en materia sismográfica ha sido el de estudiar la sismicidad local. Aunque no todas las estaciones sismográficas perfeccionadas de este modo serán necesariamente ofrecidas por el país huésped como parte de una red mundial, la modernización de las instalaciones y el desarrollo de medios para la transmisión de datos locales y la ordenación y análisis de éstos colocarán al país correspondiente en mejor situación para responder eficazmente a las eventuales necesidades de la red mundial.

3.2. Normas para las estaciones de la red mundial

En los últimos años se han reconocido en general las múltiples ventajas de los sistemas sismográficos de registro digital, y los adelantos tecnológicos han hecho que esos sistemas sean mucho más económicos que antes. En consecuencia, se han desarrollado e instalado muchos sistemas de esta clase, en particular para el registro y análisis de terremotos locales (véase el apéndice 3A). No obstante, un número considerable de estaciones que presentan interés para la red mundial son del tipo de registro analógico, y es importante que esas estaciones participen en el intercambio internacional de datos. Se recomienda, por lo tanto, que se asigne gran prioridad a la conversión a sistemas digitales de las estaciones analógicas adicionales que ofrezca el país huésped para su participación en dicha red.

En los documentos CCD/558 y CD/43 se recomendó que todas las estaciones de la red mundial estuvieran provistas de sistemas sismográficos modernos aptos para el registro continuo de datos en forma digital y que funcionasen de manera normalizada. Sin embargo, los progresos logrados en esa normalización han sido lentos y, en consecuencia, los centros de datos provisionales establecidos como parte de experimentos multilaterales por el Grupo ad hoc han tenido que manipular una gran diversidad de datos procedentes de distintos sistemas sismográficos. La utilización de características normalizadas para sistemas sismográficos no normalizados es una solución práctica transitoria, pero la determinación de las normas a las que deban ajustarse las estaciones constituye un objetivo importante que merece ulterior estudio.

Mediante experimentos nacionales se ha demostrado la utilidad de los datos que pueden obtenerse de complejos de sismógrafos, aunque esos complejos sean de apertura muy reducida.

3.3. Distribución de las estaciones de una red mundial

En el documento CCD/558 se señalaba que la gran mayoría de estaciones sismográficas de alta calidad estaban emplazadas en el hemisferio norte. Hasta ahora esa situación sigue siendo básicamente la misma, y para que el sistema mundial proporcione una cobertura mundial razonablemente uniforme de los fenómenos sísmicos, es fundamental que se instalen más estaciones de alta calidad en el hemisferio sur, sobre todo en África y Sudamérica.

La insuficiente capacidad de detección de período corto en el hemisferio sur se puso de manifiesto con un experimento nacional efectuado en relación con la labor del Grupo ad hoc, utilizando los datos obtenidos mediante el experimento plurinacional sobre una base común de datos. (Véase el apéndice 4A.)

Como gran parte del hemisferio sur está cubierta por los mares, se obtendrá una mejora importante en esta zona con el emplazamiento de sismógrafos en los fondos marinos. Como parte de las actividades nacionales se ha emplazado este tipo de sismógrafos: a) para el registro continuo en combinación con estaciones emplazadas en tierra a fin de mejorar el registro de la sismicidad local, y b) como programa de investigación en pozos perforados en el fondo del mar con objeto de reducir los niveles de ruido ambiente.

También se han realizado experimentos nacionales sobre la utilización de las "fases T", es decir, fases hidroacústicas, para detectar fenómenos sísmicos en las zonas marinas. Las fases T pueden registrarse en sismógrafos verticales de período corto emplazados en puntos insulares o costeros. Las condiciones de registros son favorables en las aguas profundas cercanas a las costas. Mediante el emplazamiento de sensores especiales para la detección de la fase T podría aumentarse considerablemente la capacidad de detección en el hemisferio sur.

3.4. Capacidad de la red mundial

Los datos técnicos recogidos acerca de las estaciones sismográficas mundiales existentes se utilizaron en el documento CCD/558 para elaborar un modelo de redes mundiales hipotéticas y calcular seguidamente su capacidad teórica de detección de período corto y largo. Desde que se hicieron estos cálculos se han producido cambios importantes, como el perfeccionamiento de los instrumentos sísmológicos (véase, por ejemplo, el apéndice 3A), la instalación de nuevas estaciones y el cierre de otras, entre ellas algunos grandes complejos. Debido a estos tipos de cambios, que seguirán produciéndose con el desarrollo de las actividades nacionales, el Grupo ad hoc considera importante que la Secretaría de la Conferencia de Desarme reciba constantemente información actualizada sobre las características técnicas y sísmológicas de las estaciones sismográficas mundiales, sobre todo de las estaciones de posible interés que ofrezcan los distintos países para participar en la red mundial.

El Grupo ad hoc no ha realizado para este informe una nueva evaluación de la capacidad teórica de detección de redes de estaciones determinadas. Para que la evaluación constituyera un progreso de importancia con respecto de la presentada en el documento CCD/558 se necesitarían datos detallados acerca de las condiciones de ruido sísmico,

los niveles de la señal, los resultados de la comunicación de datos y otros factores en cada una de las estaciones. Se alienta a todos los países a que reúnan este tipo de datos sobre sus estaciones y los comuniquen a la Secretaría de la Conferencia de Desarme. En el apéndice 3C figura una lista de estaciones respecto de las cuales se dispone actualmente de datos detallados acerca del ruido sísmico. Se ha presentado al Grupo ad hoc un nuevo método de estimación de la capacidad de la red, mediante el empleo de datos sobre terremotos simulados, que tienen importancia metodológica.

El Grupo ad hoc reconoce la utilidad de las estimaciones de la capacidad teórica de la red, pero, por otra parte, conviene en que esas estimaciones no pueden proporcionar una evaluación completa de la capacidad de un sistema mundial. Por consiguiente sigue reconociéndose la necesidad de un ensayo experimental detallado como se expuso por primera vez en el documento CCD/558.

Capítulo 4

OBTENCION DE DATOS DE NIVEL I

Resumen

El Grupo ad hoc ha estudiado las conclusiones de diversas investigaciones nacionales sobre las listas de parámetros de nivel I propuestas en los documentos CCD/558 y CD/43. Como resultado de esos estudios, el Grupo considera que sería útil añadir nuevos parámetros para un intercambio internacional de datos sísmológicos. Sin embargo, la lista definitiva de parámetros sólo se establecerá tras un experimento detallado, según se propone en el documento CCD/558.

Las investigaciones nacionales han mostrado que los métodos existentes para la obtención de datos de nivel I pueden imponer un pesado volumen de trabajo a los participantes en un intercambio internacional de datos. El Grupo ad hoc observa que se han obtenido, mediante procedimientos automáticos, resultados prometedores que podrían conducir a una reducción del volumen de trabajo, pero reconoce que se trata de un problema difícil. El Grupo considera que se requieren ulteriores investigaciones en esta esfera. Se parte de la base de que las estaciones participantes en el sistema mundial propuesto estarían equipadas con dispositivos de registro digital.

El tratamiento interactivo ha resultado muy útil en el análisis de los registros sísmológicos y deberían realizarse nuevos estudios al respecto. Un propósito razonable es intentar reducir al mínimo el número de puntos de decisión intermedios en el proceso interactivo, aproximándose así al objetivo de la obtención automática de parámetros. El Grupo ad hoc considera que la normalización del tratamiento interactivo es importante y debe investigarse.

El Grupo ad hoc toma nota de las recomendaciones aprobadas por la Asociación Internacional de Sismología y Física del Interior de la Tierra en el curso de su reunión celebrada en 1979 en Canberra, Australia, acerca de las instrucciones para medir amplitudes y períodos en relación con la determinación de la magnitud (apéndice 4C). El Grupo recomienda que esas normas constituyan la base para tales mediciones dentro del sistema mundial y que se elaboren procesos automáticos para analizar las señales conforme a esas normas.

Se han señalado resultados alentadores acerca del empleo de técnicas para la obtención de datos de nivel I, como el filtrado de polarización y el análisis de gran definición de datos relativos al número de ondas obtenidos mediante pequeños complejos. El Grupo ad hoc recomienda que prosigan los estudios sobre estos y otros métodos avanzados.

4.1. Introducción

En el documento CCD/558 los datos de nivel I se definían como un conjunto de parámetros característicos de una forma de onda sísmica que debían obtenerse en cada estación de la red mundial respecto de todos los fenómenos sísmicos detectados. A continuación, esos datos debían transmitirse rápidamente a los centros internacionales de datos para su recopilación, elaboración y difusión. El conjunto de parámetros de nivel I citados en el documento CCD/558 comprende ocho mediciones en caso de fenómenos de pequeña envergadura y 52 mediciones en caso de fenómenos de gran envergadura.

La experiencia adquirida hasta la fecha mediante investigaciones nacionales y estudios realizados en cooperación para establecer los principios científicos y metodológicos la posible experimentación detallada de un sistema mundial en la esfera de la obtención de datos de nivel I se refiere principalmente a los siguientes grupos de problemas:

- a) Mejora de los procedimientos de obtención de datos de nivel I y de las instrucciones para una experimentación detallada,
- b) Desarrollo de los aspectos técnicos y científicos de la obtención automática de datos de nivel I,
- c) Procedimientos interactivos para la obtención de parámetros utilizando sistemas gráficos.

Seguidamente se ofrece un resumen de estas aportaciones. En apéndices separados figura ulteriores detalles sobre las investigaciones nacionales.

4.2. Instrucciones y especificaciones para datos de nivel I

Los procedimientos de obtención de datos de nivel I en estaciones analógicas y digitales se definían detalladamente en los documentos CCD/558 y CD/43. Se han realizado diversos estudios nacionales (apéndice 4A) y un experimento internacional para elaborar esos procedimientos. El objeto del experimento internacional -propuesto y organizado por uno de los países participantes en el grupo ad hoc- era crear una base común de datos detallados y de alta calidad de nivel I y II. En este experimento sobre una base común de datos, 101 estaciones comunicaron datos de nivel I durante el período del 1º al 15 de octubre de 1980. Sin embargo, habida cuenta del número total de aproximadamente 50 parámetros de nivel I, se sugirió que se redujera dicho número a unos 10 para este primer experimento internacional. En general, las instrucciones y especificaciones para la obtención de parámetros de nivel I resultaron ser bastante precisas. La experiencia actualmente disponible indica que la medición manual de los parámetros de nivel I supuso un pesado volumen de trabajo. Sin embargo, la experiencia obtenida de los limitados experimentos que han venido realizándose no es suficiente para calcular el tiempo necesario para la obtención de datos de nivel I teniendo en cuenta el actual funcionamiento normal de las estaciones sismológicas.

En la presente fase, el Grupo ad hoc ha convenido en algunas enmiendas y revisiones de los procedimientos propuestos en el informe anterior (CD/43, capítulo 3 y apéndice correspondiente). Estas especificaciones técnicas se indican en una versión revisada de las instrucciones técnicas para la obtención de parámetros de nivel I en las estaciones sismológicas, que figura en los apéndices 4B y 4C. En especial, se ha convenido en la inclusión de la fase T (véase el capítulo 3) en la lista de parámetros

Además, se ha propuesto una forma abreviada de informar sobre las grandes secuencias de terremotos. Sin embargo, se requieren esfuerzos adicionales para desarrollar métodos de comunicar adecuadamente el elevado número de señales resultantes de secuencias y enjambres de terremotos de gran envergadura.

4.3. Desarrollo de los aspectos científicos y técnicos de la obtención automática de datos de nivel I

En su segundo informe (CD/43), el Grupo ad hoc consideró que la obtención automática de parámetros sismológicos era un objetivo útil y recomendó que se llevaran a cabo ulteriores trabajos en esta esfera con la finalidad de elaborar procedimientos normalizados. Esta obtención automática requiere un formato de datos adecuado para el tratamiento en computadora, por lo que en la práctica sólo sería aplicable respecto de aquellas estaciones sismológicas con registro digital de datos. Además del importante efecto de la reducción de tiempo, la ventaja principal del tratamiento automático de datos sismológicos es la reducción del efecto de los factores subjetivos en el procedimiento de evaluación. Cualquier obtención automática de parámetros de nivel I requiere algoritmos equivalentes en todas las estaciones participantes. La elección de esos algoritmos reviste gran importancia en este contexto.

