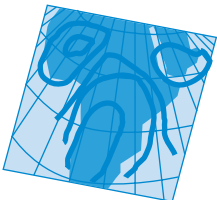
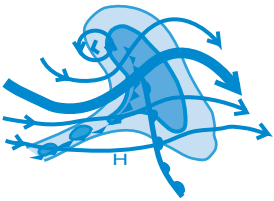
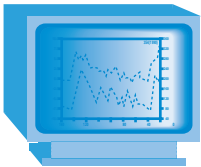
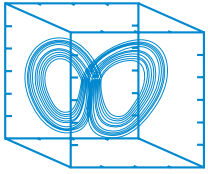
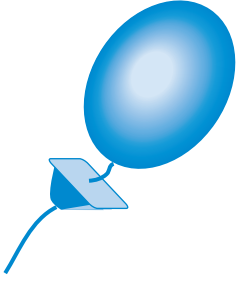


ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL



# DIRECTRICES DE ORIENTACIÓN PARA LA ENSEÑANZA Y FORMACIÓN PROFESIONAL DEL PERSONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA OPERATIVA

## VOLUMEN II: HIDROLOGÍA

Editores: G. Arduino, I. Drághici, M.J. Hall,  
F.M. Holly Jr., A. Van der Beken

Preparación de las Directrices del  
Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo  
sobre enseñanza y formación profesional

CUARTA EDICIÓN



OMM-Nº 258

Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial  
Ginebra – Suiza

## PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA OMM

relativas a la enseñanza y a la formación profesional

### OMM N°

- 114 — *Guía de los conocimientos y formación profesional del personal dedicado a facilitar información meteorológica para la navegación aérea internacional*, 2ª edición, 1974 (español-francés-inglés).
- 258 — *Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa*, 4ª edición, 2003 (español-francés-inglés).
- 266 — *Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la Clase IV*, Volumen I: *Earth Science*, 1970 (inglés); Volumen II: *Meteorología*, 1984 (español-francés-inglés).
- 364 — *Compendio de meteorología para uso del personal meteorológico de Clases I y II*, Volumen I, Parte 1—*Dynamic meteorology* (francés-inglés), Parte 2—*Meteorología física* (español-francés-inglés), Parte 3—*Meteorología sinóptica* (español-francés-inglés); Volumen II, Parte 1—*General hydrology* (inglés), Parte 2—*Meteorología aeronáutica* (español-francés-inglés), Parte 3—*Meteorología marina* (español-francés-inglés), Parte 4—*Tropical meteorology* (inglés), Parte 5—*Hydrometeorology* (inglés), Parte 6—*Química atmosférica y meteorología de la contaminación del aire* (español-francés-inglés).
- 385 — *Glosario Hidrológico Internacional*, publicación conjunta OMM/UNESCO, 2ª edición, 1992 (español-francés-inglés).
- 407 — *Atlas Internacional de Nubes*, Volumen I—*Manual de observación de nubes y otros meteoros*, reimpresso en 1995 (español-francés-inglés); Volumen II (láminas), 1987 (francés-inglés).
- 551 — *Compendio de apuntes para la formación de personal agrometeorológico de las Clases II y III*, edición de 1988 (español-inglés).
- 593 — *Compendio de apuntes de meteorología agrícola para la formación del personal meteorológico de la Clase IV*, edición de 1985 (español-francés-inglés).
- 622 — *Compendio de apuntes sobre instrumentos meteorológicos para la formación del personal meteorológico de las Clases III y IV*, edición de 1996, Volumen I, Parte 1—*Instrumentos meteorológicos* (español-francés-inglés), Parte 2—*Talleres de mantenimiento, laboratorios y procedimientos de calibración de los instrumentos meteorológicos* (español-francés-inglés); Volumen II, Parte 3—*Basic electronics for the meteorologist* (inglés).
- 649 — *El Niño phenomenon and fluctuations of climate—Lectures presented at the thirty-sixth session of the WMO Executive Council* (1984), 1986 (inglés).
- 659 — *Marine cloud album*, edición de 1987 (inglés).
- 669 — *Libro de ejercicios sobre predicción numérica del tiempo en los trópicos para la formación profesional del personal meteorológico de las Clases I y II*, edición de 1989 (español-inglés).
- 701 — *Mesometeorology and short-range forecasting—Lecture notes and students' workbook for training Class I and Class II meteorological personnel*, Volúmenes I y II (inglés, 1990; ruso, 1988).
- 712 — *Mesoscale forecasting and its applications—Lectures presented at the fortieth session of the WMO Executive Council* (1988), 1989 (francés-inglés-ruso).
- 726 — *Compendium of lecture notes in climatology for Class III and Class IV personnel*. Parte I—*Lecture notes*; Parte II—*Student's workbook*; Parte III—*Notes for instructors*, edición de 1992 (árabe-inglés).
- 738 — *Meteorological and hydrological risk assessment and disaster reduction—Lectures presented at the forty-first session of the WMO Executive Council* (1989), 1991 (inglés-ruso).
- 770 — *Methods of interpreting numerical weather prediction output for aeronautical meteorology*, TN-No. 195, 2ª edición, 1999 (inglés).
- 771 — *Special topics on climate—Lectures presented at the forty-second session of the WMO Executive Council* (1990), 1993 (inglés-ruso).
- 795 — *Scientific lectures presented at the Eleventh World Meteorological Congress* (1991), 1993 (inglés-ruso).
- 798 — *Climate change issues—Lectures presented at the forty-fourth session of the WMO Executive Council* (1992), 1994 (inglés).
- 805 — *Lectures presented at the forty-fifth session of the WMO Executive Council* (1993), 1994 (francés-inglés).
- 822 — *Lectures presented at the forty-sixth session of the WMO Executive Council* (1994), 1995 (inglés-ruso).
- 845 — *Lectures presented at the Twelfth World Meteorological Congress* (1995), 1997 (inglés).
- 866 — *Lectures presented at the forty-eighth session of the WMO Executive Council* (1996), 1998 (inglés).
- 910 — *Lectures presented at the forty-ninth session of the WMO Executive Council* (1997), 2000 (inglés).
- 911 — *Lectures presented at the fiftieth session of the WMO Executive Council* (1998), 2000 (inglés).
- 916 — *Forecasting in the 21st Century*, 2000 (inglés).
- 926 — *Introduction to Climate Change: lecture notes for meteorologists*, 2002 (inglés).

### WMO/TD-No.

- 791 — *Catalogue of the WMO Training Library, Audio-visual material, CAL modules, WMO Blue Series*, segunda edición.
- 1058 — *Notes for the Training of Instructors in Meteorology and Operational Hydrology*, 2001.
- 1101 — *Initial Formation and Specialization of Meteorological Personnel: Detailed Syllabus Examples*, 2002.
- 1154 — *Members Training Requirements, Opportunities and Capabilities in Meteorology and Operational Hydrology: WMO Survey 2002*, 2003.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL

**DIRECTRICES DE  
ORIENTACIÓN PARA LA  
ENSEÑANZA Y FORMACIÓN  
PROFESIONAL DEL PERSONAL  
DE METEOROLOGÍA E  
HIDROLOGÍA OPERATIVA  
VOLUMEN II: HIDROLOGÍA**

Editores: G. Arduino, I. Drăghici, M.J. Hall,  
F.M. Holly Jr., A. Van der Beken

Preparación de las Directrices del  
Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo  
sobre enseñanza y formación profesional

CUARTA EDICIÓN



OMM-Nº 258  
Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial  
Ginebra – Suiza  
2007

© 2003, Organización Meteorológica Mundial  
ISBN 92-63-34258-X

**NOTA**

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>v</b>
<b>PREFACIO</b> .....	<b>vii</b>
<b>PARTE A CONTEXTO Y DIRECTRICES</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 LA HIDROLOGÍA Y LOS HIDRÓLOGOS</b> .....	<b>3</b>
1.1 Consideraciones generales .....	4
1.2 Evolución de la hidrología y de los recursos hídricos .....	5
1.3 Prácticas actuales y perspectivas futuras en hidrología .....	7
<b>CAPÍTULO 2 PRINCIPALES RAMAS DE ACTIVIDAD EN HIDROLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	<b>9</b>
2.1 Cualificación del personal hidrológico .....	10
2.2 Principales ramas de actividad en gestión integrada de los recursos hídricos .....	11
2.3 Contenido característico de las principales ramas de actividad .....	13
<b>CAPÍTULO 3 PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA HIDRÓLOGOS (PEB-HRH) Y PROFESIONALES COMPLEMENTARIOS (PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED)</b> .....	<b>17</b>
3.1 Introducción y contexto .....	18
3.2 Descripciones someras de los programas de estudio para las materias del PEB-HRH .....	20
3.3 Programas de enseñanza básica para profesionales complementarios (PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED) .....	36
3.4 Validación, examen y acreditación .....	37
<b>CAPÍTULO 4 PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA TÉCNICOS EN HIDROLOGÍA (PEB-THTIM, PEB-THTIC)</b> .....	<b>39</b>
4.1 Introducción y contexto .....	40
4.2 Programas de enseñanza básica para técnicos en hidrología .....	40
4.3 Descripción de las unidades temáticas del PEB-TH .....	40
<b>CAPÍTULO 5 FORMACIÓN CONTINUA</b> .....	<b>45</b>
5.1 Definiciones y objetivos de la formación continua .....	46
5.2 Modos de enseñanza y aprendizaje .....	47
5.3 Métodos, materiales y técnicas de formación continua .....	47
5.4 Análisis de necesidades y estrategias de formación continua .....	52
5.5 Relación entre trabajos y formación continua .....	54
<b>PARTE B EJEMPLOS</b> .....	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO 6 EJEMPLOS DE PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA</b> .....	<b>59</b>
6.1 Ejemplos de programas de enseñanza básica para hidrólogos.....	60
6.2 Ejemplos de programas de enseñanza básica para técnicos en hidrología .....	68
<b>CAPÍTULO 7 EJEMPLOS DE COMPETENCIAS LABORALES REQUERIDAS PARA LAS PRINCIPALES RAMAS DE ACTIVIDAD</b> .....	<b>71</b>
7.1 Gestión de estaciones hidrometeorológicas .....	72
7.2 Recopilación y proceso de datos hidrometeorológicos.....	74
7.3 Gestión de la información y de los sistemas relativos a los recursos hídricos .....	74
7.4 Vigilancia de riesgos naturales y alerta .....	78
7.5 Evaluación de la calidad del agua .....	79

	<b>APÉNDICES</b> .....	<b>81</b>
<b>APÉNDICE 1</b>	<b>GARANTÍA Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD</b> .....	<b>83</b>
<b>APÉNDICE 2</b>	<b>EJEMPLO DE DESCRIPCIÓN DE EMPLEO – DIRECTOR REGIONAL</b> .....	<b>87</b>
<b>APÉNDICE 3</b>	<b>GLOSARIO</b> .....	<b>91</b>
<b>APÉNDICE 4</b>	<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA ANOTADA</b> .....	<b>97</b>

## PRÓLOGO

---

La cuarta edición de las Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa difiere considerablemente de las anteriores, tanto en estructura como en contenido, y responde a un nuevo concepto de utilización. En particular, esta publicación ve la luz por primera vez en dos volúmenes: el Volumen I: Meteorología y el Volumen II: Hidrología.

