

colectiva adquiridas durante el ciclo de transferencia de tecnología.

Al nivel más bajo, se incluyen entre estas pericias la capacidad de operar y mantener la tecnología adquirida. El siguiente nivel implica la capacidad de adaptarla y mejorarla. El nivel más alto incluye la pericia necesaria para generar nuevas tecnologías, superando las adquiridas previamente.

Niveles de éxito en el proceso de transferencia de tecnología	
Más bajo	Operar y mantener la tecnología
Medio	Adaptar y mejorar la tecnología
Más alto	Generar nueva tecnología y superar la adquirida

No es tarea fácil lograr los tres niveles que se acaban de mencionar. Un factor vital que es

crítico para alcanzar el éxito es la capacidad de visión y liderazgo que deben tener los más altos administradores de los SMHN para iniciar y mantener los cambios adecuados en sus Servicios.

Si se transfiere con éxito, la tecnología de la información permitirá a un gran número de SMHN lograr un grado considerable de cambios en su operación y en sus estructuras. Actuando inicialmente de una forma evolutiva, el camino quedará, no obstante, allanado para una transformación mantenible.

**Agradecimientos**

*Al autor le gustaría agradecer a los Sres. J. Rasmussen, D. Schiessl y J.-M. Rainer sus sugerencias y ayuda en la revisión de este artículo.*



# EL USO DEL HOMS PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA HIDROLOGICA

*El Sistema de hidrología operativa para fines múltiples (HOMS) consiste en una red internacional de transferencia de tecnología hidrológica, poniendo un particular énfasis en ayudar a los países en desarrollo. Los países Miembros han participado activamente en el HOMS desde su creación en 1981. Los planes futuros incluyen el fortalecimiento institucional de su funcionamiento y el desarrollo técnico de sus componentes y secuencias.*

**Introducción**

En esta era de rápido crecimiento de la tecnología de la información, la ciencia de la hidrología y su tecnología asociada han tenido avances importantes. Mucho se ha logrado en

los países desarrollados, mientras que los países en desarrollo, que necesitan urgentemente acceder a dicha tecnología mejorada, están recibiendo ayuda de distintas formas. El sistema HOMS de transferencia de tecnología de la OMM ofrece un medio simple pero eficaz de proporcionar una amplia gama de técnicas probadas para uso de los hidrólogos. Se pretende mejorar la calidad y cantidad de los datos hidrológicos, ayudar en la aplicación de la tecnología hidrológica apropiada y en la formación profesional asociada. También ofrece un marco internacional dentro del que integrar las muchas técnicas y procedimientos utilizados en la recopilación y tratamiento de los datos hidrológicos para el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos. En los años 1990 hay

una creciente demanda al HOMS de transferencia de técnicas avanzadas que se puedan aplicar a la hidrología práctica, así como de técnicas relativas a los temas ambientales referentes al agua.

## La estructura del HOMS

El HOMS es un trabajo cooperativo de 111 Miembros de la OMM, y el último Centro Nacional de Referencia del HOMS (CNRH) se ha establecido recientemente en Eslovenia. Cada país participante designa un CNRH, normalmente en el Servicio Hidrológico. Este centro proporciona los componentes nacionales que se utilizarán en el HOMS, maneja las peticiones nacionales de los componentes que serán proporcionados por otros CNRH, asesora a los usuarios y normalmente coordina y publica las actividades del HOMS en el país. A nivel internacional, el HOMS está supervisado por un comité director dentro del marco de la Comisión de Hidrología de la OMM: el grupo de trabajo asesor de la Chi. El apoyo de secretaría lo proporciona la Oficina del HOMS en el Departamento de hidrología y recursos hídricos de la Secretaría de la OMM.

## Funcionamiento del HOMS

La tecnología disponible a través del HOMS se proporciona en forma de componentes HOMS individuales. Estos componentes pueden presentar distintas formas, como esquemas para la construcción de equipos hidrológicos (o manuales de instrucción), informes que describen una amplia gama de procedimientos hidrológicos, y programas de ordenador. En la actualidad, se puede disponer de 429 componentes que contienen tecnología moderna que utilizan sus creadores.