Los parámetros de nivel I se basan en el análisis de los registros de sismógrafos de período corto y largo. En el tratamiento automático puede aplicarse un prefiltrado con el fin de producir una serie de características unificadas de transferencia para los diversos sismógrafos existentes. Con ello se obtiene una mejora de la relación señal/ruido respecto de los fenómenos de poca envergadura o un acrecentamiento de las amplitudes espectrales en las bandas normales de período corto y largo para las mediciones normalizadas de períodos y amplitudes.

En las mediciones manuales, la corrección aplicada para tener en cuenta la respuesta de amplitud y que se usa para determinar los parámetros espectrales en el dominio del tiempo sólo es aproximada. Lo mismo ocurre con la corrección de los tiempos de llegada a causa de los retardos de fase o grupo. En un procedimiento automático, los filtros digitales pueden producir resultados precisos y compatibles para todas las estaciones sismográficas. Un pretratamiento de esta clase es muy conveniente para normalizar el análisis de datos. En principio, casi todos los parámetros de nivel I pueden obtenerse de manera automática, pero la experiencia en esta esfera todavía es limitada.

Hasta la fecha no se han notificado al Grupo ad hoc experimentos en los que la totalidad de los parámetros de nivel I se hayan obtenido automáticamente. En la presente fase, parece ser más viable la aplicación de procedimientos interactivos basados en el uso de sistemas gráficos (sección 4.4). No obstante, en algunas estaciones se han realizado experimentos prometedores en relación con la obtención automática de algunos parámetros básicos (apéndice 4D).

4.4. Procedimientos interactivos basados en el uso de sistemas gráficos

El tratamiento interactivo proporciona al analista un medio eficaz para comprender la base de datos de que dispone, orientar el funcionamiento de una computadora en función de esa base de datos y examinar los resultados; todo ello en un corto intervalo de tiempo. Las ventajas principales del tratamiento interactivo son las siguientes:

- 1) reduce el tiempo de espera entre las fases de tratamiento intermedias, con el consiguiente aumento de la productividad;
- 2) constituye un medio eficaz de retener el criterio humano en el bucle de análisis y soslayar de este modo las dificultades propias de las decisiones analíticas plenamente automatizadas.

El tratamiento interactivo es particularmente apropiado para las aplicaciones que requieren una serie de procesos secundarios con puntos de decisión intermedios. El análisis de las señales sísmicas relacionado con la obtención de parámetros de nivel I pertenece a esta clase de problemas. En este caso, los puntos de decisión intermedios típicos son los siguientes.

- a) control de la calidad de los datos y eliminación o corrección de los segmentos de datos incorrectos,
- b) rápido control visual de las decisiones acerca de la detección o no detección de determinadas trazas de señales,
- c) alineación de las trazas de señales en un procedimiento de localización;
- d) selección de filtros de paso de banda o de filtros adaptados;
- e) selección de crestas de señales para las mediciones de la amplitud y del período;
- f) selección de un intervalo cronológico para calcular parámetros tales como el nivel de ruido sísmico, la complejidad de la señal y la relación espectral.

Además, mediante el tratamiento interactivo se pueden obtener varios parámetros más perfeccionados de nivel I. Como ejemplo de ello cabe citar el análisis espectral (medición de las amplitudes a 10, 20, 30 y 40 segundos) y la identificación de las fases posteriores.

En relación con las investigaciones nacionales, se han creado terminales sismológicas interactivas a distancia (RST). Estas terminales son sistemas basados en el empleo de microprocesadores que, además de estar en comunicación con un centro internacional de datos, pueden utilizarse para preparar y analizar de forma interactiva los datos procedentes de las estaciones sismográficas. La utilización de una terminal interactiva para el análisis de sismogramas es un procedimiento claramente distinto de los examinados en los informes anteriores del Grupo ad hoc. Sin embargo, este concepto constituye un ejemplo de las nuevas oportunidades técnicas disponibles para la obtención automática de datos de nivel I bajo el control visual de un sismólogo.

Las investigaciones nacionales comunicadas al Grupo ad hoc que se resumen en el apéndice 4E, han confirmado que el tratamiento interactivo es ciertamente un instrumento útil para el análisis de datos de nivel I en las estaciones sismográficas.

4.5. Consecuencias para el sistema mundial

Parámetros de nivel I

El Grupo ad hoc considera que la adición de varios parámetros nuevos podría ser útil para un intercambio internacional de datos sismológicos. Sin embargo, la lista definitiva de parámetros solamente se determinará después de una experimentación detallada, según se propone en el documento CCD/558.

Modalidad de tratamiento

El Grupo ad hoc sostiene que deben elaborarse procedimientos automáticos, complementados con la inspección visual, para obtener parámetros en las estaciones. Sin embargo, aún no se ha demostrado que exista un sistema satisfactorio de tratamiento automático, por lo que se necesitan nuevos estudios en esta esfera.

El tratamiento interactivo ha resultado muy útil en el análisis de los registros sismológicos, y deberían realizarse nuevos estudios al respecto. Un propósito razonable es intentar reducir al mínimo el número de puntos de decisión intermedios en el proceso interactivo, aproximándose así al objetivo de la obtención automática de parámetros. El Grupo ad hoc considera que la normalización del tratamiento interactivo es importante y debe investigarse.

El Grupo ad hoc toma nota de las recomendaciones aprobadas por la Asociación Internacional de Sismología y Física del Interior de la Tierra en el curso de su reunión celebrada en 1979 en Canberra, Australia, acerca de las instrucciones para medir amplitudes y períodos en relación con la determinación de la magnitud. El Grupo recomienda que esas normas constituyan la base para tales mediciones dentro del sistema mundial y que se elaboren procesos automáticos para analizar las señales conforme a esas normas.

Técnicas analíticas adicionales

Se han señalado resultados alentadores acerca del empleo de técnicas para la obtención de datos de nivel I, como el filtrado de polarización y el análisis de gran definición de datos relativos al número de ondas obtenidos mediante pequeños complejos. El Grupo ad hoc recomienda que prosigan los estudios sobre estos y otros métodos avanzados.

Capítulo 5

INTERCAMBIO DE DATOS DE NIVEL I MEDIANTE EL SMT DE LA OMM

Resumen

Se han realizado dos intercambios experimentales de datos abreviados de nivel I con ayuda del SMT de la OMM y con una amplia participación de los países representados en el Grupo ad hoc. Aunque se ha tropezado con algunos problemas técnicos, los resultados de los experimentos han demostrado que el SMT de la OMM puede satisfacer plenamente los objetivos establecidos para el sistema mundial propuesto, que consisten en una transmisión rápida y no distorsionada de los datos de nivel I. En muchos lugares remotos, el SMT de la OMM constituye el único mecanismo de comunicación práctico para la transmisión rápida de datos de nivel I.

Un ensayo técnico complementario que se ha realizado entre cinco países ha puesto de manifiesto que el SMT puede manipular sin dificultad grandes volúmenes de datos de nivel I.

El Grupo ad hoc considera necesario realizar nuevos ensayos técnicos con el SMT de la OMM para ensayar nuevos aspectos del posible intercambio internacional de datos, especialmente la serie completa de parámetros de nivel I. La difusión de boletines sísmicos a partir de los centros de datos también requiere la realización de nuevas pruebas. El Grupo observa que no se ha adquirido ninguna experiencia importante en lo referente a las transmisiones desde África y Sudamérica y considera que es importante la participación de esos continentes en los nuevos experimentos.

La OMM ha autorizado la utilización del SMT de modo sistemático para el intercambio de datos sísmológicos de nivel I a partir del 1º de diciembre de 1983. El Grupo ad hoc considera esencial que se dé a conocer con prontitud información actualizada sobre las mejoras y los cambios que se introduzcan en el SMT, por lo que recomienda que la Secretaría de la Conferencia de Desarme acuerde con la secretaria de la OMM los medios para recibir de forma regular información sobre este asunto.

El Grupo ad hoc ha tomado nota de la indicación de la OMM de que sólo cabría esperar mejoras importantes en la transmisión si el SMT se utilizara de manera más periódica. Algunos países ya lo están haciendo. Sin embargo, el Grupo observa que la utilización o la participación periódica en pruebas más extensas del SMT plantea problemas de organización a algunos de los posibles Estados participantes.

El Grupo ad hoc considera importante que el formato de los datos de nivel I siga siendo compatible con la Clave Sísmica Internacional que se utiliza actualmente, y recomienda que se mantengan estrechos contactos con los organismos sísmológicos internacionales a fin de coordinar la labor ulterior relacionada con el formato de los parámetros de nivel I.

5.1. Introducción

En sus informes publicados con las signaturas CCD/558 y CD/43, el Grupo ad hoc recomendó que se utilizara el Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para el intercambio rápido de datos de nivel I dentro del sistema mundial propuesto. En dichos informes se especificaban también los parámetros que debían ser objeto de intercambio, así como el formato

-la "Clave Sísmica Internacional"-, debidamente ampliado para manipular muchos parámetros adicionales. En el apéndice 5A se exponen algunas características fundamentales del SMT de la OMM y en el Apéndice 5B se proporciona información complementaria pertinente a la labor del Grupo.

Habida cuenta del gran número de parámetros de nivel I que han de transmitirse y de los breves plazos impuestos, el Grupo ad hoc ha considerado indispensable realizar pruebas prácticas para familiarizarse con el uso del SMT de la OMM para ese fin. Se han realizado dos intercambios experimentales con amplia participación de los países representados en el Grupo ad hoc. También se ha realizado un ensayo adicional con participación limitada. A continuación se exponen los resultados de esos ensayos técnicos y las recomendaciones pertinentes, y en el apéndice 5C figuran los resúmenes de las aportaciones nacionales.

5.2. Análisis de los resultados de los experimentos realizados mediante una acción cooperativa

5.2.1. Primer intercambio experimental mediante el SMT, octubre-noviembre de 1980

En el primer intercambio experimental, que se celebró del 6 de octubre al 28 de noviembre de 1980, participaron 14 países. El experimento se planeó desde el comienzo de manera que impusiera una carga mínima a las estaciones sismológicas nacionales y a los centros del SMT, ya que en algunos lugares el aumento de la carga podría ocasionar problemas. Por consiguiente, no se intentó imponer cargas del tipo de nivel I ni recurrir a técnicas especiales de detección de errores en el sistema de comunicaciones.

El principal objetivo del primer experimento consistía en ampliar la transmisión de mensajes a escala mundial, a fin de aumentar el número de centros sismológicos expuestos al SMT y viceversa. Los resultados pueden resumirse como sigue:

- El experimento alcanzó sus objetivos generales, lo cual permitió introducir mejoras permanentes en las instalaciones de algunos países. Por otra parte, esa primera prueba ocasionó algunas tensiones imprevistas en los sistemas existentes para el intercambio sistemático de datos relativos a los terremotos;
- Salvo en unos cuantos lugares, se consiguió sin dificultad el acceso al SMT de la OMM y la utilización del sistema para la transmisión de mensajes sismológicos; no obstante, en muchas transmisiones se perdieron los mensajes y, en algunas de ellas, éstos quedaron deformados;
- Muchas veces los mensajes se recibieron más de una vez, con el consiguiente aumento de la carga. Ello ocurre en el SMT porque los mensajes sismológicos se transmiten por radio, y algunos lugares se encuentran en el extremo de los bucles del SMT;
- La primera prueba reveló la existencia de algunas deficiencias que podrían eliminarse mediante la inclusión de procedimientos elementales de comprobación en los centros sismológicos. Las salvaguardias de detección de errores incorporadas al SMT no pueden utilizarse a este respecto porque se aplican solamente en los ensayos periódicos del sistema y no en las operaciones cotidianas.