En la Presentación del Volumen I de esta cuarta edición de las Directrices manifesté que "la disponibilidad de recursos humanos adecuadamente formados en cualquier institución supone el factor más crítico para el éxito; en este sentido, la enseñanza y la formación profesional desempeñan un papel significativo". En el Convenio de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se señala, entre las finalidades de la OMM, la de fomentar la investigación y enseñanza de la meteorología y, cuando proceda, de materias conexas, y cooperar en la coordinación de los aspectos internacionales de tales actividades. Desde su creación, en 1950, la OMM ha contribuido notablemente al fomento de actividades de enseñanza y formación profesional pertinentes.

Gracias a su Programa de Enseñanza y Formación Profesional (PEFP), la OMM ha desempeñado un papel destacado en la mejora y el fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), especialmente en los países en desarrollo. El fomento de la creación de capacidad y el aumento de los recursos humanos han sido dos de los aspectos clave en el marco del PEFP. Algunas de las actividades recientes de la OMM en materia de enseñanza y formación profesional han sido redefinir su clasificación del personal de meteorología e hidrología, reforzar el papel de los centros regionales de formación, formar a personal docente, prestar apoyo técnico, organizar actividades de formación, poner en marcha el programa de becas y preparar publicaciones sobre formación profesional, como la presente. Estas actividades se han emprendido en respuesta a las tendencias, nuevas coyunturas y necesidades, derivadas de la evolución de la situación socioeconómica: la globalización y los rápidos avances tecnológicos, en particular, las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

En la Presentación al Volumen I de esta nueva edición, manifesté también que "ahora que nos encontramos en los albores del siglo XXI, se divisan en el horizonte nuevos y formidables retos y oportunidades" e indiqué que "para afrontar esos nuevos desafíos y sacar provecho de las oportunidades emergentes se requerirá contar con un personal de meteorología e hidrología mejor formado e instruido".

Conviene señalar que esta publicación se concluyó en 2003, Año Internacional del Agua Dulce. La celebración de ese año permitió poner de relieve hasta qué punto es importante proteger y administrar el agua dulce. Una enseñanza y formación profesional adecuadas del personal de hidrología y recursos hídricos constituyen uno de los componentes esenciales de la gestión sostenible de nuestros valiosos recursos hídricos.

La anterior edición de esta publicación, que contenía la clasificación tradicional de la OMM del personal especializado en meteorología e hidrología, así como los planes de estudio para la enseñanza y formación profesional impartida a éste, ha sido revisada a fondo. La presente edición aspira a proporcionar unas directrices de referencia que sean:

- aplicables en un contexto internacional, particularmente a la hora de planificar actividades internacionales de formación, entre ellas las financiadas con cargo al Programa de la OMM, y a la hora de evaluar a los candidatos que participarán en dichas actividades; y
- adaptables a un contexto nacional, en particular, a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de los países en desarrollo.

Aunque la coherencia estructural entre el Volumen I y el Volumen II era un objetivo importante, hubo que tener también presente que cada volumen iba destinado a un público diferente:

- en lo relativo a la meteorología, los posibles lectores del Volumen I lo más probable es que pertenezcan a una colectividad meteorológica bastante reducida y relacionada, en particular, con los Servicios Meteorológicos Nacionales, que suelen ser una institución pública y claramente definida, presente en todos los países;
- en lo relativo a la hidrología, habida cuenta del amplio alcance de la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), el Volumen II debería estar dirigido no sólo a la colectividad hidrológica, sino también a una comunidad más amplia y heterogénea constituida en torno al agua, que se encuentra repartida en numerosas instituciones públicas y privadas con intereses diversos (y, en ocasiones, antagónicos).

Para poder alcanzar a un público más diversificado, el presente volumen mantiene una perspectiva amplia y no pretende abordar todos los temas con el mismo grado de detalle. En particular, los planes de estudio recomendados para la formación del personal hidrológico están orientados a la adquisición de conocimientos y de un núcleo básico de aptitudes que permitan llevar a cabo un número razonable de actividades de GIRH que, por conveniencia, se han agrupado en cuatro grandes ramas de actividad: hidrología y recursos hídricos y, como complemento de ésta, gestión de sistemas de datos, gestión del medio ambiente y socioeconomía y derecho.

Deseo aprovechar esta oportunidad para transmitir la gratitud de la Organización a los miembros del Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y formación profesional, por sus orientaciones a la hora de preparar esta publicación. Deseo también dar las gracias a la Comisión de Hidrología de la OMM y a la División de Ciencias del Agua de la UNESCO por su labor orientativa y de revisión. Por último, deseo transmitir a los miembros del Grupo especial de edición mi agradecimiento por haber preparado el presente volumen y a los dos revisores externos por su contribución al mismo.

El agua es el recurso más importante de la Tierra. Es también un recurso agotable y existen indicaciones claras y convincentes de que sus actuales pautas de consumo no son sostenibles en muchas regiones del mundo. La presión cada vez mayor sobre los suministros finitos de agua dulce y la degradación de dichos suministros están debilitando uno de los recursos básicos que sustentan la sociedad; y es cada vez mayor el riesgo que entrañan las sequías y las crecidas para los seres humanos y para la inversión. A la hora de abordar esas cuestiones es esencial disponer de hidrólogos que posean una formación adecuada para ayudar a los gobiernos en el desarrollo y la gestión sostenible de sus preciados recursos hídricos. Estoy convencido de que esta publicación será particularmente útil a la colectividad hidrológica en ese respecto.

(G.O.P. Obasi)  
Secretario General  
Organización Meteorológica Mundial



## PREFACIO

---

Las directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal científico y técnico han sido siempre una de las grandes prioridades de la Organización Meteorológica Mundial. En 1969, la OMM publicó la primera edición de las Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología. Posteriormente, con el objetivo de reflejar la enmienda al Convenio de la OMM de 1975 sobre la inclusión de responsabilidades de hidrología operativa en la esfera de actividad de la OMM, se publicaron en 1977 y 1984 dos nuevas ediciones con el título de la presente publicación: Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa.

En 1996, el Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y formación profesional planteó varias propuestas básicas para la preparación de una cuarta edición de las Directrices. Además, el Grupo señaló que los efectos de la globalización sobre las actividades de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), el aumento de los problemas relacionados con los desastres naturales y el carácter cada vez más interdisciplinar de los estudios sobre el clima, el medio ambiente y los recursos hídricos iban a hacer necesaria una plantilla de personal con una formación más amplia y especializada, además de una mayor flexibilidad para trabajar en diferentes esferas de responsabilidad de los SMHN. Se puso de relieve la necesidad de una formación profesional más específica, orientada a los usuarios de los SMHN, en el marco de las principales aplicaciones de meteorología e hidrología.

En consecuencia, a comienzos de 1998 el Grupo respaldó una propuesta sobre la transición a un sistema de clasificación simplificado en dos niveles, común a la meteorología y a la hidrología operativa, y sobre la preparación por separado de dos volúmenes de las Directrices: uno sobre meteorología (Volumen I) y otro sobre hidrología (Volumen II). El Grupo creó un Grupo especial de edición (GEE), al que encomendó elaborar planes de estudios detallados y supervisar la preparación de cada volumen.

Ambos volúmenes fueron elaborados por pequeños equipos de especialistas designados de común acuerdo por el Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo. Para la preparación y revisión del Volumen II, el Grupo invitó a especialistas de la OMM y de organizaciones de renombre cuyo trabajo versaba sobre la gestión del agua y a los mejores docentes en la materia. Así pues, el GEE que preparó el volumen sobre hidrología estaba integrado por los siguientes especialistas:

Profesor G. Arduino, del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la OMM, coordinador general de los textos aportados por los miembros del Grupo especial de edición y otros expertos;

Dr. I. Drăghici, del Departamento de Enseñanza y Formación Profesional de la OMM, que llevó a cabo las tareas de edición de ambos volúmenes, cuyo cometido era velar por la coherencia general de la cuarta edición;

Profesor M. J. Hall, del Instituto de la UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua (antiguo Instituto Internacional de Ingeniería de las Infraestructuras, la Hidráulica y el Medio Ambiente - IHE), Delft, Países Bajos, representante de la UNESCO;

Profesor F. M. Holly, Jr., del Iowa Institute of Hydraulic Research (IIHR), Hydrosience and Engineering, Universidad de Iowa (Estados Unidos de América),

presidente de la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigaciones Hidráulicas (IAHR) y presidente del GEE;

Profesor A. Van der Beken, del Departamento de Hidrología e Ingeniería Hidráulica de la Vrije Universiteit Brussel (VUB), Bruselas (Bélgica), representante del Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo y vicepresidente del GEE.

En nombre del Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo, deseo expresar mi sincera gratitud a todos los miembros del Grupo especial de edición por el difícil pero a la vez fructífero trabajo que han realizado.

Durante la preparación de las Directrices fueron muy útiles los comentarios y recomendaciones de especialistas de la Comisión de Hidrología de la OMM y de la División de Ciencias del Agua de la UNESCO. Asimismo, se recibieron valiosas propuestas de mejora del texto de dos revisores externos: el Profesor K. P. Georgakakos (Estados Unidos de América) y el Sr. G. Van Langehove (Namibia).

A semejanza del Volumen I, el Volumen II consta de dos partes (A y B) y de varios apéndices. La Parte A abarca los Capítulos 1 a 5, en los que se describen las directrices generales, y la Parte B contiene los Capítulos 6 y 7, con estudios de casos particulares.

En el Capítulo 1 se describe el mandato de la Comisión de Hidrología de la OMM y las características básicas del nuevo sistema de clasificación del personal de meteorología e hidrología, aprobados por el Consejo Ejecutivo de la OMM en su quincuagésima reunión (1998) y por el Decimotercer Congreso (1999). Se expone asimismo la historia de la hidrología, la evolución de la gestión de los recursos hídricos y el estado actual de la hidrología, y se ofrecen perspectivas de cara al futuro.

En el Capítulo 2 se describen las principales áreas de estudio en hidrología, en el marco más general de los puestos de trabajo en gestión integrada de recursos hídricos (GIRH). Además de los hidrólogos y de los técnicos en hidrología, hay muchos otros profesionales que trabajan en el campo de los recursos hídricos. Esas profesiones se ejercen en las principales ramas de la GIRH, a saber: hidrología y recursos hídricos (HRH), gestión de sistemas de datos (GSD), gestión del medio ambiente (GMA) y socioeconomía y derecho (SED). Se describen además las principales responsabilidades que se le suele asignar al personal que se dedica a esas disciplinas, así como las formaciones más habituales que éste suele recibir.

En los Capítulos 3 y 4 se describen los programas de enseñanza básica (PEB) para licenciados universitarios y técnicos en hidrología. El programa de enseñanza básica sobre hidrología y recursos hídricos (PEB-HRH), considerado esencial para la preparación de cualquier hidrólogo, se describe con mayor detalle que otras disciplinas de GIRH recomendadas para la formación en hidrología de profesiones complementarias. Con respecto a la formación de los técnicos en hidrología, se ofrecen dos ramas diferentes: tecnología de instrumentos y mediciones (TIM) y tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC).

En el Capítulo 5 se expone la necesidad de una continuidad en el desarrollo y en la formación profesional del personal. Se presentan conceptos básicos, métodos, técnicas y estrategias para una formación continua; se examinan las relaciones entre los diferentes tipos de trabajo en GIRH; y se describe sucintamente la política de formación continua y de recursos humanos.