Cada uno de los componentes disponibles se describe brevemente en un resumen de dos páginas, escrito en un formato normalizado, y publicado en el *Manual de referencia del HOMS* (MRH). Este es el documento básico para los usuarios del HOMS y da detalles completos de su estructura y de sus funciones. El manual está dividido en secciones que tratan de un tema determinado, y los componentes están clasificados de acuerdo con su tema y su complejidad. Por ejemplo, el componente teleférico es el número C86.1.02; está en la subsección C86, con una complejidad de nivel 1 y es el segundo de tales componentes.

El MRH también proporciona secuencias y requerimientos de los usuarios. Las secuencias son agregaciones lógicas de componentes compatibles entre sí y que, por tanto, se pueden utilizar juntos.

El MRH se distribuye mediante múltiples copias a través de los CNR y se actualiza con cierta frecuencia mediante la publicación de suplementos. El *HOMS Newsletter* (Noticias del HOMS), que se publica dos veces al año, proporciona información sobre los componentes de reciente creación. Teniendo en cuenta el tamaño actual del MRH, es clara la dificultad de búsqueda de la tecnología requerida para los usuarios. En la novena reunión de la Chi (Ginebra, 5 al 15 de enero de 1993), se instó a la oficina del HOMS a que creara un "MRH electrónico" para ordenador personal que contendría los textos del MRH junto con un software de recuperación de la información de gran facilidad para el usuario. Sería fácil para los CNRH la distribución de dicho sistema en disquetes a otras instituciones de sus países. En este contexto, el MRH, ya sea electrónico o en papel, puede ser copiado libremente sin tener que pagar derechos.

El objetivo inicial del HOMS era la transferencia gratuita de tecnología en todas las áreas de la hidrología. Sin embargo, algunos paquetes de software son de origen comercial y, en consecuencia, debe pagarse por ellos. En el caso de transferencias a los países en desarrollo, los fondos necesarios pueden conseguirse, en ocasiones, de los organismos internacionales o bilaterales de financiación.

El éxito de las actividades del HOMS convenció al Undécimo Congreso de la OMM de que el HOMS debería ser una parte permanente del Programa de Hidrología Operativa. Para el 10 de marzo de 1993, el número de solicitudes de transferencia de componentes del HOMS había llegado a 2 773. La tabla I ofrece el resumen de los componentes del HOMS y de las solicitudes por secciones del MRH. La figura de la página siguiente muestra las transferencias de componentes del HOMS por grupos de secciones para cada año, desde 1982 a 1992.

- Recopilación de datos: Secciones B, C, D, E y F;
- Proceso de datos: Secciones G, H e I;
- Modelización: Secciones J, K y L;
- Otras: Secciones A, X e Y.

TABLA I

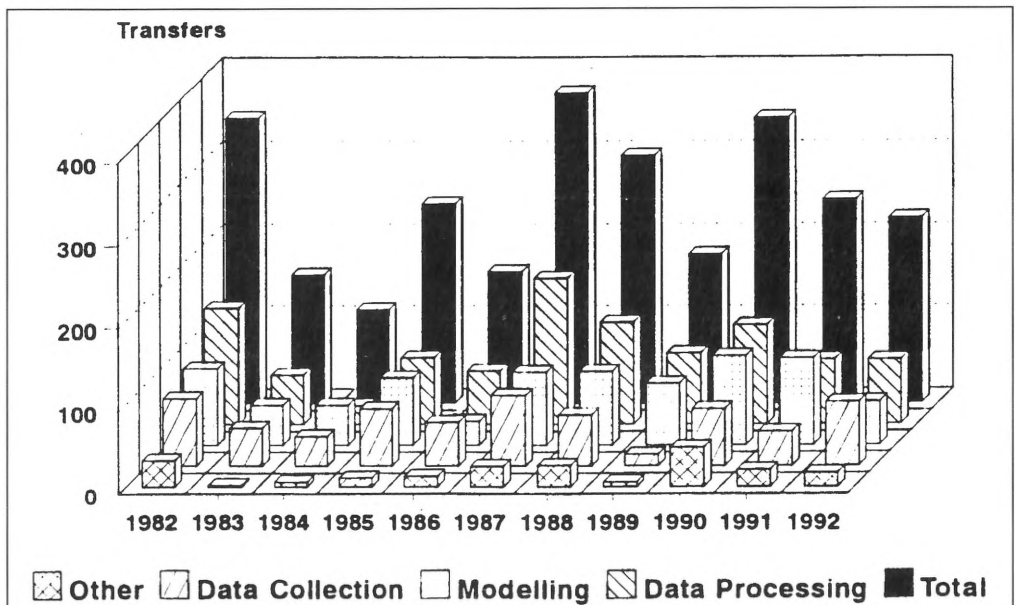
## Resumen de componentes del HOMS y de peticiones de 1981 a 1993