5.2.2. Segundo intercambio experimental mediante el SMT, noviembre-diciembre de 1981

Participaron en este experimento, realizado entre el 2 de noviembre y el 11 de diciembre de 1981, 21 países. No obstante, dos de los países no fueron incluidos en la lista facilitada a la secretaría de la OMM y, en consecuencia, no se notificaron a los nodos del SMT, por lo que la mayor parte de sus mensajes no se distribuyeron mundialmente. Tampoco se distribuyó la mayoría de los mensajes de otro país, de modo que los resultados señalados en el presente documento se basan únicamente en 18 países.

Para soslayar algunos de los problemas con que se tropezó en el primer experimento, los objetivos y procedimientos elaborados durante unos cursillos oficiales fueron recogidos en una serie de directrices sobre la utilización experimental del SMT de la OMM.

Esos objetivos eran los siguientes:

- Adquirir una mayor experiencia en lo referente a los procedimientos del SMT y establecer las conexiones y las prácticas locales necesarias;
- Determinar la eficacia del SMT como medio de comunicación en función de la transmisión satisfactoria de mensajes y del grado de error en los caracteres contenidos en los mensajes;
- Determinar los tiempos de tránsito de los mensajes entre centros sismológicos.

Las conclusiones principales del experimento fueron las siguientes:

- Hay que concertar acuerdos detallados con la secretaría del SMT de la OMM y con los centros locales del SMT con una antelación de tres meses como mínimo, y, de preferencia, de seis meses. Los procedimientos y las instrucciones del SMT deben ser respetados escrupulosamente;
- El grado de éxito con que se recibieron los mensajes fue del 95% en el caso de algunos circuitos de larga distancia, pero el resultado general fue inferior. Se produjeron algunas pérdidas debidas a los errores sísmicos o a los errores de los operadores del SMT en el plano interno (nacional); otras pérdidas podrían atribuirse a los procedimientos manuales; algunas pérdidas se debieron a las interrupciones efectivas ocurridas en los canales del SMT, pero un número considerable de mensajes desapareció, por causas indeterminadas, en los centros regionales del SMT o entre ellos;
- En las futuras pruebas u operaciones normales deberán aplicarse procedimientos para la verificación inmediata de los mensajes de salida (a nivel nacional) y para solicitar la repetición de las transmisiones (a nivel internacional);
- El grado de error aproximado fue de 1 en 2.000 caracteres, pero tendrá que determinarse con mayor precisión en experimentos ulteriores. Algunos de los errores eran notorios (por ejemplo, una letra en lugar de un número), y el SMT es probablemente adecuado a este respecto;

- Los tiempos de tránsito eran generalmente inferiores a una hora -con frecuencia de sólo unos minutos-, aunque a veces eran de varias horas en algunos circuitos. Estos tiempos son en general satisfactorios para un intercambio de datos sismológicos.

Al evaluar los resultados de este experimento, debe tenerse presente que algunos sectores del SMT de la OMM no disponen de equipo que permita reconocer los mensajes sismológicos. En consecuencia, las fallas de transmisión tienden a ser mayores en estos puntos.

Habida cuenta de todos los datos recibidos en el curso del experimento y las referidas recomendaciones sobre la organización del intercambio de datos sismológicos y sobre la dotación de todos los canales del SMT de la OMM con el equipo técnico necesario, el Grupo opina que el sistema podrá satisfacer todos los requisitos en cuanto a la transmisión operacional y fiable de los datos de nivel I a los efectos de un intercambio internacional de datos sismológicos.

5.2.3. Ensayo técnico multilateral mediante el SMT, octubre-noviembre de 1982

Cinco países participaron en este intercambio limitado, que se realizó del 25 de octubre al 7 de noviembre de 1982. El experimento perseguía un doble objetivo: en primer lugar, ensayar el rendimiento del SMT cuando éste estaba expuesto a una gran carga de transmisión de datos sismológicos, y, en segundo lugar, elaborar los procedimientos necesarios para que los centros de datos pudieran manipular importantes entradas de datos procedentes del SMT y dedicarse al propio tiempo a la preparación de listas preliminares de fenómenos y a la retransmisión de éstas por conducto del SMT.

Se prepararon datos sintéticos de nivel I para una red de 68 estaciones y complejos y para un intervalo de 14 días. Los centros sismológicos nacionales de tres países transmitieron mensajes diarios por conducto del SMT de la OMM a los centros experimentales de datos situados en otros dos países. Se utilizaron los procedimientos establecidos para las dos pruebas anteriores.

Por lo que respecta a las comunicaciones, los resultados fueron los siguientes:

- Aunque el volumen de datos rebasó con mucho el registrado en pruebas anteriores, el SMT no tuvo dificultades de carga,
- Se recibió un porcentaje de mensajes mucho más elevado (el 97%), y es probable que la mayoría de las pérdidas se produjeran en los orígenes;
- Sólo un país participante pudo responder rápidamente a las solicitudes de retransmisión hechas por conducto del SMT, y se volvió a subrayar la necesidad de disponer de la capacidad de respuesta rápida.

5.3. Consecuencias para el sistema mundial

Formato de los datos de nivel I

La Clave Sísmica Internacional, aprobada por la Comisión de Sistemas Básicos de la OMM, se puede adaptar fácilmente para manipular los parámetros adicionales recomendados como datos de nivel I. Es probable que muchos centros nacionales que faciliten datos sismológicos al sistema mundial sean al propio tiempo centros nacionales de información para los servicios de localización de terremotos. Por consiguiente, conviene idear una clave que pueda utilizarse para ambos fines.

Habida cuenta de estos aspectos, se ha deliberado sobre la cuestión de los formatos con el Centro Sismológico Internacional y con el Servicio Nacional de Información Sismológica (NEIS) de los Estados Unidos, los cuales han venido colaborando en la mejora de una clave sísmica. Se han introducido algunos cambios en los formatos propuestos en el documento CD/43, y el Grupo ad hoc recomienda que se mantengan estrechos contactos con esos organismos a fin de coordinar la ulterior elaboración de los formatos para los parámetros de nivel I.

Organización del intercambio de datos de nivel I

Por lo que respecta al intercambio mundial rápido de datos de nivel I, el SMT de la OMM sigue siendo el único mecanismo práctico de comunicaciones con muchos lugares alejados del globo. La distribución regional de los mensajes del SMT ofrece la ventaja de facilitar inmediatamente todos los datos de nivel I a todos los Estados participantes. Sin embargo, cuando sea necesario, se podrán adoptar disposiciones especiales para que los datos sismológicos de las estaciones, o de los centros sismológicos nacionales, se canalicen únicamente hacia los centros internacionales de datos.

Los ensayos proporcionaron una experiencia práctica útil acerca de la utilización de los canales del SMT de la OMM, pero el grado de éxito en la transmisión de datos de nivel I no es todavía satisfactorio. Se deben elaborar procedimientos al margen del SMT de la OMM para cerciorarse de que los mensajes salen de las instalaciones nacionales en forma correcta y de que los centros internacionales los reciben a tiempo. También es necesario adoptar determinadas medidas dentro del propio sistema de comunicaciones de la OMM para adaptarlo a las finalidades de la transmisión de datos sismológicos.

Los tiempos de tránsito de los mensajes fueron en su mayor parte aceptables. Aunque al parecer el grado de error fue lo bastante bajo, para saberlo hacen falta nuevas pruebas.

No se ha adquirido una experiencia significativa por lo que respecta a Africa, la Antártida o Sudamérica. En los nuevos ensayos técnicos se debe contar con la participación de esos continentes, y en ellos deberá someterse a prueba asimismo la transmisión de boletines procedentes de los centros de datos.

La OMM ha autorizado la utilización del SMT de modo sistemático para el intercambio de datos sismológicos de nivel I a partir del 1º de diciembre de 1983 (véase el apéndice 5B)). El Grupo ad hoc considera esencial que se dé a conocer con prontitud información actualizada sobre las mejoras y los cambios que se introduzcan en el SMT, por lo que recomienda que la Secretaría de la Conferencia de Desarme acuerde con la secretaria de la OMM los medios para recibir de forma regular información sobre este asunto.

En varias investigaciones nacionales se ha señalado que la tecnología existente ofrece varios complementos del SMT de la OMM para una rápida transmisión de datos de nivel I entre las instalaciones nacionales y los centros internacionales de datos. Como se señala en el documento CD/43, el uso general del SMT de la OMM para los datos sismológicos de nivel I no excluye la utilización complementaria de otros sistemas de comunicación que puedan constituir un medio eficaz de intercambio bilateral de datos. El Grupo ad hoc toma nota de que el SMT de la OMM está en proceso de rápido desarrollo.

Capítulo 6

INTERCAMBIO DE DATOS DE NIVEL II

Resumen

En el sistema mundial propuesto se intercambiarán los datos de nivel II, previa solicitud y por conducto de los centros internacionales de datos entre los servicios nacionales autorizados por sus gobiernos. Varias investigaciones nacionales han mostrado que se puede lograr un rápido intercambio de datos de nivel II en forma digital utilizando instalaciones modernas de telecomunicaciones sin límite alguno a la cantidad de datos que se pudiera solicitar.

En el sistema propuesto para el intercambio mundial de datos cualquier dato de nivel II que se obtenga de las distintas estaciones designadas como participantes en la red mundial deberá intercambiarse, previa solicitud de un servicio nacional autorizado por su gobierno, por conducto de un centro internacional de datos.

El Grupo ad hoc reconoce que la estimación precisa del volumen de datos de nivel II que pudieran ser solicitados solamente podrá hacerse una vez que se haya adquirido suficiente experiencia con una experimentación detallada tal como se propone en el documento CCD/558.

Se han estudiado formatos preliminares para los datos sísmológicos de nivel II en cinta magnética. Cuando en lo sucesivo se estudien esos formatos, deberán tenerse en cuenta las eventuales recomendaciones de la IASPEI. Es preciso seguir elaborando los formatos para el intercambio de esos datos mediante los canales de telecomunicación, pero en cualquier caso debería seguirse lo más estrictamente posible la norma que se establezca para los datos en cinta magnética.

Los datos de nivel II deberían ser intercambiados del modo más rápido posible, y la rapidez dependerá de los procedimientos precisos en que se haya convenido. El Grupo señala que será necesario tener en cuenta las condiciones prácticas de las telecomunicaciones en cada uno de los países participantes.

El Grupo ad hoc recomienda que se hagan nuevas investigaciones acerca de los posibles formatos y métodos para el intercambio de datos de nivel II a petición de los participantes en conexión con los preparativos para la experimentación detallada propuesta en el documento CCD/558.

6.1. Introducción

En el documento CCD/558, se definían los datos de nivel II como aquellos datos (generalmente forma de las ondas) que pedirían los Estados participantes en el intercambio internacional de datos respecto de fenómenos de especial interés. Estos datos, mucho más voluminosos que los datos de nivel I, serían necesarios para el análisis detallado de esos fenómenos y no sería tan decisivo a su respecto una rápida comunicación.

En el sistema propuesto para el intercambio mundial de datos cualquier dato de nivel II que se obtenga de las distintas estaciones designadas como participantes en la red mundial deberá intercambiarse, previa solicitud de un servicio nacional autorizado por su gobierno, por conducto de un centro internacional de datos.

Hasta hace pocos años no existía ninguna alternativa práctica al sistema postal como medio para intercambiar datos de nivel II. Algunas excepciones notables a esta situación eran algunos complejos de sismógrafos de gran apertura en los que se transmitían datos digitales sobre la forma de las ondas sísmicas por la red telefónica y/o mediante microondas a distancias considerables, ya al principio del decenio de 1960. Con los recientes adelantos de la tecnología de comunicaciones y microprocesadores, en la actualidad debería ser posible, por lo menos en principio, un rápido intercambio de datos de nivel II en forma digital, por conducto de los centros internacionales de datos de la red sismográfica mundial, entre los servicios nacionales autorizados por sus gobiernos. Sin embargo, son pocos los países que disponen actualmente de instalaciones técnicas en sus estaciones sismográficas para realizar esa transmisión de datos de nivel II. Además, a los efectos de la experimentación detallada del sistema mundial no es indispensable que todas las estaciones puedan efectuar una transmisión rápida de datos de nivel II para atender las peticiones.