El Capítulo 6 recoge ejemplos concretos de programas de enseñanza básica para hidrólogos y técnicos en hidrología. Hay que mencionar la contribución del Ministerio del Medio Ambiente de Canadá en la formación de técnicos en hidrología.

El Capítulo 7 contiene una serie de ejemplos de los requisitos necesarios para desempeñar diferentes tipos de trabajo en el marco de la GIRH. Estos ejemplos han sido amablemente proporcionados por los siguientes expertos: el Sr. P. Chola (Zambia), la Sra. C. Farías (Venezuela), los Sres. D. Rabuffetti y S. Barbero (Italia), el Sr. N. I. Shiklomanov (Federación de Rusia) y el Sr. B. Stewart (Australia).

El Apéndice 1 contiene información sobre los sistemas de garantía de calidad para la enseñanza superior y ofrece un ejemplo de criterios reales para la acreditación de programas de ingeniería. El Apéndice 2 contiene, a modo de ejemplo, una descripción de empleo: director regional. El Apéndice 3 es un glosario de términos y el Apéndice 4 contiene una lista de referencias y bibliografía anotada.

Para terminar, deseo expresar mi sincera gratitud a todos los miembros actuales y anteriores del Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y formación profesional, cuya gran experiencia y conocimiento de diferentes aspectos de la enseñanza y formación en hidrología y meteorología han permitido a la OMM realizar la laboriosa y compleja tarea de preparar la cuarta edición de estas *Directrices*.

Expreso mi más profunda gratitud al Dr. J. W. Zillman, que presidió durante muchos años el Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y formación profesional y que contribuyó en gran medida a la buena organización y a la fructífera labor de preparación del presente volumen.

(Dr. A. I. Bedritsky)  
Presidente del Grupo de expertos  
del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y  
formación profesional

## PARTE A

### CONTEXTO Y DIRECTRICES

---

#### Contexto y directrices

1. La hidrología y los hidrólogos
2. Principales ramas de actividad en hidrología y recursos hídricos
3. Programas de enseñanza básica para hidrólogos (PEB-HRH) y para profesionales complementarios (PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED)
4. Programas de enseñanza básica para técnicos en hidrología (PEB-THTIM, PEB-THTIC)
5. Formación continua

*Por lo tanto, una educación completa y generosa es, para mí, la que permite a una persona desempeñar con justicia, pericia y magnanimidad todos los cometidos, tanto privados como públicos....*

*(John Milton, On Education; 1644)*

La Parte A abarca cinco capítulos que ofrecen directrices generales sobre los requisitos de formación y especialización inicial del personal de hidrología, es decir, de los licenciados universitarios en hidrología y técnicos en hidrología que vayan a realizar un número razonable de actividades de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH).

En el Capítulo 1 se recuerda el mandato de la Comisión de Hidrología de la OMM, así como las principales características del nuevo sistema de clasificación del personal de meteorología e hidrología, aprobado por el Consejo Ejecutivo de la OMM en su quincuagésima reunión (1998) y ratificado por el Decimotercer Congreso de la OMM (1999). Asimismo, se explica la evolución de la hidrología y de los recursos hídricos en el pasado, así como las prácticas actuales y las perspectivas futuras.

El Capítulo 2 introduce las cualificaciones básicas en hidrología en el contexto más amplio de las actividades de GIRH que, por conveniencia, se han agrupado en cuatro áreas de actividad genéricas:

Hidrología y recursos hídricos (HRH);

Gestión de sistemas de datos (GSD);

Gestión del medio ambiente (GMA);

Socioeconomía y derecho (SED).

Al delimitar esas áreas de actividad se tiene presente que, además del personal especializado en hidrología, hay muchos profesionales complementarios que

trabajan en el campo de los recursos hídricos. En este capítulo se señalan las principales responsabilidades de éstos y las materias normalmente necesarias para la formación de este personal complementario.

En los Capítulos 3 y 4 se describen los programas de enseñanza básica (PEB) para licenciados universitarios y técnicos en hidrología, respectivamente. El PEB en hidrología y recursos hídricos (HRH), considerado esencial para la preparación de todo hidrólogo, está descrito con mayor detalle que el PEB en gestión de sistemas de datos (GSD), el PEB en gestión del medio ambiente (GMA) o el PEB en socioeconomía y derecho (SED), que se recomiendan para la preparación en hidrología de los profesionales complementarios. Para la preparación de los técnicos en hidrología se examinan dos ramas diferentes: la de tecnología de instrumentos y mediciones (TIM) y la de tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC).

El Capítulo 5 va más allá de la preparación inicial del personal en hidrología y destaca la necesidad de un desarrollo profesional permanente de ese tipo de personal. Se exponen en él los principales conceptos, estrategias, métodos y técnicas de apoyo para una formación continua y se examinan brevemente las relaciones entre los trabajos relacionados con la GIRH y la formación continua.

## CAPÍTULO 1

LA HIDROLOGÍA Y LOS HIDRÓLOGOS

---

- 1.1 Consideraciones generales
- 1.2 Evolución de la hidrología y de los recursos hídricos
- 1.3 Prácticas actuales y perspectivas futuras en hidrología

En su decimotercera reunión, celebrada en Ginebra en 1999, el Congreso de la OMM adoptó un nuevo sistema de clasificación del personal de meteorología e hidrología. Aunque en la actualidad se considera que la hidrología es una rama más de las ciencias de la Tierra, dedicada al estudio científico de los procesos del ciclo hidrológico, dicha disciplina ha sido también una herramienta importante para la resolución de problemas prácticos acuciantes. Esta dicotomía se ha visto acentuada por la mayor importancia que se confirió en los dos últimos decenios del siglo XX a la gestión de los recursos hídricos y que está plasmada formalmente en los Principios de Dublín de 1992. Junto a la creciente transcendencia de la tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC), esos cambios han suscitado un aflujo de profesionales de TIC y de ciencias biológicas y sociales hacia la hidrología y los recursos hídricos (HRH). Los procesos de globalización y de comercialización han contribuido también a los cambios fundamentales sobrevenidos en la trayectoria de los profesionales del sector hídrico, que han dejado atrás los modelos tradicionales de los años 70 y 80, orientados al servicio público. La diversificación en cuanto al alcance y a las oportunidades profesionales en HRH invita pues a definir unas directrices para la enseñanza y formación profesional del personal hidrológico.

## 1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Las presentes directrices responden a la necesidad, expresada por la Comisión de Hidrología, de actualizar los programas de estudio y ofrecer ejemplos de las aptitudes necesarias para el personal de hidrología (véase la nueva clasificación del personal de meteorología e hidrología, en el Volumen I de la presente publicación (OMM-Nº 258)).

Comisión de Hidrología La labor y el alcance de la Comisión de Hidrología fueron definidos en la edición de 1999 de los *Documentos fundamentales* de la OMM (OMM-Nº 15). La Comisión se encargará de:

- a) actividades de asesoramiento sobre hidrología y recursos hídricos que abarquen, aunque no únicamente:
  - i) la medición de variables básicas que caracterizan la cantidad y calidad del agua y los sedimentos en el ciclo hidrológico;
  - ii) la adquisición de otros parámetros afines que describan las propiedades de cuencas, ríos y masas de agua en tierra;
  - iii) la recopilación, la transmisión, el proceso, el almacenamiento, el control de calidad, el archivo, la recuperación y la difusión de datos e información;
  - iv) las predicciones y avisos hidrológicos, tanto en condiciones naturales como accidentales;
  - v) el desarrollo y mejoramiento de métodos y tecnología requeridos para las actividades anteriormente mencionadas;
  - vi) la aplicación de datos e información relativos al agua para la evaluación, la gestión eficaz y el desarrollo sostenible de recursos hídricos y para la protección de la sociedad contra los riesgos hidrológicos;
- b) fomentar y facilitar el intercambio internacional de experiencia; la transferencia de tecnología, el aprovechamiento de las investigaciones, la enseñanza, la formación y el perfeccionamiento para satisfacer las necesidades de los Servicios Hidrológicos Nacionales u otras organizaciones que cumplan las funciones de dichos Servicios, y en particular la gestión de los programas y la concienciación del público (por ejemplo, a través del HOMS [Sistema de Hidrología Operativa para Fines Múltiples] y mediante otros mecanismos);
- c) fomentar y facilitar el intercambio y la difusión internacionales de información, terminología, datos, normas, predicciones y avisos;
- d) fomentar la colaboración y los vínculos entre la hidrología, la meteorología y la gestión del medio ambiente;
- e) sensibilizar a la comunidad en general de la importancia social, económica y ambiental del agua y fomentar el papel de la hidrología en la mitigación de riesgos hidrológicos y en el desarrollo y la gestión del agua;
- f) apoyar la cooperación entre la OMM, el PHI [Programa Hidrológico Internacional] de la UNESCO, la AICH [Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas], y otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales sobre cuestiones relacionadas con la hidrología y los recursos hídricos;
- g) apoyar y, cuando proceda, asumir el liderazgo en la coordinación de las actividades internas de la OMM en relación con las aguas terrestres, y en particular de las actividades de los grupos de trabajo sobre hidrología de las Asociaciones Regionales.

Para asumir las responsabilidades citadas en general y las actividades a) iv) y b), en particular, es necesario disponer de un personal que posea una formación adecuada.

## Clasificación del personal

En su quincuagésima reunión (Ginebra, 1998), el Consejo Ejecutivo de la OMM aprobó una nueva clasificación del personal de meteorología e hidrología, avalada a su vez por el Decimotercer Congreso de la OMM (Ginebra, 1999). El nuevo sistema de clasificación distingue dos grandes categorías de personal (profesionales con titulación superior y técnicos) y dentro de cada categoría hay tres niveles de carrera profesional: principiante, intermedio y superior. Para situarse en el nivel de principiante (es decir, al comenzar un nuevo trabajo) se presupone un conocimiento satisfactorio del programa de enseñanza básica (PEB) diseñado específicamente para los hidrólogos con titulación universitaria superior (H) y, en su caso, para los técnicos en hidrología (TH). Tanto los hidrólogos como los técnicos en hidrología deberían acceder a niveles superiores en función de los niveles de competencia determinados en el ámbito nacional, por ejemplo, los grados del escalafón de la administración nacional. Un técnico en hidrología puede acceder a la categoría de hidrólogo tras obtener un título universitario y completar un programa de PEB adecuado.

La nueva clasificación del personal de la OMM entró en vigor el 1º de enero de 2001. Se espera que su aplicación sea progresiva, teniendo presente que algunos Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales pueden necesitar un período de transición de varios años, aunque el proceso debería haber concluido antes de 2005.

## 1.2 EVOLUCIÓN DE LA HIDROLOGÍA Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

*La hidrología es la ciencia que estudia las aguas superficiales y subterráneas de la Tierra y su aparición, circulación y distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, sus propiedades biológicas, químicas y físicas, sus reacciones con el entorno, incluyendo su relación con los seres vivos. (UNESCO/OMM, 1992)*

Los orígenes de la hidrología como ciencia geofísica suelen asociarse a la publicación de un estudio del río Sena, realizado por el ex-abogado Pierre Perrault (1608-1680), en el que éste aportaba pruebas experimentales de que las precipitaciones de lluvia en una cuenca fluvial son suficientes para mantener el caudal del río. Algún tiempo después, un trabajo del inglés Edmund Halley (1656-1742), Astrónomo Real, demostró que la evaporación de los océanos era suficiente para reponer los ríos que aflúan hacia ellos, estableciendo de ese modo la existencia del ciclo hidrológico más allá de toda duda razonable. En un trabajo publicado a finales de 1960, Ray Linsley (1967) propuso que el desarrollo de la hidrología, a raíz de los experimentos de Perrault, se podría dividir en tres eras claramente diferenciadas: la era empírica, la era de la correlación y la era informática.