Sección	Manual de Referencia del HOMS	Nº de componentes por sección	Nº de peticiones
A	Política, planificación y organización	6	16
B	Diseño de la red	5	58
C	Instrumentos y equipos	52	211
D	Teledetección	11	16
E	Métodos de observación	40	275
F	Transmisión de los datos	15	98
G	Almacenamiento, recuperación y difusión de los datos	17	258
H	Proceso primario de los datos	40	362
I	Proceso secundario de los datos	60	425
J	Modelos de predicción hidrológica	46	328
K	Análisis hidrológico para planificar y diseñar estructuras de ingeniería y sistemas de recursos hídricos	98	489
L	Aguas subterráneas	17	42
X	Cálculos matemáticos y estadísticos	16	159
Y	Ayudas didácticas en hidrología operativa	6	36
<b>Total</b>		<b>429</b>	<b>2 773</b>

## Las transferencias del HOMS a los países en desarrollo

Los países en desarrollo, en particular de Africa, Asia y América del Sur, son muy proclives a las inundaciones, las sequías y a los problemas de recursos hídricos y se

beneficiarían en gran manera participando en las actividades del HOMS. En el pasado, la evolución del HOMS tuvo la ayuda de los proyectos regionales de cooperación técnica financiados por el PNUD y es lamentable que parezca que no vaya a poder disponerse de



Transferencias de componentes del HOMS por grupos de secciones

esta fuente de financiación durante demasiado tiempo. Deben realizarse muchos esfuerzos para reemplazar esta ayuda a las actividades regionales del HOMS, quizás mediante el Programa de Cooperación Voluntaria de la OMM, y mediante los organismos internacionales o bilaterales de financiación.

La actuación de los CNRH en los países en desarrollo es irregular. En algunos países hay una necesidad urgente de dar publicidad a las actividades del HOMS. Para promover las actividades del HOMS dentro de un país, la fuente más importante de ayuda debe ser la financiación gubernamental. De esa manera, por ejemplo, el CNRH de China ha traducido al chino el MRH y lo ha distribuido a distintos servicios hidrológicos y a organizaciones del país. Ha celebrado también varios cursillos prácticos para formar hidrólogos en el uso de algunos componentes transferidos de otros países.

La segunda fase del HOMS (1984-1992) ha conocido un fuerte crecimiento en el número de CNRH en la mayoría de las regiones, pero aún es necesario extender la red, particularmente en África, de forma que todos los países, pero en especial los países en desarrollo, puedan beneficiarse de las transferencias de tecnología del HOMS. La tabla II ofrece las transferencias del HOMS, desde 1981, a los países en desarrollo por regiones. En la tabla puede verse que cerca del 70 por 100 del total de las transferencias del HOMS fueron solicitadas por países en desarrollo. De un total de 1 941 transferencias a países en desarrollo, África, Asia y América del Sur solicitaron 389, 640 y 451, respectivamente.