Las investigaciones nacionales efectuadas recientemente en relación con el intercambio de datos de nivel II (apéndice 6A)) se han centrado en los formatos de los datos que han de intercambiarse y en la posibilidad de utilizar los últimos adelantos en la tecnología de comunicaciones para conseguir una transmisión de datos rápida y fidedigna. En este capítulo se presentarán los diversos medios de que se dispone actualmente para el intercambio de datos a larga distancia y se examinará la cuestión de cuál es el mejor modo de utilizar estos sistemas para el intercambio de datos de nivel II.

6.2. Especificación de los datos de nivel II

Como se expuso anteriormente en los documentos CCD/558 y CD/43, el Grupo ad hoc prevé la necesidad de intercambiar diferentes tipos de datos sobre la forma de las ondas, ya que la red mundial estará formada por estaciones con distintos instrumentos y diferentes equipos de registro de datos.

6.2.1. Sistemas de registro analógico

Cada estación colaboradora de la red mundial, de tipo analógico, debe asegurar el registro continuo de todos los componentes en cada sismógrafo. Además, cada estación debe estar equipada con una cámara para obtener copias en microfilm de los sismogramas. Con mucha frecuencia se inserta en el sismograma un pulso de calibración del sismómetro, por lo que, si se formula una petición respecto de un fenómeno registrado analógicamente, sería necesario incluir en el registro la información adecuada acerca de la calibración y la corrección horaria. (En el apéndice 5.2 del documento CD/43 se proporciona información más detallada sobre normas de calibración.)

6.2.2. Sistemas de registro digital

Distinguimos en estos sistemas entre estaciones convencionales, estaciones de banda ancha y complejos de sismógrafos, y los volúmenes de datos registrados serían respectivamente:

- Estaciones convencionales: Un conjunto de instrumentos de tres componentes de período corto con una velocidad mínima de muestreo de 20 Hz. Algunas de esas estaciones pueden estar equipadas con sólo un sismómetro vertical. Además, una estación convencional podría incluir un conjunto de instrumentos de tres componentes de período largo de 1 Hz de velocidad de muestreo;

- Estaciones de banda ancha: Volumen de datos por unidad de tiempo semejante al de las estaciones convencionales;
- Complejos de sismógrafos: El volumen de los datos por unidad de tiempo es proporcional generalmente al número de elementos del complejo. Por acuerdo, podrían transmitirse haces además de, o en lugar de, señales de cada uno de los sensores.

La ventaja fundamental del registro digital, además de la alta gama dinámica y la resolución flexible en el tiempo, consiste en que los datos pueden ser aportados directamente a una computadora, lo que, a su vez, permite un análisis flexible y perfeccionado de las señales sísmicas registradas, así como la fácil transferencia de esos datos a otras computadoras situadas en otros países. Hace sólo unos años los sistemas digitales de registro sismológico eran poco frecuentes, pero los recientes adelantos de la tecnología de microprocesadores están permitiendo rápidamente una más amplia disponibilidad de esos sistemas. Dentro de algunos años es probable que la mayoría, si no la totalidad, de las estaciones que ofrecen interés para la red mundial estén provistas de sistemas de registro digital.

6.3. Medios para el intercambio de datos de nivel II

Aun cuando se dispone de medios de probada eficacia para el intercambio de datos de nivel II, la decisión de cuál elegir puede depender en cierta medida de las condiciones locales, es decir, de la amplitud de servicios postales, telefónicos y demás mecanismos de transmisión de datos disponibles en un determinado país. Se hace una distinción entre el intercambio de registros de fenómenos sísmicos en forma analógica y digital, respectivamente.

6.3.1. Registros analógicos

Los registros analógicos que contengan formas de las ondas del fenómeno acerca del cual se haya solicitado información se harían en forma de sismogramas o de copias fotográficas de los mismos.

Sistema postal: Los datos de nivel II en forma analógica se podrían intercambiar convenientemente mediante el sistema postal, que ha sido y sigue siendo utilizado en general con estos fines por la comunidad sismológica. Si bien este tipo de servicio de transmisión existe en todo el mundo, no se considera especialmente rápido, dado que el tiempo de entrega de cartas y pequeños paquetes es del orden de una a dos semanas entre países situados en continentes distintos. Sin embargo, debería utilizarse para ello el correo aéreo urgente y otros tipos análogos de reparto especial, ya que de este modo se reducirían los tiempos de entrega a unos pocos días como mucho.

Transmisión en facsímil: Este sistema consiste básicamente en el envío de una "fotografía" del sismograma que contenga los datos de nivel II por las líneas telefónicas ordinarias, que enlacen dispositivos apropiados de codificación en el punto de envío y en el de recepción. El servicio es muy rápido comparado con el correo, ya que solamente necesita unos minutos. Uno de los nuevos adelantos logrados en este terreno es la posibilidad de expresar en forma digital las trazas de los sismogramas.

6.3.2. Registros digitales

Los datos de nivel II en forma digital se pueden intercambiar principalmente de dos maneras: bien sea por el sistema postal o utilizando los diversos servicios de telecomunicaciones.

Servicios postales: A este caso se aplican las mismas consideraciones que al del intercambio de datos en forma analógica. La única diferencia consiste en que la copia de los datos originales sobre la forma de las ondas se haría en cinta magnética, disket o medios análogos, cuya manipulación no presentaría ningún problema para los servicios postales.

La red de intercambio de datos del SMT de la OMM: Además de los datos de nivel I, también se pueden intercambiar por medio de la red del SMT de la OMM datos de nivel II, como se ha demostrado mediante experimentos nacionales. El Grupo ad hoc toma nota del documento que le remitió la OMM (apéndice 5B)), donde, entre otras cosas, se afirma que "Debe tenerse presente que el SMT no debe utilizarse para intercambiar datos sísmológicos de nivel II, que son mucho más detallados". No obstante, como señaló el representante de la OMM, puede hacerse un nuevo estudio, en el plano nacional o en régimen bilateral entre los países interesados, con objeto de buscar una posibilidad para intercambiar en el futuro datos de nivel II por conducto del SMT.

La cuestión de la posibilidad y la viabilidad de utilizar la red del SMT de la OMM para el intercambio de datos de nivel II a solicitud de los participantes podrá examinarse de nuevo en cooperación con la OMM. Esta cuestión se resolverá definitivamente cuando se conozcan los resultados de la experimentación detallada propuesta en el documento CCD/558.

Servicios internacionales de telecomunicaciones: En el apéndice 6 se examinan las diversas opciones disponibles para la utilización de las telecomunicaciones internacionales a efectos del intercambio de datos digitales de nivel II. En resumen, estas opciones son las siguientes:

- a) Servicios telefónicos internacionales: Las investigaciones nacionales han mostrado que los datos de nivel II pueden intercambiarse internacionalmente mediante conexiones telefónicas normales, utilizando un simple sistema de computadora basado en microprocesadores. En la práctica, la eficacia de esa transmisión dependería de la calidad de las líneas telefónicas.
- b) Enlaces especializados de datos: Esos mecanismos de comunicación de datos podrían establecerse, por ejemplo, mediante líneas terrestres o utilizando los satélites de comunicaciones existentes, y pueden manejar grandes volúmenes de datos con gran fiabilidad. Los enlaces especializados de datos se utilizan con gran eficacia para la transmisión de datos de manera constante.
- c) Redes de datos digitales: Estas redes están siendo establecidas en muchos países y algunas de ellas han sido conectadas internacionalmente. Donde estén disponibles, las redes de datos digitales serían un medio eficaz y fiable para el intercambio de datos de nivel II, pero la disponibilidad global de esos servicios dista mucho de ser completa en la actualidad.

- d) Sistemas de satélites con finalidades especiales: Un ejemplo de tal sistema es INMARSAT, que ha sido desarrollado para las comunicaciones marítimas utilizando pequeñas unidades receptoras/transmisoras con transmisión directa hacia satélites. Aunque un sistema de esta clase sería muy adecuado para la transmisión de datos de nivel II desde estaciones sísmológicas remotas, su utilización requeriría un permiso especial de su consejo internacional de administración.

En resumen, existen numerosas opciones para el intercambio de datos digitales de nivel II mediante canales de telecomunicaciones. A este respecto, el Grupo ad hoc señala que será necesario tener en cuenta las condiciones prácticas de las telecomunicaciones propias de cada uno de los países participantes.

6.4. Solicitudes de datos de nivel II

Como se dice en el documento CCD/558, todo país participante puede solicitar datos de nivel con arreglo a los procedimientos que se acuerden. Esas solicitudes serán tramitadas por conducto de uno de los centros internacionales de datos. Los datos que se podrían solicitar para complementar los datos de nivel I transmitidos sistemáticamente a los centros internacionales de datos abarcarían fundamentalmente:

- Datos suplementarios de nivel I para confirmar una detección o no detección en un momento específico;
- 120 segundos de datos de período corto para un intervalo de tiempo determinado (incluidos 30 segundos del ruido que precede al comienzo previsto o real de la onda). Si así se solicita, podrían facilitarse registros de datos más largos con arreglo a los procedimientos que se acuerden;
- Para los datos de período largo, el intervalo de tiempo debería incluir 5 minutos del ruido que precede al comienzo previsto o real de la onda P y ser lo bastante largo para asegurar un registro adecuado de la onda superficial en cada caso.

El volumen de los datos registrados mediante instrumentos de banda ancha sería igual al de los datos de período corto. No obstante, si sólo se precisara la banda de período largo, se podría proceder al filtrado y a un nuevo muestreo de los datos de banda ancha para obtener la misma cantidad de datos que en el caso del período largo.

Se han estudiado formatos preliminares para los datos sísmológicos de nivel II en cinta magnética. Cuando en lo sucesivo se estudien esos formatos, deberán tenerse en cuenta las eventuales recomendaciones de la IASPEI. Es preciso seguir elaborando los formatos para el intercambio de esos datos mediante los canales de telecomunicación pero en cualquier caso debería seguirse lo más estrictamente posible la norma que se establezca para los datos en cinta magnética. Para los datos analógicos, las copias de los sismogramas deberían estar disponibles en un formato normalizado en fichas fotográficas, inclusive formatos fijos para identificación de estaciones, parámetros de calibración de instrumentos y correcciones horarias.

La rapidez con que se transmitan los datos de nivel II solicitados dependerá de los procedimientos que se acuerden. En general, es conveniente lograr el intercambio de datos digitales de nivel II mediante el empleo de circuitos de comunicaciones de alta velocidad, establecidos entre los servicios nacionales autorizados por los gobiernos y un centro internacional de datos.

A petición de un centro internacional de datos, cada estación deberá producir copias de los datos solicitados, bien sea en forma digital sobre medios magnéticos (en el caso de estaciones digitales) o en forma de fotocopias de los registros (en el caso de estaciones analógicas). Las copias de dichos datos deberán llegar al país solicitante dentro de las dos semanas después de haber sido obtenidas en el centro internacional de datos.

6.5. Consecuencias para el sistema mundial

Los importantes adelantos de la tecnología de telecomunicaciones y computadoras en los últimos años ofrecen posibilidades de utilizar, si fuera necesario en el futuro otros tipos de enlace para un mejor intercambio de datos de nivel II a solicitud de los participantes, además del SMT de la OMM. El Grupo ad hoc considera importante que se siga evaluando la repercusión de estos adelantos, en particular las mejoras introducidas en el SMT de la OMM, en el marco de las investigaciones nacionales. El Grupo ad hoc conviene en que el volumen de los datos de nivel II que pudieran solicitarse sólo podrán evaluarse con exactitud una vez que se adquiriera suficiente experiencia mediante la experimentación detallada propuesta en el documento CCD/558.