La era empírica se caracterizaba por la ausencia casi absoluta de mediciones simultáneas de precipitación y de caudal fluvial. Para estimar el caudal de crecida se utilizaban, principalmente, fórmulas empíricas y curvas envolventes. El famoso "método racional", elaborado en Irlanda por T.J. Mulvaney (1852), data de esa época y todavía se utiliza actualmente en algunos casos para diseñar los sistemas de desagüe de pequeños núcleos urbanos. La utilización de intensidades de lluvia fijas, independientes de la duración de la precipitación, es otra técnica contemporánea que utilizó Sir Joseph Bazalgette (1819-1891) para diseñar el sistema de interceptores del alcantarillado de Londres.

La era de la correlación, que se extiende entre 1930 y 1955, se caracterizó por un considerable progreso ya que se empezaron a utilizar datos obtenidos de programas de medición sistemáticos, tanto de la precipitación como del caudal. Asimismo, aumentó el uso de métodos estadísticos para el análisis de la frecuencia de las crecidas y se publicaron trabajos destacados, como el de Sherman (1932), sobre el concepto de hidrograma unitario, principalmente en revistas de ingeniería de la época.



A partir de 1955, la posibilidad cada vez mayor de trabajar con computadoras digitales dio lugar a un aumento arrollador de modelos que intentaban reproducir la relación entre la precipitación y el caudal fluvial y que, en sus primeras fases, se basaban sobre todo en análisis de sistemas propios de las matemáticas, concebidos originalmente para la ingeniería eléctrica. Se empezó a explorar también, para la planificación y gestión de los recursos hídricos, la utilidad de las técnicas de investigación operativa. Además, se aplicaron métodos estadísticos a la predicción de los valores hidrológicos extremos y a la regionalización de las variables hidrológicas, y se utilizó el análisis de series temporales para estudiar la estructura estocástica de los registros instrumentales. Simultáneamente, la potencia de las computadoras digitales aumentaba en proporción inversa a su costo, lo que permitía resolver sistemas de ecuaciones cada vez mayores y utilizar un volumen de datos cada vez más importante.

En 1971, Intel Corporation concibió el primer microprocesador y en 1981 IBM lanzó al mercado la primera computadora personal. Con el reciente desarrollo de los procesadores paralelos y de las interconexiones en red puede decirse, en muchos aspectos, que la era informática ha continuado hasta nuestros días. En retrospectiva, sin embargo, se puede apreciar que los intereses de la investigación y las aplicaciones de la ingeniería han experimentado cambios sutiles, principalmente a raíz de las actividades llevadas a cabo durante el Decenio Hidrológico Internacional (DHI), que se celebró entre 1965 y 1974. El DHI se distinguió por un renovado interés hacia las mediciones *in situ* y por los intentos de comprender y modelizar mejor los procesos del ciclo hidrológico. El estudio de los procesos del ciclo hidrológico ha experimentado un gran avance, en parte, a raíz de la constatación de que el aumento de la población ejerce una presión creciente sobre los procesos hidrológicos, sobre todo por los cambios que ha habido en el uso de la tierra (por ejemplo, con la urbanización o la deforestación). Recíprocamente, toda la sociedad está acusando los efectos de los fenómenos hidrológicos extremos, a saber, de las crecidas y sequías. Durante los 25 años transcurridos desde 1966, el número de personas afectadas por las crecidas fue superior al que ocasionaron todos los demás grandes desastres juntos (Fattorelli *et al.*, 1999).

Estos acontecimientos han acentuado la aparente esquizofrenia que aqueja a la hidrología. Por una parte, es una ciencia geofísica que estudia los procesos del ciclo hidrológico mientras que, por otra, es una herramienta para la resolución de problemas prácticos acuciantes. En gran medida, los hidrólogos comparten esta problemática con los ingenieros hidráulicos, cuya formación está basada en ambas ciencias (la mecánica de fluidos y las ciencias de la Tierra) y en disciplinas aplicadas (estructuras hidráulicas e ingeniería hidrológica; véase Kobus *et al.*, 1994). El resultado ha sido un debate permanente entre los hidrólogos sobre si es deseable, o incluso necesario, dar un mayor peso a las ciencias básicas en la educación hidrológica, como propusieron Nash *et al.* (1990) y el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (1991). Nash (1992) llegó incluso a afirmar que los hidrólogos se apartaban de la disciplina científica y se dejaban fascinar por las herramientas de análisis en lugar de preocuparse por utilizarlas.

Estos problemas se ven agravados por un perceptible cambio de actitud en los últimos dos decenios con respecto a la planificación y gestión de los recursos hídricos que cabe interpretar como el comienzo de una nueva era. A falta de un nombre mejor, esta nueva fase de actividad podría denominarse la era de la gestión.

Este cambio de actitud puede apreciarse, por ejemplo, en uno de los principios de orientación dimanantes de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, que se celebró en Dublín en enero de 1992. Según ese principio, el agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debería estar reconocida como un bien económico. La gestión del agua como bien económico se considera un medio importante para conseguir una utilización eficiente y equitativa, así como para alentar la conservación y protección de los recursos hídricos.

Como ha observado el Banco Mundial (1993), el precio del agua se estipula invariablemente por debajo de su valor económico de manera que se ofrecen escasos incentivos para adoptar medidas de conservación. Tiempo atrás, las instituciones del sector hídrico actuaban con un planteamiento orientado en gran medida a la oferta, es decir, proporcionaban la cantidad adecuada de agua disponible para un uso determinado, en el momento adecuado y en la cantidad adecuada. Esa actitud tradicional ahora está evolucionando y orientándose en mayor medida a la demanda, a fin de conseguir la sostenibilidad del entorno hídrico para múltiples usos como medio/herramienta para el desarrollo económico.

Este cambio de orientación se ha producido a la par de los nuevos avances en tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC). Tales avances han revolucionado casi todos los aspectos de la gestión de los recursos hídricos, desde los inventarios de evaluación y sistemas de facturación hasta la recopilación y archivo de datos hidrométricos. Además, ha habido cambios importantes en el funcionamiento institucional del sector hídrico. Las autoridades de las cuencas hídricas están consideradas como instituciones valiosas para la gestión de los recursos hídricos y probablemente serán aún más valiosas y numerosas en el futuro. Sin embargo, las de mayor envergadura suelen estar consideradas como instituciones que ejercen monopolios naturales y que, por lo tanto, a menudo prestan servicios poco fiables e inadecuados para los consumidores así como una atención insuficiente al mantenimiento y renovación de los recursos. Para solucionar estos problemas se han llevado a cabo reformas institucionales en forma de alianzas entre el Estado y el sector privado, sociedades anónimas o sociedades limitadas e incluso la privatización total. Una de las consecuencias de esta última medida, mediante la cual las acciones de la empresa cotizan en el mercado de bolsa local, ha sido la subcontratación de servicios que anteriormente prestaba la propia empresa. Por lo general, los servicios técnicos y, en particular, el diseño y mantenimiento técnico, se prestan sobre la base de un contrato de consultoría. El resultado de todo ello ha sido una notable influencia de profesionales de procedencias cada vez más diversas y, frecuentemente, no técnicas en el ámbito de la hidrología y los recursos hídricos. Tales cambios plantean nuevos desafíos en materia de formación y desarrollo profesional, con lo cual los programas de estudio tradicionales de los hidrólogos y profesionales de los recursos hídricos, basados en las tecnologías, deberán completarse mediante cursos complementarios para las especialidades de tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC), ciencias biológicas y ciencias sociales. Ése ha sido el planteamiento adoptado para la definición de los programas de enseñanza básica que se describen en el Capítulo 3.

Para profundizar en los aspectos relativos a la enseñanza, la formación profesional y la transferencia de tecnologías en el sector hídrico, el lector puede consultar el tema 2.23 de la *Encyclopedia of Life Support Systems* (EOLSS), patrocinada por la UNESCO (<http://www.eolss.net>).

### 1.3 PRÁCTICAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN HIDROLOGÍA

Como ya se ha indicado en el Apartado 1.1, las actividades de asesoramiento encomendadas a la Comisión de Hidrología de la OMM abarcan: la medición de variables hidrológicas básicas; su proceso, almacenamiento y recuperación; y la preparación y difusión de predicciones y alertas de fenómenos hidrológicos extremos. Tradicionalmente, esas funciones competían a los Servicios Hidrológicos Nacionales, que en ocasiones, aunque no siempre, están vinculados administrativamente al Servicio Meteorológico Nacional. Sin embargo, en la década de los noventa esa estructura experimentó cambios graduales, en parte debido a la mayor importancia que cobraba la recuperación de costos, es decir, la perspectiva de que los usuarios de los datos contribuyeran sustancialmente al costo de su recopilación, con la consiguiente reducción de presupuestos del gobierno central. Tales cambios se manifiestan sobre todo en los países que han emprendido políticas de privatización de los servicios hídricos. El resultado de ello ha sido

una reducción en el tamaño de las redes hidrométricas durante un período en el que han aumentado los efectos sobre el ciclo hidrológico de las actividades antropógenas, cuya cuantificación depende en gran medida de la disponibilidad de extensos registros hidrológicos coherentes y homogéneos. Por desgracia, en algunos países la hidrometría se ha visto afectada por conflictos civiles que, incluso después de normalizarse la situación, pueden dejar los registros deteriorados y afectar a su coherencia. Además, en algunos países las agresiones vandálicas a las estaciones hidrométricas han hecho difícil obtener datos de algunas ubicaciones importantes.

Al mismo tiempo, en los años 90 se tomó progresivamente conciencia de que la asignación de los recursos hídricos, cuya cuantificación depende enteramente de la eficacia de la red hidrométrica, debería ser un proceso en el que participaran todas las partes interesadas. Entre éstas se cuentan, por ejemplo, las partes directamente interesadas, los expertos gubernamentales, las ONG, las organizaciones privadas y otras partes afectadas, que a menudo están representadas por los grupos medioambientales. La comunicación con todos ellos constituirá, cada vez más, una aptitud importante para los hidrólogos.

La asignación de los recursos hídricos se debería realizar idealmente partiendo de la cuenca fluvial. La estructura y competencia de las autoridades de una cuenca fluvial suelen coincidir muy poco con las de los servicios hidrológicos tradicionales, particularmente cuando la cuenca fluvial en cuestión es de carácter internacional. Por esa razón, se ha producido un aumento del número de especialistas en planificación y gestión de recursos hídricos, cuya formación hace un mayor hincapié en los aspectos socioeconómicos, jurídicos y políticos del agua que en los procesos hidrológicos y en su medición.