## El uso del HOMS

Para un hidrólogo que va a usar la tecnología disponible a través del HOMS, el primer paso será, normalmente, acercarse al CNRH de su país, consultar el MRH y recibir asesoramiento sobre los componentes disponibles para satisfacer sus necesidades particulares. Una vez hecha la selección de los componentes, el CNRH obtendrá los componentes del extranjero. Frecuentemente, es necesaria asistencia técnica o formación para usar los componentes y son posibles distintos métodos. En varios países, las instituciones de ayuda bilateral quieren ayudar a la transferencia de tecnología a través del

HOMS. Por ejemplo, el Departamento de ayuda al desarrollo en ultramar del Reino Unido está sufragando la transferencia de algunos de sus componentes HOMS a los países en desarrollo a través del CNRH del Reino Unido. El CNRH de Irlanda, con sede en el University College de Galway, ha organizado muchos cursillos prácticos desde 1985, con el soporte financiero del Programa irlandés para el desarrollo de ultramar, para formar a los hidrólogos de los países en desarrollo en el uso de los componentes irlandeses del HOMS.

A continuación, se citan unos ejemplos de países en los que el manual ha proporcionado directrices y ayuda:

- El Ministerio de Hidrología Forestal de Argelia pidió ayuda a la Oficina del HOMS para reorganizar y racionalizar su red pluviométrica. El Reino Unido pudo proporcionar su componente con registros obtenidos en el Instituto de Hidrología para los procedimientos de racionalización de pluviómetros;
- Cuba solicitó un método para determinar los caudales medios diarios utilizando el ritmo de cambio del nivel, que fue suministrado por Hungría. Otra solicitud para determinar la precipitación media en un área, mediante una rejilla triangular, fue suministrada por la India.

Estos ejemplos ilustran lo útil que ha llegado a ser el HOMS para transferir tecnología a los países en desarrollo. Estos países se han librado del problema y de los gastos de diseñar programas informáticos y de realizar estudios para resolver problemas que ya han sido resueltos por otros. Este intercambio ha sido de beneficio para el donante y para el receptor, para el país desarrollado y para el país en desarrollo.

## Los planes futuros del HOMS

La Chi-IX aprobó el plan de ejecución de las actividades futuras del HOMS, el cual comprende dos partes: el fortalecimiento institucional del funcionamiento del HOMS, incluyendo la ampliación y el progreso de la red de CNRH, y el desarrollo técnico de componentes y secuencias del HOMS.

TABLA II  
Transferencias del HOMS a países en desarrollo

Año	Regiones						Total
	Africa	Asia	América del Sur	América del Norte y América Central	Suroeste del Pacífico	Europa	
1981	9	11	9	0	4	0	33
1982	13	64	50	37	22	6	192
1983	23	25	17	30	7	0	102
1984	20	46	24	5	0	0	95
1985	40	75	24	30	24	0	193
1986	16	60	28	5	15	0	124
1987	36	45	145	27	14	0	267
1988	69	15	66	24	34	0	208
1989	39	35	14	25	11	0	124
1990	40	149	14	23	14	6	246
1991	39	85	28	24	1	0	177
1992	43	29	25	43	15	10	165
1993	2	1	7	3	1	1	15
<b>Total</b>	<b>389</b>	<b>640</b>	<b>451</b>	<b>276</b>	<b>162</b>	<b>23</b>	<b>1941</b>

### Fortalecimiento institucional del funcionamiento del HOMS

- Mantenimiento del comité director del HOMS (Grupo de Trabajo Asesor de la Chi) y de los CNRH;
- Ampliación y reforzamiento de la red de CNRH;
- Actualización del MRH eliminando los componentes poco usados o anticuados y añadiendo nuevos componentes y secuencias, y desarrollando un "MRH electrónico";
- Publicación del *HOMS Newsletter* (Noticias del HOMS) dos veces al año para ofrecer un canal de comunicación entre los usuarios y el apoyo a la gestión del sistema que proporciona la Oficina del HOMS;

### Avances técnicos de los componentes y secuencias del HOMS

- Obtención de los componentes necesarios, en especial, en los campos más recientes de la hidrología, de la calidad del agua y del medio ambiente;
- Alentar a los CNRH para que agrupen sus componentes en secuencias, siempre que sea posible;
- Alentar el desarrollo de componentes en ordenadores personales compatibles.

El HOMS es el resultado de un esfuerzo cooperativo entre los Servicios Hidrológicos de los Miembros de la OMM y su éxito depende de las aportaciones voluntarias. Está basado en los CNRH, no sólo por la tecnología que éstos proporcionan, sino también por otros muchos servicios, tales como las traducciones y la formación profesional.