El intercambio de datos de nivel II será una operación bastante compleja para la que habrá que convenir determinados arreglos operacionales. A tal efecto, será necesario tener en cuenta las condiciones prácticas propias de cada país.

El Grupo ad hoc recomienda que se hagan nuevas investigaciones acerca de los posibles formatos y métodos para el intercambio de datos de nivel II a petición de los participantes en conexión con los preparativos de la experimentación detallada propuesta en el documento CCD/558.

Capítulo 7

CENTROS INTERNACIONALES DE DATOS

Resumen

Se han realizado varias investigaciones nacionales sobre la organización de los centros internacionales de datos y el tratamiento a que quedarían sometidos esos datos. Algunos países han establecido centros experimentales de datos y se han efectuado algunos experimentos en gran escala para ensayar y elaborar procedimientos de manipulación y análisis de datos. En el presente capítulo se resumen esos esfuerzos y sus consecuencias para el sistema mundial. Se ha elaborado un "Manual provisional de operaciones para los centros internacionales de datos", en el que se dan instrucciones detalladas acerca de los procedimientos operacionales que deben seguirse en esos centros. El manual se adjunta como parte integrante del presente informe (apéndice 7). Algunos aspectos de los procedimientos expuestos en dicho anexo deberán ser objeto de ulterior ensayo y actualización.

Se han obtenido resultados preliminares utilizando procedimientos automáticos para el análisis de los datos sísmológicos de nivel I en los centros internacionales de datos que se establezcan con miras al sistema mundial propuesto. Los expertos del Grupo ad hoc reconocen que el tratamiento automático de datos de nivel I en los centros internacionales de datos es uno de los problemas más complejos que plantea el sistema mundial propuesto. No obstante, los resultados de las investigaciones nacionales muestran que en principio, es posible solucionar este problema. El Grupo ad hoc recomienda que se asigne gran prioridad a la ulterior labor de investigación relacionada con el tratamiento automático en los centros de datos.

Las investigaciones nacionales que han llevado a cabo algunos países han demostrado la eficacia de la utilización de datos de nivel II en los centros nacionales para determinar con mayor precisión los parámetros de los focos en relación con los fenómenos sísmicos que presenten interés.

Se ha acordado introducir ciertas modificaciones en los procedimientos descritos en los anteriores informes del Grupo. El procedimiento que se utilice para la definición de los fenómenos deberá tener en cuenta un número de fases sísmicas mayor que el sugerido en los documentos CCD/558 y CD/43. Se requiere una ulterior labor de investigación para determinar con mayor precisión la localización del epicentro y -con la máxima urgencia- la estimación de la profundidad del fenómeno. Ello podría lograrse utilizando datos locales sobre el tiempo de propagación recopilados a escala mundial, así como técnicas conjuntas para la estimación del hipocentro. Sin embargo, la medida más importante al respecto es, al parecer, un mayor recurso a las fases de profundidad.

Algunas investigaciones nacionales han demostrado que, si en las estaciones de la red mundial se realiza un análisis más detallado de la información (datos de nivel II), por ejemplo utilizando el análisis de polarización, se consigue una mayor eficacia en la identificación de las fases de profundidad.

Deberán establecerse procedimientos y fórmulas para estimar las magnitudes basadas en datos de período corto y de período largo a partir de registros locales. Los procedimientos de estimación de magnitudes deben prever correcciones a nivel de cada estación y el empleo de datos sobre el ruido para las estaciones que no detecten los fenómenos. Hay que prestar mayor atención a la notificación y el análisis de las ondas superficiales de período largo, ya que los experimentos han demostrado que pueden realizarse observaciones de esas ondas en grado mucho mayor que en el pasado.

Hay que tratar de aumentar el volumen de los datos preliminares de localización proporcionados por las estaciones de complejos así como el volumen de las estimaciones de las direcciones de las llegadas en el caso de las ondas superficiales de período largo.

Hay que elaborar procedimientos eficaces para la recepción, la multiplicación y el almacenamiento de copias de los datos de nivel II, y para su distribución a los participantes que hayan formulado una solicitud en relación con un fenómeno de interés.

7.1. Introducción

En su informe publicado con la signatura CCD/558, el Grupo ad hoc recomendó que se establecieran centros internacionales de datos para el sistema mundial propuesto. Su finalidad consistiría en reunir, tratar y distribuir datos sismológicos para uso de los Estados participantes, y en actuar como centro de documentación.

Se han efectuado varias investigaciones nacionales sobre el tratamiento de datos que se realizaría en esos centros y sobre su organización. En algunos países se han establecido centros experimentales de datos y se han realizado experimentos en gran escala con objeto de ensayar y elaborar procedimientos para la manipulación y el análisis de datos. En las secciones que figuran a continuación se resume esa labor y sus consecuencias para el sistema mundial. Se ha elaborado un "Manual provisional de operaciones para los centros internacionales de datos", en el que se especifican los procedimientos operacionales que deben seguirse en esos centros. El manual se adjunta como parte integrante del presente informe (apéndice 7).

7.2. Descripción de los procedimientos que deberán usarse en los centros internacionales de datos que se establezcan

7.2.1. Análisis de datos de período corto

Aociación entre los tiempos de llegada y la definición del fenómeno

Las investigaciones nacionales han demostrado que la localización preliminar del epicentro mediante complejos de sismógrafos, incluso de pequeña apertura, es de utilidad para asociar los tiempos de llegada y para definir los nuevos fenómenos. Estos experimentos muestran que dichas estimaciones de la localización mediante complejos de sismógrafos (notificadas en relación con la lentitud y el azimut), pueden incrementar considerablemente la cantidad y la calidad de los fenómenos definidos. Se ha demostrado asimismo la utilidad, en el proceso de asociación en los centros de datos, de los datos obtenidos en las estaciones de la red internacional mediante

filtrado de polarización y análisis de la forma de las ondas para mejorar la identificación de las fases.

En una investigación nacional se han definido los criterios para clasificar las fases observadas y consignadas como "locales", "regionales" y "telesísmicas". esas descripciones serían de utilidad en los centros internacionales de datos para la definición del fenómeno y la asociación de las fases.

Los experimentos realizados en centros nacionales de datos con datos sintéticos y reales muestran claramente que se puede mejorar el rendimiento de los procedimientos automáticos de asociación utilizados actualmente mediante la intervención de un analista. De ahí que esa intervención manual parezca necesaria para obtener un boletín sísmico de alta calidad, por lo menos hasta que se hayan mejorado más aún los procedimientos automáticos.

Normalmente, en los fenómenos sísmicos se observa y notifica un gran número de las denominadas fases PKP, y las investigaciones nacionales han demostrado que esas fases también podrían ser de utilidad para definir los fenómenos sísmicos en los centros de datos.

Localización

La comparación de los diversos algoritmos de localización que se utilizan actualmente proporciona resultados bastante coherentes.

La amplia utilización de estaciones a distancias locales requiere cuadros detallados de los tiempos de propagación locales. Aunque se han presentado datos de esa clase para determinadas regiones, todavía no se han recopilado a escala mundial. Esos cuadros son indispensables para una localización exacta del fenómeno, y es necesario organizarlos para su utilización en los centros internacionales de datos.

Estimación de la profundidad

La profundidad focal sigue siendo el parámetro de la fuente más incierto por lo que respecta a la mayoría de los fenómenos sísmicos. La mejora de las estimaciones de profundidad podría reducir considerablemente el número de fenómenos respecto de los cuales se plantearían cuestiones en cuanto a su origen. Los experimentos muestran que un mayor recurso a las fases de profundidad podría ser un método prometedor de reducir el número de tales incertidumbres. Las investigaciones nacionales también prueban que el problema de mejorar la estimación de la profundidad focal se puede resolver tanto con el método tradicional basado en la búsqueda iterativa de los errores mínimos como mediante el caso de las fases de profundidad. Se recomienda que se hagan nuevas investigaciones que permitan la identificación automática eficaz de las fases de profundidad en las estaciones sobre la base de los datos de nivel II.

Magnitudes basadas en datos de período corto

Las estimaciones de las magnitudes basadas en datos de período corto obtenidas a partir de registros efectuados a distancias locales y regionales podrían ser de gran importancia. Se han presentado fórmulas para la estimación de esas magnitudes, junto con las curvas de amplitud-distancia para distancias cortas y regionales en determinados casos

Las investigaciones nacionales también parecen indicar que el uso de las correcciones de las distintas estaciones y de un procedimiento que tenga en cuenta tanto los valores de las señales observadas como los valores del nivel de ruido de las estaciones que no han detectado el fenómeno, aumenta la compatibilidad de las estimaciones de las magnitudes. Sin embargo, todavía no se ha estudiado en todos sus aspectos la cuestión de la evaluación de la magnitud sobre la base del ruido en las estaciones que no hayan registrado un fenómeno determinado.

Datos de período corto no asociados

En los estudios nacionales presentados al Grupo ad hoc se ha observado que cerca de la mitad de las observaciones consignadas de nivel I no podían asociarse con ningún otro fenómeno localizado, y también que cerca de la mitad de las fases no asociadas se consignan como "locales". Los experimentos han demostrado asimismo que un número considerable de las restantes llegadas no asociadas podrían ser aclaradas si se adoptaran los criterios mencionados en el párrafo 7.2.1 para clasificar las fases observadas como "locales", "regionales" y "telesísmicas".

La cuestión relativa al número de llegadas no asociadas y al número de fenómenos locales es muy compleja, ya que el número de señales no identificadas depende básicamente de la zona en que estén emplazadas las estaciones; y esas evaluaciones sólo pueden efectuarse en el transcurso de un ejercicio experimental detallado como el que se propone en el documento CCD/558.

El Grupo ad hoc considera que podrían elaborarse en lo sucesivo métodos que permitan clasificar los fenómenos no asociados como "locales", "regionales" o "telesísmicos".

7.2.2. Análisis de datos de período largo

Asociación de los datos de período largo con fenómenos localizados

Solamente se ha realizado un número limitado de experimentos con datos de período largo. Esos experimentos se han ocupado únicamente de las ondas superficiales de período largo, y no de las ondas internas de período largo.

La dirección de llegada de las ondas superficiales, calculada a partir de la relación de amplitud de los componentes horizontales -parámetro que no figura en el cuadro 3.2 del documento CD/43- ha sido de gran utilidad para asociar las ondas de superficie en los centros de datos.

Los experimentos nacionales relativos al análisis sistemático de los datos de período largo (datos notificados de nivel I y datos digitales de nivel II) muestran que es posible realizar observaciones de las ondas superficiales de período largo en grado mucho mayor que en el pasado. Los experimentos muestran que podrían obtenerse datos de esa clase respecto de la mayoría de los fenómenos definidos y localizados con ayuda de datos de período corto. También se han obtenido datos sobre ondas superficiales de período largo en el caso de diversos fenómenos respecto de los cuales no se han observado datos de período corto. Así pues, los datos sobre ondas de superficie podrían utilizarse para definir y localizar nuevos fenómenos, aunque la exactitud de esas localizaciones sería inferior a la que se obtiene cuando se dispone de datos de período corto.

Datos de período largo no asociados

En el documento CD/43 se consideraban como no asociados los datos de período largo que no resultaban compatibles con las observaciones de período corto. Como se señala anteriormente, los fenómenos también se pueden definir y localizar a partir de las ondas superficiales de período largo únicamente. Si se aceptan esos "fenómenos de período largo", el número de datos no asociados sobre ondas superficiales de período largo queda muy reducido.

Estimaciones de las magnitudes basadas en las ondas superficiales

En los experimentos efectuados, las magnitudes basadas en las ondas superficiales (M_s) y las estimaciones del límite superior de tales magnitudes se han calculado con ayuda del procedimiento descrito en el documento CD/43, sin que ello haya planteado dificultades especiales. Hasta la fecha no se ha propuesto una fórmula de magnitudes para distancias inferiores a los 20 grados que tenga aplicación general en todo el mundo. Sin embargo, en relación con algunas regiones, por ejemplo Europa, Asia y América del Norte, se han elaborado y se aplican regularmente con buenos resultados fórmulas de ese género para distancias inferiores a los 20 grados.