Otra de las tendencias que se hizo patente durante los años 90 fue la globalización, como puede verse, por ejemplo, en el caso de las empresas europeas que operan los servicios hídricos de ciudades de América del Sur o del Lejano Oriente en calidad de concesionarios. Situaciones así crean un entorno completamente nuevo para las actividades profesionales, particularmente en hidrología y recursos hídricos, y permiten ilustrar el grado en que los planes de estudio de los profesionales del sector han llegado a diferir de los modelos públicos implantados en los años 70 y 80, que estaban orientados a los servicios. En resumidas cuentas, tanto el alcance como las oportunidades profesionales de los hidrólogos se han diversificado considerablemente en este último decenio, aunque sigue siendo necesario definir los programas de enseñanza básica y las competencias laborales de los profesionales de la hidrología.

- 2.1 Cualificación del personal hidrológico
- 2.2 Principales ramas de actividad en gestión integrada de los recursos hídricos
- 2.3 Contenido característico de las principales ramas de actividad

Para ocupar un puesto de trabajo, una persona debe poseer la cualificación (conocimientos y aptitudes) y la competencia necesaria para adoptar decisiones con sujeción a una serie de consideraciones éticas. La sociedad moderna es particularmente compleja y la necesidad de incorporar consideraciones económicas y jurídicas, así como asuntos de orden científico y tecnológico, ha desembocado en el concepto de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH). En ese contexto, el hidrólogo puede tener que trabajar, además de con profesionales de hidrología y recursos hídricos, con profesionales complementarios de otras tres ramas de actividad: gestión de sistemas de datos; gestión del medio ambiente; y socioeconomía y derecho. Asimismo, existen dos ramas de actividad (tecnología de instrumentos y mediciones, y tecnología de la información y de las comunicaciones) reconocidas para los técnicos en hidrología. Así pues, será necesario ampliar la definición de esos tipos de personal a fin de reflejar las necesidades de formación de los profesionales complementarios. Estos últimos pueden clasificarse con arreglo a las cuatro ramas anteriormente mencionadas: hidrología y recursos hídricos, gestión de sistemas de datos, gestión del medio ambiente y socioeconomía y derecho.

## 2.1

CUALIFICACIÓN  
DEL PERSONAL  
HIDROLÓGICO

Por lo general, una persona está cualificada para ocupar un puesto de trabajo cuando tiene los conocimientos y aptitudes necesarios para desempeñar determinadas tareas asignadas a ese puesto. En muchos casos, el puesto puede clasificarse con arreglo a un tipo de profesión en concreto. La cualificación se asocia entonces a la profesión en cuestión. Un ingeniero civil, por ejemplo, es una persona cualificada para asumir un puesto de trabajo clasificado dentro de la ingeniería civil. Sin embargo, la sociedad actual es tan compleja que cada vez es más difícil educar y formar a las personas para que puedan asumir diversos tipos de puestos de trabajo dentro de una profesión. Por ello, una misma cualificación puede no ser aplicable a todos los puestos de trabajo de una profesión dada. Tal es el caso de los profesionales de la hidrología, como se verá más adelante cuando se definan varias ramas de actividad y responsabilidades conexas. Al buscar un candidato para un puesto determinado, habría que procurar diferenciar entre:

- los conocimientos y aptitudes obtenidos mediante la enseñanza y la formación profesional;
- la competencia para un puesto en concreto, que no sólo depende de los conocimientos y aptitudes, sino también de la predisposición, actitud, comportamiento y forma de ver las cosas del candidato. Además de ese tipo de competencias, es también de extrema importancia la competencia para el trabajo en equipo y para la organización cuando hay que hacer frente a condiciones medioambientales dinámicas;
- los aspectos éticos de la cualificación y de la competencia. Por lo general, su importancia aumentará a la par que el nivel profesional. La ética introduce consideraciones morales en la adopción de decisiones correctas y adecuadas.

Estas consideraciones generales admiten una interpretación particular con respecto al personal de hidrología. En referencia a la definición de hidrología señalada en el Apartado 1.2, esta disciplina constituye el vínculo directo entre la meteorología, por una parte, y la oceanografía y la fluvioología, por otra. Abarca tanto la cantidad como la calidad del agua, ya sea en el ciclo hidrológico como en el marco de la gestión de los recursos hídricos.

El concepto de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) refleja la complejidad de la sociedad moderna ya que trae aparejadas actividades científicas, tecnológicas, económicas, jurídicas y administrativas orientadas a:

- evaluar los recursos hídricos y las necesidades de la sociedad;
- establecer un equilibrio técnico y económico entre recursos y necesidades;
- conservar o proteger de manera eficaz y utilizar de manera sostenible los recursos hídricos;
- garantizar la coordinación dentro de un marco institucional.

El personal que trabaje en hidrología y GIRH tendrá que provenir necesariamente de formaciones diferentes ya que las actividades que se realizan en este ámbito abarcan ciencias y disciplinas muy diversas. Así, por ejemplo, a finales de los años setenta, Van Dam (1979) consideraba que las principales ramas de actividad abarcaban: la protección contra las crecidas, la atenuación de sus efectos y su gestión; el abastecimiento de agua para fines agrícolas, domésticos e industriales; la gestión de la calidad del agua, particularmente en relación con la salinización y la contaminación de todo tipo; la producción de energía hidroeléctrica; el desarrollo de la navegación en aguas interiores; la utilización del agua para fines de ocio; la conservación de la naturaleza; y la gestión del medio ambiente. Para muchos especialistas, esa lista serviría igualmente para describir actividades tanto hidráulicas (es decir, relacionadas con el movimiento y transporte de agua por la superficie terrestre o por debajo de ella) como hidrológicas. Sin embargo, veinte años después, Wessel (1999, págs. 33-34) señaló que para la GIRH se necesitaría también nuevos a profesionales instruidos y formados en:

- ética y ética del medio ambiente;
- gestión orientada a los ecosistemas;
- estudio de sistemas desde el punto de vista de las decisiones, basándose en el análisis de políticas y en el análisis de riesgos;
- hidroinformática; y
- gestión orientada a los sistemas socioeconómicos.

Wessel (1999, pags. 35-36) subdividió las disciplinas relacionadas con el agua en 16 "ventanas", que ofrecen perspectivas diferentes de los problemas hídricos (véase el Cuadro 2.1). Estos y otros análisis presentan una evidencia concluyente de que las organizaciones con responsabilidades en hidrología y GIRH deberían emplear a personas cuya cualificación abarque todos esos diferentes enfoques. Esas personas constituirán los equipos multidisciplinares encargados de resolver los problemas del agua.

## 2.2 PRINCIPALES RAMAS DE ACTIVIDAD EN GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

*Cuadro 2.1 — "Ventanas" de diversos problemas hídricos desde el punto de vista de diferentes disciplinas relacionadas con el agua (adaptado de Wessel, 1999, págs. 35-36)*

Las consideraciones anteriores se han expuesto para ejemplificar la conciencia, cada vez mayor, con respecto al carácter integral de la GIRH y la necesidad de una perspectiva más amplia de las trayectorias profesionales a fin de dar cabida a actividades profesionales complementarias. Sin embargo, para definir unas directrices de enseñanza y formación profesional cabe señalar cuatro grandes ramas de actividad: hidrología y recursos hídricos, gestión de sistemas de datos, gestión del medio ambiente y socioeconomía y derecho.

Las actividades evolucionan mediante las técnicas de observación, descripción y medición, así como el análisis minucioso y la explicación, con frecuencia mediante técnicas estocásticas para la modelización, simulación, síntesis, evaluación

<b>Ventana</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Actividades pertinentes</b>
1	Ciencias naturales abióticas	Física, química, geoquímica, limnología, morfología, pedología, ciencias del suelo, hidrología, hidrometeorología, ciencias nucleares, metalurgia, geología, geofísica, geodesia, ingeniería de minas
2	Ciencias ecobióticas	Ecología, biología, ecohidrología, zoología, entomología, silvicultura, agricultura
3	Ciencias de la salud (contaminación)	Toxicología, medicina, nutrición
4	Ingeniería constructiva	Ingeniería civil, ingeniería hidráulica, mecánica de fluidos
5	Ingeniería defensiva (principio de prevención, evaluación de riesgos y de peligros)	Ingeniería medioambiental y sanitaria
6	Hábitat	Cartografía, geografía, ciencias geodésicas, teledetección
7	Instituciones (sistema jurídico, procedimientos y reglas para la toma de decisiones)	Derecho, teoría de la decisión
8	Líneas de actuación (política, documentos de políticas, algunas leyes)	Ciencias políticas, ciencias de la decisión, teoría de la planificación, planificación física, derecho (del agua)
9	Ética y cultura	Ética, antropología, estética, filosofía, teología
10	Historia y tendencias	Historia, lingüística
11	Evaluación social (estratificación social, análisis de políticas)	Sociología, etnología, antropología cultural
12	Sociología aplicada (participación pública, simulación, agentes de cambio, aceptabilidad de las medidas, observancia de nuevas reglas)	Psicología social, psicología, gestión de procesos
13	Gestión y operaciones (control en tiempo real)	Ingeniería de sistemas, investigación de operaciones, ciencias de gestión, control en tiempo real, gestión de crisis
14	Finanzas	Finanzas públicas, estadística, economía, econometría, economía medioambiental, hidroeconomía
15	Matemáticas	Matemáticas, álgebra, geometría analítica, cálculo
16	Hidroinformática	Modelos matemáticos, sistema de información geográfica (SIG)

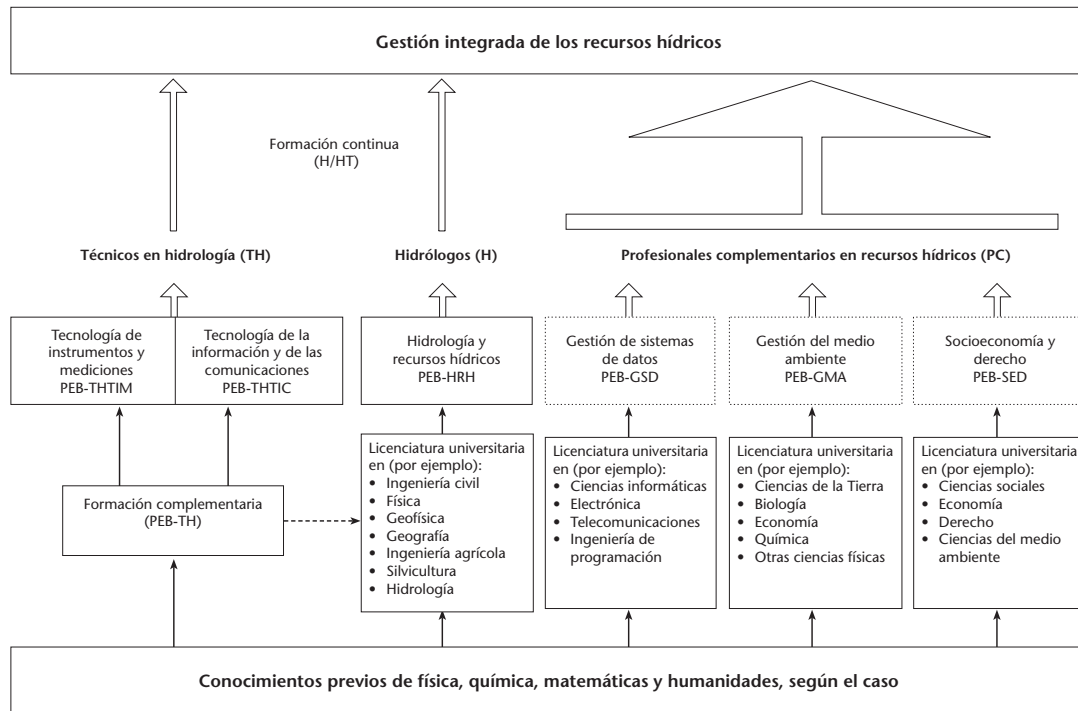


Figura 2.1 — Personal de hidrología – ramas de formación profesional en el contexto de la gestión integrada de recursos hídricos

y toma de decisiones. Así pues, los recursos hídricos son claramente un campo multidisciplinar y es improbable —por no decir imposible— que un hidrólogo pueda recibir enseñanza y formación en todas las ramas de actividad de la GIRH. El hidrólogo trabajará con profesionales complementarios especializados en recursos hídricos y las cuatro categorías de personal de hidrología anteriormente señaladas constituirán la base de las directrices aquí expuestas, como se describe esquemáticamente en la Figura 2.1.

Para hallar un conjunto adecuado de unidades temáticas de enseñanza y formación profesional es útil construir un cuadro con las principales ramas de actividad y sus correspondientes responsabilidades. Los programas de enseñanza básica (PEB) se examinan en detalle en los Capítulos 3 y 4. En el Cuadro 2.2 se presenta un cuadro de este tipo, que incorpora elementos característicos del ciclo de un proyecto, como la planificación, las reglamentaciones técnicas, económicas y jurídicas y la evaluación del impacto ambiental; el diseño, la ejecución y la construcción; la utilización y el mantenimiento; y la gestión integral, en particular, la vigilancia, predicción, predicción inmediata, predicción retrospectiva y análisis de riesgo de peligros y desastres naturales y antrópicos.

Con respecto a los técnicos en hidrología, habría que considerar dos grandes ramas de actividad, descritas también en la Figura 2.1: tecnología de instrumentos y mediciones, y tecnología de la información y de las comunicaciones. La primera es la disciplina clásica, relacionada con las actividades habituales de vigilancia de la cantidad y la calidad del agua superficial y subterránea, que abarca mediciones, utilización y mantenimiento de los instrumentos, adquisición de parámetros para describir los sistemas hídricos, proceso de datos y exploración de todo tipo de información en un entorno que evoluciona rápidamente. La segunda rama de actividad se refiere a las tecnologías de la información y de las comunicaciones, dentro del área más general de la GIRH. Esas actividades consisten, pues, en cometidos técnicos y ordinarios de proceso de imágenes, creación, utilización y mantenimiento de bases de datos voluminosas, aplicaciones del sistema de información geográfica (SIG), aplicaciones de Internet (tareas de administrador web, búsquedas en Internet, etc.).



Lo hasta aquí expuesto es suficiente para demostrar que, aunque sólo se reconocen dos niveles de personal –hidrólogos (H) y técnicos en hidrología (TH)–, es preciso ampliar adecuadamente su definición para responder a las necesidades de enseñanza y formación de la GIRH. Esa ampliación refleja específicamente las necesidades de enseñanza y formación profesional de los profesionales complementarios especializados en recursos hídricos, anteriormente mencionados, y puede verse en el organigrama de la Figura 2.1. En esa figura se identifican dos PEB para técnicos en hidrología y cuatro para hidrólogos y se resume la estructura general de éstos, que se expondrá con mayor detalle en capítulos posteriores.

### 2.3 CONTENIDO CARACTERÍSTICO DE LAS PRINCIPALES RAMAS DE ACTIVIDAD

Los avances de la ciencia y las innovaciones tecnológicas son catalizadores de la especialización en enseñanza y formación profesional. Sin embargo, esa especialización debería apoyarse en la experiencia ya que las actividades de resolución de problemas deberían evolucionar de manera integrada, sin estar restringidas por las miras estrechas de una especialización dada. En particular, las cuestiones relativas a la cantidad y a la calidad están habitualmente contempladas tanto en el programa de HRH como en el de GMA.

El contenido de las principales ramas de actividad, tal como se describe en el Apartado 2.2, dependerá en gran medida del tipo de trabajo y profesión de cada persona. Naturalmente, cada una de las combinaciones (grupos de responsabilidades/materias) requiere herramientas o técnicas específicas que figurarán en los PEB, como se indica en los Capítulos 3 y 4. Ulteriormente, en el Capítulo 7, se introducirá un planteamiento orientado al aprendizaje en el puesto de trabajo. A continuación se describen las actividades correspondientes a una trayectoria profesional en concreto.

#### Hidrología y recursos hídricos

El personal empleado para actividades de GIRH tendrá necesariamente formación en el ámbito de la ingeniería civil, la ingeniería agrícola, las ciencias físicas, la geofísica, la geografía, la silvicultura, etcétera. A este personal se le puede impartir una mayor enseñanza y formación profesional que le ayude a prepararse para la profesión de hidrólogo, con las responsabilidades habituales en hidrología y recursos hídricos. Esas responsabilidades pueden agruparse en tres categorías, como se describe en el Cuadro 2.2.

Hay que tener presente que esa clasificación no implica que las responsabilidades sean independientes. La vigilancia y la predicción influyen en la planificación, el diseño, la utilización y el mantenimiento, y son esenciales para la gestión de crisis. El diseño y la construcción, así como el funcionamiento y el mantenimiento, influyen en la gestión. En la Figura 2.1 se indican las áreas de responsabilidad correspondientes a la especialización en hidrología y recursos hídricos. La lista de materias se ofrece sólo a título orientativo, pero no puede considerarse exhaustiva.

#### Gestión de sistemas de datos

El personal que trabaja, en el marco de la GIRH, en la gestión de sistemas de datos tendrá probablemente formación en ciencias de la computación, ingeniería de programas o, incluso, ingeniería eléctrica y electrónica. Una enseñanza y formación profesional más amplia puede prepararlo para asumir responsabilidades profesionales en tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC). El Cuadro 2.2 contiene una lista de materias típicas de esa especialidad, cuyo alcance se define más adelante en el PEB correspondiente.

#### Gestión del medio ambiente

El personal que trabaja en el ámbito de la GIRH para la gestión del medio ambiente tendrá por fuerza diferentes formaciones en ciencias de la Tierra, biología, economía, ciencias físicas u otras disciplinas. Esas personas pueden



<b>Ramas de actividad y responsabilidades</b>	<b>Materias docentes (*)</b>
<b>Hidrología y recursos hídricos</b>	
A. Vigilancia y predicción	A. Precipitación, evaporación, evapotranspiración, infiltración, escorrentía, niveles de agua, caudales, transporte de sedimentos, sedimentación, exploración y vigilancia de aguas subterráneas, calidad del agua
B. Planificación, diseño, ejecución, construcción, puesta en marcha y mantenimiento	B. Drenaje, riego, recuperación de agua de lluvia, extracción de aguas subterráneas, control de crecidas, drenaje urbano, presas, embalses, lagos, estructuras hidráulicas, hidráulica fluvial, navegación, abastecimiento de agua, recolección de aguas residuales, plantas de tratamiento de agua y de tratamiento de aguas residuales
C. Gestión, incluida la gestión de crisis	C. Gestión de cuencas fluviales, alerta temprana, reducción de desastres, uso de la tierra, conservación del suelo, usos recreativos
<b>Gestión de sistemas de datos</b>	
A. Adquisición de equipos informáticos	A. Instrumentación y medición, conexión de redes, memoria de gran capacidad, calibrado
B. Ingeniería de programas	B. Desarrollo de programas, apoyo a los programas, documentación de programas, sistemas operativos, administración de bases de datos
C. Adquisición y difusión de datos y de información	C. Adquisición de datos numéricos y manejo de la información, Internet e Intranets, control de calidad, análisis de errores, filtrado
<b>Gestión del medio ambiente</b>	
A. Evaluación de impacto ambiental	A. A. Legislación medioambiental, vigilancia de las condiciones naturales, cambios inducidos por el ser humano
B. Gestión de cuencas hídricas	B. Degradación de la tierra, desertificación, uso de la tierra, silvicultura
C. Gestión de la calidad del medio ambiente	C. Pesquerías, nutrientes, flora y fauna de humedales, ocio, ecoturismo, recursos biológicos de agua dulce, investigación sobre las condiciones naturales
<b>Socioeconomía y derecho</b>	
A. Legislación sobre el agua	A. Marco jurídico e institucional, derechos constitucionales y del agua
B. Asignación de agua	B. Participación pública, solución de conflictos
C. Fijación del precio del agua	C. Valoración del agua, análisis económico del desarrollo hídrico

(\*) En los Capítulos 3 y 4, respectivamente, se ofrece una lista más estructurada de las unidades temáticas de cada PEB, individualizadas para licenciados en hidrología y técnicos en hidrología.

*Cuadro 2.2 — Principales ramas de actividad y responsabilidades operativas en gestión integrada de los recursos hídricos*

posteriormente ampliar su educación y su formación profesional, lo que les permitirá acceder a una profesión en el ámbito de la gestión del medio ambiente.

La clasificación que se propone no implica que las actividades de gestión del medio ambiente sean independientes y no tengan relación con las actividades que desempeñan los hidrólogos y otros profesionales complementarios en materia de recursos hídricos. La gestión de las cuencas hídricas influye en el desarrollo de medidas estructurales relacionadas, por ejemplo, con la gestión de crecidas y a la inversa. Los conocimientos de derecho influyen sobremanera en el modo de realizar las evaluaciones de impacto ambiental, al igual que las consideraciones políticas y sociales de ámbito local.

En la Figura 2.1 se enumeran diversas materias relacionadas con esas actividades en el marco de especialización en gestión del medio ambiente. Al igual que en los casos anteriores, cada una de esas combinaciones (ramas de actividad y responsabilidades/materias) requiere herramientas o técnicas específicas, que figuran en los PEB descritos en el Capítulo 3.

**Socioeconomía y derecho**

El personal que trabaja en actividades de GIRH relacionadas con la socioeconomía y el derecho tendrá por fuerza una formación en ciencias sociales, economía, derecho, ciencias medioambientales u otras disciplinas. Esas personas pueden ampliar su educación y su formación profesional para acceder a una profesión vinculada con los aspectos socioeconómicos y jurídicos de la GIRH. Los cometidos que se les asignará abarcan: la legislación del agua, la asignación de recursos hídricos y la fijación del precio del agua.

Al igual que en los otros grupos, en éste tampoco se considera que las actividades sean independientes o estén desconectadas de las que desempeñan los hidrólogos y otros profesionales complementarios en recursos hídricos. Los procedimientos de asignación de recursos hídricos afectan a la problemática de la GIRH en su conjunto e influyen en las obras hidráulicas, de la misma manera que a la hora de asignar los recursos hídricos hay que tener en cuenta los conocimientos hidrológicos en relación con la cuenca en cuestión. La participación de los usuarios en el proceso de toma de decisiones concierne a todos los profesionales del ámbito de la GIRH, pero son los profesionales en socioeconomía y derecho los responsables de elaborar el marco jurídico en que se debe llevar a cabo el proceso de toma de decisiones. En la Figura 2.1 se ofrece una lista de las materias correspondientes a la especialización en socioeconomía y derecho.