7.2.3. Datos de nivel II

Como parte integrante de las investigaciones nacionales se han establecido sistemas experimentales de computadoras con capacidad probada para manipular y analizar eficientemente los datos de nivel II obtenidos por una red mundial de estaciones. También se ha realizado un ejercicio especial con objeto de reunir datos experimentales de nivel II procedentes de unas 35 estaciones existentes. Este experimento demostró claramente la utilidad de los datos de nivel II para su análisis en los centros nacionales.

Las investigaciones nacionales presentadas al Grupo y debatidas en éste, acerca de la utilización en los centros nacionales de los datos de nivel II solicitados muestran que dichos datos harán que aumentase considerablemente la precisión de la localización del epicentro, de la determinación del tiempo de origen y la profundidad de los fenómenos que ofrecieran especial interés, y que mejorase la posibilidad de observar las ondas superficiales asociadas con esos fenómenos, etc.

7.2.4. Organización de los centros de datos e interacción técnica entre ellos

Tanto durante los experimentos nacionales efectuados como en el curso de los debates celebrados en el Grupo ad hoc se ha advertido la necesidad de especificar expresamente las funciones que deban desempeñar los centros internacionales de datos a fin de unificar sus actividades. En particular, se haría una descripción detallada de los métodos, programas y procedimientos que deban utilizarse.

Hasta la fecha sólo se ha realizado un experimento para determinar la interacción entre los centros experimentales de datos. No se espera que surjan dificultades especiales en cuanto a la coordinación de los datos de nivel I una vez que se hayan establecido las instalaciones y comunicaciones necesarias. Resulta evidente que los centros internacionales de datos deben velar por que sean idénticos los datos a partir de los cuales se preparan los boletines, a fin de que los boletines de dichos centros sean compatibles.

7.2.5. Volúmenes de datos y equipo de los centros de datos

Como parte de los experimentos nacionales se han establecido temporalmente archivos de datos similares a los descritos en el documento CD/43; no se ha tropezado con dificultades especiales a ese respecto.

Los experimentos nacionales han puesto de manifiesto que el volumen de datos de nivel I que han de manipularse y analizarse en un centro de datos es reducido en relación con las capacidades existentes de cálculo con computadora, por lo que ello no plantea ningún problema especial.

En las instalaciones experimentales de los centros de datos establecidos como parte integrante de los experimentos nacionales se ha comprobado que no hay ninguna restricción determinada en relación con el volumen de datos de nivel II producidos por una red mundial de estaciones que puede ser manipulado eficazmente con los actuales equipos y programas de computadora. Hasta que se realice un ejercicio experimental detallado del sistema mundial no se podrá evaluar con precisión el volumen de datos de nivel II que los distintos Estados partes en el tratado solicitarán por conducto de los centros internacionales de datos.

7.3. Consecuencias para el sistema mundial

En informes anteriores del Grupo ad hoc se definieron con carácter preliminar los procedimientos técnicos que deben utilizarse en los centros internacionales de datos. En los informes del Grupo publicados con las signaturas CCD/558 y CD/43 se indicó el equipo que precisarían los centros internacionales de datos y el volumen aproximado de la corriente de datos que recibirían. Durante su tercer mandato, el Grupo ha recibido un volumen considerable de documentación técnica, que se refleja en la subsección 7.2 supra, donde se ofrece más información sobre estos procedimientos y sobre la forma práctica en que deben funcionar los centros internacionales de datos. Algunos países han aplicado esos procedimientos en centros experimentales de datos con objeto de adquirir experiencia práctica.

Partiendo de las recomendaciones técnicas y operacionales recibidas por el Grupo y de la experiencia práctica adquirida hasta la fecha, se han convenido unos procedimientos operacionales provisionales para los centros internacionales de datos, que se exponen en el "Manual provisional de operaciones para los centros internacionales de datos", adjunto al presente informe (apéndice 7). Esos procedimientos podrán revisarse teniendo en cuenta los resultados de los ensayos futuros.

7.3.1. Funciones de un centro internacional de datos

Las funciones de un centro internacional de datos (CID) se describieron en el documento CCD/558. El CID funciona al servicio de los países, para ayudarles en su labor de vigilancia nacional y, en consecuencia, trata los datos con objeto de definir y localizar los fenómenos, estimar las profundidades focales y las magnitudes, y asociar los parámetros de identificación. Sin embargo, no identifica los fenómenos.

El proceso automático de asociación/localización se inicia para definir el conjunto de fenómenos sísmicos que mejor concuerda con el conjunto existente de datos de nivel I o de llegadas de señal. Este proceso automático produce una lista

preliminar de fenómenos con las soluciones provisionales correspondientes, las llegadas asociadas con cada fenómeno localizado, y las llegadas no asociadas.

Cada día, un sismólogo examina las definiciones de fenómenos preparadas mediante el proceso automático de asociación/localización, a fin de comprobar que su calidad es suficiente para publicarlas. Si los resultados del proceso automático sufren alguna modificación, en el boletín del CID se incluirá una descripción completa de la intervención manual. El boletín resultante contiene la definición de cada fenómeno por el CID. Todas las definiciones de fenómenos que aparecen en el boletín de un CID son revisadas por un sismólogo antes de su publicación. El boletín preparado en cada centro internacional de datos se distribuye a los otros centros para su estudio y comparación, así como a los demás participantes. Después se prepara y distribuye a todos los participantes un boletín definitivo. El formato y el contenido de los boletines se especifican en el apéndice 7.

La lista definitiva de señales no asociadas se elabora también regularmente en el CID y se distribuye con el boletín de fenómenos a todos los participantes. Todos los datos recibidos en un CID se reúnen y almacenan en el archivo de datos del CID a medida que van llegando (datos de nivel I o de nivel II), o a medida que se preparan (listas y boletines de fenómenos). Las listas y boletines de fenómenos se distribuyen regularmente a todos los participantes. El Grupo ad hoc considera que las peticiones de datos de nivel I y de nivel II deberían cumplimentarse en el plazo de una semana.

Los procedimientos para solicitar datos sismológicos de nivel I y de nivel II se elaborarán en el marco del futuro tratado.

7.3.2. Procedimientos para el análisis de datos

Definición de los fenómenos

En el capítulo 6 del documento CD/43 y en sus correspondientes apéndices se describen concisamente los procedimientos propuestos para la definición y la localización de los fenómenos. Partiendo de las investigaciones nacionales se han elaborado más algunos conceptos principales sobre los procedimientos que se deberán seguir en los centros internacionales de datos. La especificación preliminar completa de los procedimientos de los CID figura en el apéndice 7, y se da con detalle suficiente para que los códigos de computadora basados en los principios aludidos produzcan un boletín fundamentalmente idéntico, si se emplean los mismos datos de entrada. El apéndice 7 aclara los procedimientos que se describen en el documento CD/43 y, en algunos casos, sugiere que se modifiquen. Esas modificaciones tienden al mejor cumplimiento de los objetivos formulados en la sección 6.3 del documento CD/43, en la que se dice lo siguiente:

"La asociación entre los tiempos de llegada debe establecerse de manera que sean máximas las posibilidades de definir nuevos fenómenos."

En el apéndice 7 se indican dos nuevos criterios para la definición y localización de fenómenos.

Las observaciones que se pueden utilizar para definir un fenómeno constan de ciertas fases y mediciones con complejos especificadas (vector lentitud). Las fases definitorias son la fase P (en el intervalo de distancia de 25 a 100 grados), la fase PKP (sólo el sector DF inicial) y las fases P y S a distancias inferiores a 25 grados (incluso si no se dispone de cuadros locales de tiempos de propagación).

Para la definición y localización de un fenómeno ha de satisfacerse uno de los dos criterios siguientes:

- disponer de cuatro o más observaciones definitorias, que no sean todas PKP, obtenidas en tres o más estaciones (se considera que una medición por complejo consta de tres observaciones);
- disponer de dos mediciones definitorias por complejos de sismógrafos efectuadas en dos complejos separados por una distancia de más de 20 grados en azimut.

También se especificar en el apéndice 7 los residuos correspondientes a las distintas observaciones definitorias. Estos valores podrían modificarse mediante acuerdos ulteriores (los correspondientes a las llegadas locales si se logra disponer de cuadros locales de tiempos de propagación, y los correspondientes a las observaciones por complejos cuando la experiencia acumulada indique la precisión de los emplazamientos concretos de los complejos).

Así pues, en el procedimiento que se emplee para la definición de los fenómenos debe tenerse en cuenta un número de fases mayor del que se indicaba en el documento CD/43, por ejemplo, las fases corticales a distancias locales o regionales y las ondas PKP y de superficie de período largo.

El análisis de los datos de período largo, de banda ancha y de período corto debe integrarse estrechamente con objeto de que puedan utilizarse de manera conjunta todos estos datos para la definición y la localización de fenómenos. Conviene desarrollar, ensayar y aplicar estos procedimientos en los centros internacionales de datos.

Si bien en el tratamiento que se efectuará en los centros de datos se prevé la interacción manual, hay que intentar perfeccionar los procedimientos automáticos.

Estimación de epicentros

La definición y la localización de fenómenos es un procedimiento integrado e iterativo que se define en los documentos CD/43 y CCD/558.

Pueden obtenerse soluciones de partida para este procedimiento de las siguientes formas:

- a) Usando mediciones del azimut y la lentitud de una llegada determinada hechas con complejos de sismógrafos;
- b) Utilizando llegadas identificadas como "locales", ya sea por las indicaciones del analista, por los tiempos (S-P), o por las fases corticales notificadas. En ese caso puede emplearse como hipocentro inicial el tiempo de llegada y las coordenadas de la estación;

- c) Con un método combinado que ensaye todos los posibles conjuntos de tres (o más) llegadas para determinar fenómenos potenciales compatibles con los tiempos de llegada.

Cada una de estas hipótesis relativas a un fenómeno debe verificarse buscando las llegadas compatibles con la localización inicial. Después, todas esas llegadas pasan al programa de localización de hipocentros. Si la solución converge, la definición del fenómeno es aceptable, siempre que satisfaga los criterios de definición de fenómenos expuestos anteriormente.

Deberían emprenderse nuevas investigaciones para mejorar la precisión de la localización de epicentros. Un mejor conocimiento físico de las propiedades de transmisión en el interior de la Tierra permitiría aumentar considerablemente la precisión de localización que se logra generalmente en la actualidad. Además, cabría alcanzar mejoras utilizando los datos sobre los tiempos locales de propagación recopilados a escala mundial, técnicas mixtas de estimación de hipocentros y fenómenos bien localizados con fines de calibración.

La información referente a los tiempos locales de propagación debe recopilarse en la escala más amplia posible, tomando en consideración los datos presentados al Grupo en las investigaciones nacionales. Esta recopilación, junto con el desarrollo de métodos automáticos para utilizar esos datos, aumentará notablemente la precisión de la localización de fenómenos mediante los procedimientos de los centros internacionales de datos.

Estimación de la profundidad

Dada la importancia de las estimaciones de la profundidad focal, debe prestarse especial atención a la exacta determinación de ésta.

La profundidad se obtiene mediante el algoritmo de localización del hipocentro, utilizando las observaciones definitivas. Si la profundidad obtenida mediante iteraciones sucesivas queda fuera del intervalo normal de 0 a 720 km, deberá indicarse una profundidad de 33 km, anotándolo así en el boletín correspondiente.

Además, siempre que sea posible, la profundidad debe calcularse utilizando las fases de profundidad. La mayor utilización de esas fases parece ser una aportación muy importante.