## CAPÍTULO 3

# PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA HIDRÓLOGOS (PEB-HRH) Y PROFESIONALES COMPLEMENTARIOS (PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED)

---

- 3.1 Introducción y contexto
- 3.2 Descripciones someras de los programas de estudio para las materias del PEB-HRH
- 3.3 Programas de enseñanza básica para profesionales complementarios (PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED)
- 3.4 Validación, examen y acreditación

En este capítulo se describe un marco de referencia para los programas de enseñanza básica para hidrólogos y profesionales complementarios. Las principales unidades temáticas son:

- ciencia y tecnología de apoyo;
- hidrología general;
- recopilación y proceso de datos;
- modelización hidrológica;
- medio ambiente;
- gestión de recursos hídricos;
- actividades de integración.

En el Cuadro recapitulativo 3.1 se exponen las unidades temáticas mencionadas y sus correspondientes materias para hidrólogos como plan de estudios general. A continuación, se presenta una modificación de ese marco adaptado a los profesionales complementarios (gestión de sistemas de datos, gestión del medio ambiente y socioeconomía y derecho). Las descripciones de los objetivos de aprendizaje y de los programas de estudio para cada una de las materias de las unidades temáticas constituyen directrices para elaborar cursos detallados con arreglo a circunstancias y restricciones institucionales específicas.

En este capítulo se examinan también cuestiones relacionadas con la evaluación y transferibilidad de créditos en entornos transinstitucionales y transnacionales. En todo programa de enseñanza y formación profesional es necesario abordar la validación, examen y acreditación de los cursos.

### 3.1 INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

En el Capítulo 2 se pone de relieve que la planificación y la gestión de los recursos hídricos son, más que nunca, actividades multidisciplinares. Antes de que sobrevinieran los cambios de coyuntura de los últimos años, expuestos en el Apartado 1.2, las trayectorias profesionales en el ámbito de la hidrología eran relativamente evidentes. Para los especialistas en hidrología sólo se reconocían dos niveles: técnico en hidrología (TH) e hidrólogo (H), diferenciados principalmente en que el segundo tenía que poseer un título universitario o equivalente. Para ambas categorías de personal se requería, además, haber adquirido los programas de enseñanza básica (PEB) del nivel apropiado. El contenido de dichos PEB se expuso en ediciones anteriores de estas Directrices. Como requisito previo, los técnicos en hidrología habían tenido que seguir una formación y los hidrólogos estudios universitarios principalmente en ingeniería y ciencias físicas, con una marcada presencia de la geografía, la geofísica y la silvicultura en algunos países. Los cambios que trajo consigo el mayor interés por la gestión de sistemas de datos, la mayor conciencia del público acerca de las cuestiones del medio ambiente y el aumento de las privatizaciones en el sector hídrico han creado la necesidad de otros PEB destinados a los grupos profesionales complementarios que trabajan en esos campos.

Las trayectorias profesionales en el contexto de la GIRH aparecen resumidas de manera esquemática en la Figura 2.1. La profesión de técnico en hidrología (TH), que se examinará con más detenimiento en el Capítulo 4, se ha dividido en dos partes, correspondientes a las especializaciones en tecnología de instrumentos y mediciones (PEB-THTIM) y en tecnología de la información y de las comunicaciones (PEB-THTIC). La profesión de hidrólogo (H), que se estudia con detalle en el presente capítulo, va progresando desde las materias de licenciatura que se piden tradicionalmente como prerrequisito hasta el PEB-HRH, que sigue impartándose sobre todo en programas de postgrado de nivel de maestría. Se han identificado, además, tres trayectorias complementarias para las especializaciones en gestión de sistemas de datos (PEB-GSD), gestión del medio ambiente (PEB-GMA) y socioeconomía y derecho (PEB-SED). Los cuatro PEB están basados en las mismas unidades temáticas básicas y materias que se resumen en el Apartado 3.2 aunque, en la mayoría de los casos, los PEB destinados a profesionales complementarios no abordan los temas con el mismo grado de detalle que los PEB-HRH.

Estas diferencias se exponen en el Cuadro 3.1, que contiene un cuadro con las unidades temáticas y materias para PEB-HRH. En este cuadro, las unidades temáticas están expresadas en créditos y se considera que un crédito equivale a 40 horas de trabajo (no sólo de horas lectivas) o aproximadamente lo que representa una semana de trabajo de una persona (véase más abajo). Los PEB destinados a profesionales complementarios se diferencian según el peso específico que se les da a las diferentes áreas temáticas. El programa detallado podrá variar según la aplicación que de él haga cada organización en particular. Por ejemplo, el PEB-GSD podrá asignar más créditos a la materia 3.1, que quedaría reflejado en un programa de estudio más amplio, que abarcaría, por poner un ejemplo, más materias técnicas como la de sistemas de transmisión. Asimismo, el PEB-SED puede tener más créditos asignados a la materia 6.1 sobre gestión de recursos hídricos, que abarcaría, por ejemplo, la participación de las partes interesadas, con cometidos preasignados o mediante un ejercicio práctico.

Ni los créditos asignados ni los temas específicos del Cuadro 3.1 deberán considerarse obligatorios y tampoco tienen que coincidir con el plan de estudios de una institución determinada. Del mismo modo, las unidades temáticas o materias tampoco se corresponden necesariamente con cursos impartidos. El Cuadro 3.1 y el programa de estudio correspondiente del Apartado 3.2 constituyen puntos de partida diferentes para que cada institución o individuo pueda confeccionar sus propios programas docentes y las correspondientes evaluaciones, con sujeción a las limitaciones locales.

<b>Unidades temáticas y materias</b>	<b>PEB-HRH</b>	<b>PEB-GSD</b>	<b>PEB-GMA</b>	<b>PEB-SED</b>
<b>1. Conocimientos científicos y técnicos básicos</b> 1.1 Estadística 1.2 Matemáticas de ingeniería 1.3 Operaciones informáticas 1.4 Redacción de informes técnicos 1.5 Geología y geomorfología 1.6 Meteorología y climatología 1.7 Economía y finanzas <b>Unidad temática 1, subtotal</b>	6*	6	6	6
<b>2. Hidrología general</b> 2.1 Principios de hidrología 2.2 Hidrología de cuencas 2.3 Agricultura e hidrología forestal 2.4 Hidrología urbana 2.5 Hidrogeología y exploración de aguas subterráneas 2.6 Flujo de aguas subterráneas 2.7 Hidráulica fluvial <b>Unidad temática 2, subtotal</b>	11	10	10	10
<b>3. Recopilación y proceso de datos</b> 3.1 Sistemas de información y de datos 3.2 Sistemas de observación de la Tierra 3.3 Estadística hidrológica 3.4 Observaciones meteorológicas 3.5 Hidrometría 3.6 Diseño de redes hidrológicas <b>Unidad temática 3, subtotal</b>	6	10	5	5
<b>4. Modelos hidrológicos</b> 4.1 Métodos numéricos 4.2 Modelos hidrológicos 4.3 Predicción hidrológica 4.4 Modelos de aguas superficiales 4.5 Modelos de flujo de aguas subterráneas 4.6 Modelos de transporte de contaminantes <b>Unidad temática 4, subtotal</b>	7	5	4	3
<b>5. Medio ambiente</b> 5.1 Química y biología del agua superficial 5.2 Evaluación de impactos ambientales 5.3 Política medioambiental 5.4 Química de las aguas subterráneas 5.5 Contaminación del agua <b>Unidad temática 5, subtotal</b>	4	3	8	5
<b>6. Gestión de los recursos hídricos</b> 6.1 Gestión de los recursos hídricos 6.2 Utilización de sistemas de recursos hídricos 6.3 Disposición institucional 6.4 Derecho del agua <b>Unidad temática 6, subtotal</b>	3	3	4	8
<b>7. Actividades de integración</b> 7.1 Ejercicio de fomento del trabajo en equipo 7.2 Trabajo práctico 7.3 Excursiones de trabajo de campo 7.4 Estudio individual <b>Unidad temática 7, subtotal</b>	13	13	13	13
<b>Total de créditos</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>

\* Asignación de créditos en unidades de 40 horas de trabajo (véase el Apartado 3.1)

Cuadro 3.1 — Cuadro de unidades temáticas y de materias para PEB-HRH

Una misma persona puede cursar una formación en las diversas unidades temáticas y materias en instituciones diferentes. En ese sentido, las unidades temáticas y materias del Cuadro 3.1 constituyen un "abanico" de posibilidades de formación para la profesión de que se trate; a partir de éste los diferentes elementos pueden adquirirse de manera selectiva y no uniforme, a tenor de las condiciones y necesidades locales.

La transferibilidad de créditos entre instituciones de formación y el reconocimiento de los créditos por parte de los empleadores o los organismos acreditadores obligarán probablemente a armonizar diversos sistemas de créditos utilizados en todo el mundo. Los sistemas se diferencian por la manera en que cuantifican la carga de trabajo según el tipo de actividad de aprendizaje. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América y el Reino Unido, el crédito se calcula en función de las horas de clase por materia y por semana y, en ocasiones, aunque no siempre, de un número adicional de horas de laboratorio que aparecen contabilizadas de manera explícita en el total semanal. Según esto, una escuela de ingeniería representativa de Estados Unidos exige un número de horas de clase al año del orden de (16 horas/semana) x (15 semanas/semestre) x (2 semestres/año) = 480. Se presupone que las horas de clase se corresponden con las horas totales de trabajo durante el curso, incluido el trabajo de laboratorio, trabajos bajo tutoría y los proyectos no reflejados explícitamente en el crédito de horas por semestre.

En cambio, cada crédito del Cuadro 3.1 representa aproximadamente 40 horas de trabajo (no de horas lectivas), es decir, lo que equivaldría más o menos a las horas de trabajo por semana de una persona. Según este sistema, el número total de créditos por año académico sería 50, equivalentes a 2000 horas de trabajo, que deberían corresponder a un curso típico de maestría de un año de duración (compárese esta cifra, por ejemplo, con las 1650 horas exigidas a los estudiantes universitarios de primer ciclo de ingeniería en Holanda). El número total de horas de trabajo durante un año académico completo para un curso típico de maestría suele estar comprendido entre 1600 y 2000 horas. El número total de créditos por año académico podrá fijarse entre 40 y 60. Esta última cifra es el número de puntos utilizado en todas las universidades de la Unión Europea, en la que el sistema de créditos armonizado recibe el nombre de "Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos" (ECTS).

La armonización de ambos tipos de sistemas de créditos (es decir, medir los créditos en horas presenciales oficiales o en función de la carga de trabajo) implica la asignación de créditos a modalidades de enseñanza diferentes. Por ejemplo, las horas de clase presenciales suelen tener un mayor peso que los ejercicios bajo tutoría o las horas de laboratorio. A modo de ejemplo, podría utilizarse la siguiente ponderación relativa:

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| • Enseñanza en el aula:                           | Valor de ponderación: 3   |
| • Seminarios y trabajo en equipo:                 | Valor de ponderación: 2   |
| • Ejercicios de tutoría y trabajo de laboratorio: | Valor de ponderación: 1,5 |
| • Trabajos prácticos:                             | Valor de ponderación: 1   |

En el Apartado 3.2 se ofrecen descripciones someras de todas las materias enumeradas en el Cuadro 3.1. Los programas de estudio correspondientes a esas materias, cuyo nivel de detalle y/o de profundidad no es igual para todos los PEB, se dividen de manera consecuente en subtemas con denominación propia. La presencia selectiva de esos subtemas en los diferentes PEB figura también en el Cuadro 3.1.