Estimación de la magnitud

En las fórmulas y procedimientos de estimación de la magnitud que se utilizan a distancias telesísmicas (definidas en los documentos CCD/558 y CD/43) habría que incluir las correcciones de cada estación y los datos pertinentes sobre el ruido en las estaciones que no detecten el fenómeno. Es necesario establecer también procedimientos y fórmulas para calcular las magnitudes basadas en datos de período corto y de período largo a partir de los registros locales. Para calcular con fiabilidad las magnitudes locales a escala mundial, es necesario recopilar una serie completa de curvas locales y regionales de amplitud-distancia, e integrarlas en los métodos de tratamiento de los centros internacionales de datos. Para utilizar las ondas

superficiales registradas a distancias inferiores a 20 grados del epicentro, es recomendable que se hagan nuevos esfuerzos por mejorar los procedimientos de determinación de la magnitud para esas distancias cortas, y se apliquen en los centros internacionales de datos.

Parámetros de identificación

Es posible que, con referencia a una llegada determinada, se hayan notificado parámetros de identificación tales como la complejidad, la relación espectral, el tercer momento de frecuencia, etc. Esa información debe recogerse en el boletín. No está claro qué significado tienen, si lo tienen, los promedios de esos parámetros en muchas estaciones, por lo que esos promedios no deben calcularse, salvo que haya una petición expresa en ese sentido.

Datos de nivel II

De conformidad con el documento CCD/558, las funciones de los centros internacionales de datos en relación con los datos de nivel II serán las siguientes:

- transmitir a las instalaciones nacionales oficialmente autorizadas las peticiones de los distintos Estados partes en el tratado que deseen recibir datos de nivel II procedentes de las estaciones de la red mundial;
- reunir los datos de nivel II recibidos de esas instalaciones nacionales oficialmente autorizadas;
- preparar copias de los datos de nivel II que se soliciten;
- almacenar en el banco de datos del centro los datos de nivel II solicitados;
- transmitir datos de nivel II a los Estados que los soliciten.

En las investigaciones nacionales presentadas al Grupo ad hoc y debatidas en él se confirmó la eficacia de estos datos para mejorar la precisión de los parámetros de los focos de fenómenos de interés en el plano nacional.

Se han preparado procedimientos y equipos para recibir, almacenar y transmitir datos de nivel II, pero es preciso hacer nuevos ensayos de estos procedimientos.

7.3.3. Servicios de los centros internacionales de datos

Preparación de boletines

El principal servicio que prestan los centros internacionales de datos son los boletines que se preparan a diario. La lista preliminar de fenómenos, que contiene fundamentalmente información sobre los epicentros, debe presentarse en un plazo máximo de dos días para alentar a los países participantes a que transmitan más datos. El boletín definitivo conjunto de los CID se presentará dentro de un plazo máximo de siete días y tendrá dos partes. La primera se transmitirá por medio del SMT de la OMM, y únicamente contendrá parámetros de los fenómenos. La segunda se enviará por correo a todos los participantes y será un boletín completo, con

información básica y detallada, según se especifica en el documento CD/43. El formato y el contenido de estos boletines figuran en el apéndice 7. Los centros compilarán también regularmente una lista de señales no asociadas y la distribuirán, junto con los boletines definitivos en que se reseñen los fenómenos, a todos los participantes.

Peticiones de datos

Los CID deben responder a todas las peticiones de datos e información que puedan recibir en el marco del sistema de intercambio internacional de datos sísmológicos, de conformidad con los procedimientos especiales que se elaborarán en virtud de un futuro tratado.

Las respuestas a estas peticiones deberán prepararse con arreglo a los principios siguientes:

- a falta de otras instrucciones, los datos de nivel I se ajustarán al formato definido en el documento CD/43 para su utilización por el SMT de la OMM, y serán clasificados por fecha y estación;
- los datos digitales sobre la forma de las ondas que se proporcionen a solicitud de un Estado se ajustarán a un formato compatible con el especificado en el apéndice 7;
- los datos analógicos sobre la forma de las ondas se distribuirán mediante papel, microfilm o medios semejantes.

Archivos de datos

El principal producto interno de los CID son sus archivos de datos. Hay dos archivos principales: uno, de datos relativos a los parámetros, y otro de datos relativos a la forma de las ondas.

A su vez, los datos relativos a los parámetros pueden dividirse en los siguientes tipos básicos de datos:

- parámetros de fenómenos localizados por el centro;
- datos de calibración obtenidos con instrumentos registradores e informaciones comunicadas por las estaciones;
- parámetros de señales transmitidas por las estaciones (datos de nivel I).

Los datos sobre la forma de las ondas consisten en copias de los registros originales de ondas longitudinales, transversales y superficiales obtenidos con instrumentos de período corto, de banda ancha y de período largo, que se preparan a petición de los distintos Estados de conformidad con los procedimientos establecidos. El formato específico con que se almacenen todos estos datos en el banco de datos del CID dependerá del equipo concreto y del sistema determinado de gestión de datos que se empleen, pero se aconseja encarecidamente que se normalicen los formatos de los datos. El tratamiento de los datos sobre la forma de las ondas será distinto, según se hayan recibido en forma digital o analógica.

Informes

Probablemente los participantes tendrán interés en recibir información sobre los diversos aspectos de las actividades del CID. Estas actividades pueden resumirse en informes del modo siguiente (para más detalles, véase el apéndice 7):

- resúmenes de los mensajes y de las llegadas, que se publican mensualmente y contienen información sobre los mensajes recibidos y las llegadas transmitidas por cada estación,
- informe de validación de datos, lista publicada trimestralmente de las diferencias entre los archivos de cada CID y los de los demás CID;
- armonización de boletines, lista anotada que se publica mensualmente con las diferencias entre los boletines definitivos publicados por cada CID y los demás (en las anotaciones se explican los motivos de las diferencias);
- registro de solicitudes de datos, lista publicada trimestralmente con las solicitudes de datos recibidas y atendidas;
- resumen del archivo de formas de las ondas, que se publica anualmente y se actualiza trimestralmente, es una guía del contenido del archivo de formas de las ondas en la fecha correspondiente.

7.3.4. Equipo y programas de los centros internacionales de datos

Los centros internacionales de datos deben proyectarse de manera que puedan realizar de manera equivalente las funciones especificadas. En el apéndice 7 se especifican con detalle las instrucciones preliminares para los procedimientos que deben utilizar y el boletín que deben producir los centros. El equipo y los programas de los CID deben ser los adecuados para llevar a cabo sus funciones con rapidez y precisión.

De conformidad con el documento CCD/558, el Grupo ad hoc considera que debe existir más de un centro internacional con equipos y programas equivalentes. Cada centro deberá proporcionar acceso libre y fácil a todas las instalaciones clasificadas como "internacionales". Las disposiciones apropiadas se establecerán en el marco de un futuro tratado.

Es necesario seguir elaborando y ensayando equipos y programas que permitan el tratamiento operacional de grandes corrientes de datos en los CID, un sistema automatizado de gestión de datos para los bancos de datos de los CID, y métodos para recibir los datos de nivel II que se soliciten, hacer copias de esos datos y distribuirlos a los Estados que los soliciten.

Capítulo 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se ha indicado en este informe, en los últimos años se han producido adelantos importantes y rápidos relacionados con la sismología y las técnicas de tratamiento de datos, y se siguen produciendo adelantos. El Grupo ad hoc observa que esos resultados pueden ser útiles para la mejora ulterior de los aspectos científicos y técnicos del sistema mundial de cooperación que se describe en los documentos CCD/558 y CD/43, así como para la tarea de seguir elaborando un ensayo experimental completo de ese sistema.

El Grupo ad hoc toma nota con reconocimiento de la decisión adoptada recientemente por la OMM en su Noveno Congreso, según la cual el SMT de la OMM podrá utilizarse para la transmisión sistemática de datos de nivel I a partir del 1º de diciembre de 1985.

El Grupo ad hoc ha elaborado un plan preliminar a fin de llevar a cabo en 1984 un nuevo ensayo técnico para la utilización de los canales del SMT de la OMM, para la transmisión de datos de nivel I y para analizar los resultados que se obtengan. El Grupo recomienda que este ensayo técnico se lleve a cabo tan pronto como se hayan hecho los preparativos necesarios.

El Grupo ad hoc reitera la declaración que hizo en el documento CCD/558, en el sentido de que estima necesario realizar un ejercicio experimental apropiado al sistema propuesto.

El Grupo ha observado que existen esferas en que es necesario lograr nuevos progresos científicos y técnicos, como se expone en los capítulos 3 a 7 del presente informe. Estas esferas pueden resumirse de la siguiente forma:

Estaciones y redes de estaciones sismográficas

1. Las estaciones que puedan participar en el sistema mundial deben estar equipadas, siempre que sea posible, con sistemas sismográficos modernos, preferiblemente de banda ancha, con una alta gama dinámica, que puedan registrar continuamente datos en forma digital. Sin embargo, deberían continuar siendo útiles para el sistema mundial los datos procedentes de estaciones analógicas, especialmente en el hemisferio sur.
2. Es preciso hacer nuevos estudios para llegar a una especificación convenida de las normas a las que deberán atenerse las estaciones de la red.
3. Es indispensable que se emplacen más estaciones de alta calidad en el hemisferio sur con el fin de mejorar la detección y localización de fenómenos sísmicos en esa región.
4. Deben continuar los esfuerzos en curso para determinar la viabilidad de emplazar sistemas de sismógrafos en los fondos marinos, ya que esas estaciones podrían ser un valioso complemento de las estaciones emplazadas en tierra, particularmente en el hemisferio sur.
5. Se deben seguir perfeccionando los sistemas especiales para la detección de la fase T (onda hidroacústica), ya que esos sistemas podrían mejorar considerablemente la capacidad de detección en el hemisferio sur.

6. Se alienta a todos los países a que reúnan datos completos sobre las condiciones de ruido sísmico y los niveles de la señal en sus estaciones, y comuniquen esa información a la Secretaría de la Conferencia de Desarme.

Obtención de parámetros de nivel I

1. En relación con la lista de parámetros de nivel I propuesta en los documentos CCD/558 y CD/43, el Grupo ad hoc considera que la inclusión de varios nuevos parámetros sería útil para el intercambio internacional de datos sísmológicos. Sin embargo, la lista final de parámetros sólo se establecerá una vez que se realice un ejercicio experimental completo del sistema mundial.
2. Se han comunicado resultados alentadores sobre la utilización de técnicas de filtrado para la obtención de datos de nivel I a partir de los registros de instrumentos de tres componentes (por ejemplo, filtrado de polarización) y a partir de pequeños complejos (por ejemplo, análisis de alta definición de datos sobre el número de onda). El Grupo ad hoc recomienda que prosigan esos estudios.
3. El Grupo ad hoc mantiene el objetivo de elaborar procedimientos automáticos, complementados por la inspección visual, para la obtención de parámetros de nivel I en las estaciones.
4. Se recomienda que se realicen nuevas investigaciones para permitir la eficaz identificación de las fases de profundidad con métodos automáticos en las estaciones sobre la base de los datos de nivel II.
5. El Grupo ad hoc recomienda que se elaboren métodos que permitan transmitir información sobre grandes secuencias y enjambres de terremotos.

Intercambio de datos de nivel I mediante el SMT de la OMM

1. Debe hacerse un ensayo técnico en gran escala para poner a prueba lo siguiente: el intercambio de todo el conjunto de parámetros de nivel I; los circuitos del SMT en Africa y Sudamérica, la transmisión de boletines desde los centros de datos; y la utilización de procedimientos de comprobación de mensajes.
2. Se debe ampliar y vigilar la utilización regular del SMT, a fin de hacer evaluaciones del rendimiento a largo plazo (pérdidas de mensajes, tasas de error, tiempos de tránsito).
3. Se recomienda que la Secretaría de la Conferencia de Desarme establezca un contacto regular con la secretaría de la OMM para estar informada de los cambios que se introduzcan en el SMT y en sus procedimientos.
4. El Grupo ad hoc debe mantener un estrecho contacto con los organismos sísmológicos internacionales, con miras a coordinar las propuestas de cambios del formato de los parámetros de nivel I y de la Clave Sísmica Internacional.
5. El sistema mundial debe incluir en los centros internacionales de datos procedimientos para vigilar los mensajes de entrada y solicitar retransmisiones por parte de los servicios sísmológicos nacionales.

6. Los procedimientos nacionales deben incluir la transmisión simultánea de los mensajes de salida del centro del SMT al servicio sismológico nacional que los haya enviado.
7. Los servicios sismológicos nacionales deben estar equipados para intercambiar mensajes por medios automáticos con los centros nacionales del SMT.
8. Deben prepararse instrucciones y directrices detalladas para el personal de las estaciones y los centros internacionales del sistema mundial, así como para el personal de los puntos de recepción y transmisión del SMT de la OMM con miras al futuro ejercicio experimental detallado del sistema mundial.

Intercambio de datos de nivel II

1. Es preciso convenir formatos normalizados para los datos digitales de nivel II en cinta magnética. Para ello deberían tenerse en cuenta las recomendaciones que pueda formular en el futuro la IASPEI.
2. También se necesitan formatos y procedimientos normalizados para la transmisión de datos digitales de nivel II por los canales de telecomunicaciones, atendiendo a las solicitudes que se formulen. Los formatos deberán ajustarse lo más estrictamente posible a las normas que se establezcan para los datos en cinta magnética.
3. El Grupo ad hoc considera que deben llevarse a cabo nuevas investigaciones experimentales sobre la transmisión rápida, atendiendo a las solicitudes que se formulen, de datos sismológicos de nivel II, y que debería continuarse evaluando la repercusión sobre la transmisión de datos de nivel II de los adelantos que se produzcan en la tecnología de telecomunicaciones y de computadoras.

Procedimientos de los centros internacionales de datos

1. El Grupo ad hoc recomienda que se asigne alta prioridad a la realización de nuevas investigaciones sobre el tratamiento automático de los datos de nivel I que se recibirán en los centros internacionales de datos. Estas investigaciones deberán incluir lo siguiente:
 - actividades para mejorar la precisión de la localización del epicentro y, con la máxima urgencia, de la estimación de la profundidad de los fenómenos;
 - recopilación, en la medida disponible a escala mundial, de cuadros detallados locales y regionales de tiempos de propagación y organización de esta información para su utilización en los centros internacionales de datos,
 - elaboración de métodos para la clasificación como locales, regionales o telesísmicas de las llegadas no asociadas,
 - elaboración de fórmulas para obtener la magnitud a partir de las ondas superficiales, para su aplicación general mundial, destinadas a determinar distancias epicentrales menores de 20 grados;
 - elaboración de procedimientos para analizar los datos de período largo y de período corto de una forma integrada para mejorar la definición y localización de los fenómenos.

2. El Grupo recomienda que se ensayen los procedimientos operacionales provisionales para los centros internacionales de datos -que figuran en el apéndice 7-, y que se revisen cuando se adquiera experiencia práctica.
3. El Grupo considera necesario hacer nuevos ensayos de los procedimientos y el equipo elaborados para la recepción, el almacenamiento y la transmisión de datos de nivel II en los centros internacionales de datos.

Lista de expertos científicos y representantes que participan
en la labor del Grupo ad hoc en su tercer mandato

De los Estados miembros de la Conferencia de Desarme

ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE

Dr. H.-P. Harjes	Profesor de Geofísica, Universidad del Ruhr, Bochum
Sr. M. Henger	Sismólogo, Instituto Federal de Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales, Hannover

ARGELIA

Sr. E.-H. Hellal	Director Adjunto, CSTN, Argel
------------------	-------------------------------

AUSTRALIA

Sr. P. M. McGregor	Geofísico Supervisor de la Oficina de Recursos Minerales, Canberra
Sr. R. Steele	Consejero del Ministerio de Relaciones Exteriores, Canberra
Sr. T. Findlay	Segundo Secretario de la Misión Permanente de Australia ante la Oficina de las Naciones Unidas en Ginebra
Sra. J. Courtney	Tercera Secretaria Misión Permanente de Australia ante la Oficina de las Naciones Unidas en Ginebra

BELGICA

Sr. J.-M. van Gils	Jefe de la Sección Sismológica del Real Observatorio de Bélgica, Bruselas
Sra. M. De Becker	Geofísica Real Observatorio de Bélgica, Bruselas

BULGARIA

Dr. L. V. Christoskov	Jefe del Departamento Sismológico del Instituto de Geofísica de la Academia de Ciencias de Bulgaria, Sofía
-----------------------	--

CANADA

Sr. P. W. Basham	Científico Investigador de la Sección de Física de la Tierra del Departamento de Energía, Minas y Recursos, Ottawa
Dr. R. G. North	Geofísico, de la Sección de Física de la Tierra del Departamento de Energía, Minas y Recursos, Ottawa

De los Estados miembros de la Conferencia de Desarme (continuación)

CHECOSLOVAQUIA

- Dr. V. Kárník Sismólogo del Instituto de Geofísica de la Academia de Ciencias de Checoslovaquia
- Dr. L. Waniek Jefe del Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica de la Academia de Ciencias de Checoslovaquia, Praga
- Dr. J. Fiedler Científico del Ministerio de Relaciones Exteriores, Praga

EGIPTO

- Dr. R. Kebeasy Profesor de Sismología y Director Adjunto del Instituto Helwan de Astronomía y Geofísica Helwan
- Sra. W. Bassim Tercera Secretaria, Misión Permanente de Egipto ante la Oficina de las Naciones Unidas en Ginebra
- Sr. A. Abbas Tercer Secretario, Misión Permanente de Egipto ante la Oficina de las Naciones Unidas en Ginebra

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

- Dr. R. W. Alewine Director de la División de Ciencias Geofísicas, Organismo de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa, Arlington, Virginia
- Coronel H. L. Brown Jefe de la División de Ciencia y Tecnología, Organismo de Control de Armamentos y de Desarme de los Estados Unidos, Washington, D.C
- Sr. N. Carrera Oficial Científico, Organismo de Control de Armamentos y de Desarme de los Estados Unidos, Washington, D.C.
- Dr. P. S. Corden Oficial de Ciencias Físicas, Organismo de Control de Armamentos y de Desarme de los Estados Unidos, Washington, D.C.
- Sra. A. U. Kerr Directora de Programa, División de Ciencias Geofísicas, Organismo de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa, Arlington, Virginia
- Sr. R. J. Morrow Oficial de Ciencias Físicas, Organismo de Control de Armamentos y de Desarme de los Estados Unidos, Washington, D.C.

De los Estados miembros de la Conferencia de Desarme (continuación)

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (continuación)

Sr. D. L. Springer Jefe de Grupo, Laboratorio Nacional Lawrence
Livermore de Sismología de Fenómenos Lejanos,
Livermore, California

Dr. L. S. Turnbull (hijo) Científico Superior, Departamento de Estado
de los Estados Unidos, Washington, D.C.

HUNGRIA

Dr. E. Bisztricsány Jefe del Observatorio Sismológico de
Hungría, Budapest

INDIA

Dr. G. S. Murty Jefe de la Sección de Sismología del Centro
de Investigaciones Atómicas de Bhabha,
Bombay

INDONESIA

Sr. T. Soetardio Jefe de la Sección de Sismología del
Instituto de Meteorología y Geofísica,
Yakarta

ITALIA

Dr. M. Caputo Profesor de Sismología del Instituto de
Física de la Universidad de Roma

Dr. R. Console Jefe de la Sección de Sismología del
Instituto Nacional de Geofísica del
Observatorio Central de Geofísica, Roma

JAPON

Dr. M. Ichikawa Oficial de Investigaciones de la División
de Sismología del Organismo Meteorológico
del Japón, Tokyo

Dr. M. Yamamoto Funcionario Técnico de la División de
Sismología del Organismo Meteorológico
del Japón, Tokyo

Sr. S. Mori Funcionario Técnico de la División de
Sismología del Organismo Meteorológico
del Japón, Tokyo

KENYA

Sr. J. Kiboi Secretario Auxiliar Superior del Ministerio
de Relaciones Exteriores, Nairobi

De los Estados miembros de la Conferencia de Desarme (continuación)

SUECIA

Dr. U. Ericsson (fallecido) (Presidente durante el 14º período de sesiones)	Ministro, Embajada de Suecia, Viena
Dr. O. Dahlman (Presidente desde el 15º período de sesiones)	Director de Investigaciones del Instituto de Investigaciones sobre la Defensa Nacional, Estocolmo
Dr. H. Israelson	Oficial Superior de Investigaciones del Instituto de Investigaciones sobre la Defensa Nacional, Estocolmo
Sra. B.-M. Tygard	Oficial de Investigaciones del Instituto de Investigaciones sobre la Defensa Nacional, Estocolmo
Dr. H. Ohlsson	Oficial de Investigaciones del Instituto de Investigaciones sobre la Defensa Nacional, Estocolmo
Dr. P. Johansson	Oficial de Investigaciones, Instituto de Investigaciones sobre la Defensa Nacional, Estocolmo
Sra. E. Johannisson	Oficial de Investigaciones, Instituto de Investigaciones sobre la Defensa Nacional, Estocolmo

UNION DE REPUBLICAS SOCIALISTAS SOVIETICAS

Prof. I. Passetchnik	Profesor de Sismología del Instituto de Física de la Tierra, Moscú
Dr. O. Kedrov	Doctor en Sismología del Instituto de Física de la Tierra, Moscú
Dr. I. Botcharov	Asesor del Ministerio de Defensa, Moscú
Dr. V. Kotlioujanski	Ministerio de Defensa, Moscú

Estado miembro de la Conferencia de Desarme que participa como observador

CHINA

Sr. Liang De-fen	Funcionario del Ministerio de Defensa de la República Popular de China
Sr. Xin Sian-jie	Investigador Superior del Instituto de Energía Atómica de la Academia de Ciencias de China, Pekín

SECRETARIO DEL GRUPO AD HOC (Del décimo al 13º período de sesiones)

Sra. L. Waldheim-Natural

Jefa de la Dependencia de Ginebra del
Centro de las Naciones Unidas para el
Desarme

SECRETARIO DEL GRUPO AD HOC (Del 14º al 17º período de sesiones)

Sr. M. Cassandra

Oficial Asociado de asuntos políticos, Sede
de Ginebra del Departamento de Asuntos de
Desarme

Lista de los Convocadores y Co-convocadores de los cinco Grupos
de estudio establecidos por el Grupo ad hoc

1. Estaciones y redes de estaciones sismológicas: Dr. Basham (Canadá),
Dr. Schneider (República Democrática Alemana)
- 2^{1/}. Datos que deben intercambiarse de manera regular (Datos de nivel I):
Dr. Harjes (Alemania, República Federal de), Dr. Fiedler (Checoslovaquia)
- 3^{2/}. Formato y procedimientos para el intercambio de datos de nivel I por
conducto del SMT de la OMM: Dr. McGregor (Australia), Dr. Mori (Japón)
4. Formato y procedimientos para el intercambio de datos de nivel II:
Dr. Husebye (Noruega), Dr. Christoskov (Bulgaria)
- 5^{3/}. Procedimientos que deben utilizarse en los centros internacionales de datos:
Dr. Israelson (Suecia), Dr. Alewine (Estados Unidos de América)

1/ El Dr. V. Kárník (Checoslovaquia) actuó como convocador del Grupo de estudio 2 durante los períodos de sesiones noveno y décimo.

El Dr. L. Waniek (Checoslovaquia) actuó como co-convocador del Grupo de estudio 2 durante los períodos de sesiones 11º a 16º

2/ El Dr. M. Ichikawa (Japón) actuó como co-convocador del Grupo de estudio 3 durante los períodos de sesiones noveno a 14º.

El Dr. M. Yamamoto (Japón) actuó como co-convocador del Grupo de estudio 3 durante los períodos de sesiones 15º y 16º.

3/ El Dr. O. Dahlman (Suecia) actuó como convocador del Grupo de estudio 5 durante los períodos de sesiones noveno a 14º.