### 3.2 DESCRIPCIONES SOMERAS DE LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO PARA LAS MATERIAS DEL PEB-HRH

Las descripciones someras de unidades temáticas que se exponen a continuación son únicamente sugerencias básicas que pueden ser útiles para determinadas organizaciones, que podrán modificarlas con arreglo a sus propias limitaciones y necesidades. Dentro de una unidad temática, las materias sugeridas puede que no sean apropiadas para los cuatro PEB.

- Conocimientos científicos y técnicos básicos**  
*Estadística*
- Objetivos de aprendizaje:* refrescar los conocimientos de los participantes en estadística de nivel universitario.
- Contenido:* población y muestras: tipos de variables y de datos; reducción de datos; frecuencia y frecuencias relativas; distribuciones de frecuencia; indicadores estadísticos y momentos de muestreo; cuantiles; caracterización de las distribuciones.
- Aleatoriedad en los experimentos y en los muestreos: sucesos; teoría de la probabilidad elemental; probabilidad condicional; independencia; permutaciones y combinaciones.
- Variables aleatorias y distribuciones: distribuciones discretas y continuas; momentos; distribuciones bidimensionales; distribuciones marginales; distribuciones condicionales.
- Comprobación de la precisión del ajuste: hipótesis estadísticas; tipos de error; niveles de significación; pruebas de ji-cuadrado, de Kolmogorov-Smirnov y de desviación.
- Comparación de medias y varianzas: pruebas de significación (normal, distribución t de Student, prueba F de Fisher); análisis de la varianza en uno y en dos sentidos.
- Matemáticas de ingeniería**
- Objetivos de aprendizaje:* refrescar los conocimientos de los participantes en matemáticas de nivel universitario.
- Contenido:* conceptos fundamentales del análisis: funciones de una variable, continuidad, límites, derivadas, integradas; series infinitas; expansión de Taylor, ecuaciones diferenciales ordinarias; transformadas de Laplace y aplicaciones.
- Álgebra lineal: matrices, sistemas de ecuaciones lineales, inversas, determinantes; espacios vectoriales, subespacios, bases ortonormales y proyecciones ortogonales; aplicaciones a la teoría de mínimos cuadrados; autovectores y diagonalización.
- Introducción al análisis de Fourier.
- Funciones de varias variables: ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y sus aplicaciones.
- Operaciones informáticas**
- Objetivos de aprendizaje:* ayudar a los participantes a utilizar la red de computadoras local y los paquetes de programas utilizados con mayor frecuencia.
- Contenido:* introducción a la informática y a la tecnología de redes: la red local; redes de área extensa; Internet.
- Sistema operativo y programas de aplicación: conocimientos básicos sobre MS Windows y MS DOS; sistemas de archivo; generalidades sobre los programas de aplicación.
- Presentación de los programas: herramientas típicas; procesadores de texto y hojas de cálculo; intercambio de datos entre diferentes aplicaciones.
- Redacción de informes técnicos**
- Objetivos de aprendizaje:* ayudar a los participantes a preparar un informe técnico estructurado, incluyendo las referencias bibliográficas adecuadas, y a efectuar una presentación técnica.
- Contenido:* estrategias de desarrollo: formulación de un esquema; argumentación.
- Lectura rápida y estudio bibliográfico: características básicas de un informe.



Aptitudes de redacción: redacción de párrafos; exposición y elaboración de un tema.

Producción: correcciones de un texto para resaltar determinados aspectos; puntuación.

Bibliografía científica y profesional: tipos de publicaciones; citas y referencias; ejercitación en la búsqueda de bibliografía en bases de datos y catálogos de bibliotecas.

### *Geología y geomorfología*

*Objetivos de aprendizaje:* impartir a los participantes conceptos básicos sobre la terminología y los conceptos básicos de la geología y poner de relieve su interés para el medio acuático. En particular, el participante ha de ser capaz de leer informes geológicos y geomorfológicos, mapas y secciones transversales así como de interpretar éstos en función de sus implicaciones hidrológicas.

*Requisitos previos:* experiencia laboral en mapas topográficos.

*Contenido:* introducción a la geología: estructura de la Tierra, incluidos el núcleo, el manto y la corteza terrestre; teoría de la tectónica de placas y sus consecuencias.

Procesos geológicos: volcanismo y procesos intrusivos; desgaste por efecto del tiempo, erosión, transporte y sedimentación; formación de rocas carbonatadas; metamorfismo.

La escala de tiempo geológica: eras precámbrica, paleozoica, mesozoica y cenozoica; principales características geológicas de las eras sucesivas; datación de rocas por su contenido fósil y otros métodos; localidades tipo y denominación de formaciones geológicas.

Tectónica: anticlinales, sinclinales y monoclinales; fallas normales, inversas y de otros tipos; mecanismos que determinan la tectónica.

Geología cuaternaria: procesos predominantes en valles fluviales, cuencas costeras y cuencas tectónicas; composición litológica de las rocas en esos valles y cuencas; formación de suelos; rasgos típicos en diferentes continentes.

Ejemplos de mapas geológicos de determinadas áreas.

Ejercitación en la interpretación de mapas con utilización de mapas geológicos: interpretaciones litológicas; análisis estructural de un área; implicaciones hidrológicas.

Tipos de minerales y de rocas: clases de cristales y tipos de minerales; definición y clasificación de las rocas; ejercicio de introducción práctica a la determinación de minerales y rocas.

Evolución de la forma terrestre: teoría básica de los procesos de formación del paisaje; fuerzas endógenas (geológicas) que actúan sobre la superficie de la Tierra; fuerzas exógenas (climáticas) que actúan sobre la superficie de la Tierra.

Efectos de la temperie y de la erosión: paisajes típicos creados mediante procesos de formación por temperie física y procesos de formación por desgaste químico; la erosión y el efecto de los ríos como mecanismos geomorfológicos; geomorfología de determinadas zonas climáticas; geomorfología de extensiones calizas.

### *Meteorología y climatología*

*Objetivos de aprendizaje:* mejorar la comprensión de los principios de la física de la atmósfera, de la configuración de la circulación general y los sistemas meteorológicos,

y evaluar el papel que desempeña la evaporación en el sistema climático y, en particular, en las interacciones entre la atmósfera y la superficie terrestre.

*Requisitos previos:* matemáticas de ingeniería y conocimientos de hidrología.

*Contenido:* física de la atmósfera: introducción general; leyes de los gases atmosféricos; cambios de fase del agua; fórmula psicrométrica; variables higrométricas; termodinámica del movimiento vertical en la atmósfera; radiación.

Micrometeorología: transporte turbulento vertical; advección y exposición; teorías de la evaporación y transferencias de masa según el balance energético.

Observación meteorológica: problemas generales; necesidades en las estaciones meteorológicas.

Meteorología general: estabilidad vertical; formación de la precipitación; control artificial de la precipitación; circulación general; sistemas meteorológicos de gran escala; posibilidades de predicción meteorológica.

Climatología: parámetros sintéticos y clasificación; índices de humedad; configuración de la circulación estacional; vientos locales; ciclos diarios y anuales; influencias de la latitud y de la topografía; periodicidades climáticas y cambios del clima.

Procesos hidrológicos en el contexto de la climatología a gran escala e introducción a los modelos de circulación general.

#### *Economía y finanzas*

*Objetivos de aprendizaje:* impartir a los participantes conceptos básicos sobre administración económica y financiera y sobre su aplicación a proyectos y organizaciones de ingeniería.

*Contenido:* conceptos básicos: economía y concepto de mercado; oferta y demanda; clasificación de las mercancías; costos y beneficios. Análisis de flujo de efectivo: tablas de flujo de efectivo para proyectos; comparación de evaluaciones financieras y económicas; costos financieros y económicos; ejercicios.

Evaluación económica de proyectos: actualización; criterios de evaluación; tarifas y precios del agua; los proyectos como medio de desarrollo económico; transferencia de proyectos al sector privado; ejercicios.

Gestión y administración financieras: conceptos de contabilidad; registros financieros y notificación; balances anuales; ejercicios.

#### Hidrología general *Principios de hidrología*

*Objetivos de aprendizaje:* mejorar en los participantes la comprensión de los principios básicos de la hidrología, el cálculo de balances hídricos y la estimación de sus componentes, y la efectividad de los análisis de datos hidrológicos.

*Requisitos previos:* estadística y matemáticas de ingeniería.

*Contenido:* evolución de la hidrología: el ciclo hidrológico; cuencas; balance hídrico; influencia del ser humano sobre el ciclo hidrológico; datos hidrológicos.

Precipitación; formación de la precipitación; dispositivos de medición; la altura, la duración y la intensidad de la lluvia; precipitación zonal; examen de datos relativos a la lluvia; curvas de la altura, la duración y la frecuencia; análisis de precipitaciones de lluvia extremas; distribuciones mixtas; precipitación máxima probable; análisis de los períodos de sequía.

Evaporación de aguas abiertas, agua interceptada y suelo desnudo; transpiración; evapotranspiración real y potencial; factores que afectan a la evapotranspiración; fórmulas empíricas y teorías físicas para estimar la evapotranspiración; métodos para estimar la evapotranspiración potencial (Penman, Monteith, Makkink, Blaney y Criddle, Thornthwaite); ejemplos de cálculo; medición de la evaporación.

Recursos de aguas subterráneas; presencia de agua subterránea; infiltración; factores que rigen la infiltración; técnicas de medición; fórmulas para estimar la infiltración; agua en suelos no saturados; humedad del suelo disponible; aparición de agua en la zona saturada; tipos de acuíferos; flujo y almacenamiento del agua subterránea; ley y ecuación de Darcy.

Recursos hídricos superficiales; determinación de la escorrentía; flujo en cauces a cielo abierto; ecuación de Manning; curvas de gasto; estudio de crecidas; análisis hidrográfico; factores que afectan la configuración hidrográfica; curvas de la duración de crecida; análisis de frecuencia de crecidas; ausencia de datos.

Relaciones entre pluviosidad y escorrentía; escorrentía máxima de breve duración; caudal en una cuenca durante períodos largos; modelos determinísticos de cuenca.

### *Hidrología de cuencas*

*Objetivos de aprendizaje:* ayudar a los participantes a manejar a la perfección las aplicaciones y técnicas más avanzadas para describir la relación entre las precipitaciones y el caudal fluvial, a utilizar técnicas de teledetección a escala de cuenca, propagación de ondas de avenida en cauces y embalses de aguas abiertas, relaciones entre el agua represada y el rendimiento hídrico de los embalses, y problema de las cuencas sin mediciones.

*Requisitos previos:* principios de hidrología.

*Contenido:* introducción: el ciclo hidrológico; balances hídricos.

Medición de agua pluvial: controles hidráulicos y geometría de canales; curva de gasto; gráficos logarítmicos; efectos de la pendiente de la superficie del agua; extrapolación de curvas de gasto; introducción a los controles artificiales y a las estructuras de calibración; utilización de teledetección para cuantificar la precipitación a escala de cuenca.

Relaciones entre pluviosidad y escorrentía: antecedentes históricos; factores que afectan al caudal fluvial; el método del hidrograma unitario; estimación de modelos de crecida; el método SCS de los Estados Unidos; introducción a la geomorfología fluvial y al hidrograma unitario instantáneo; el enfoque sistémico: análisis y síntesis; modelos lineales y no lineales; modelos agrupados y distribuidos.

Análisis regional: método del hidrograma unitario sintético; definición de regiones; regionalización de los cuantiles de las crecidas anuales.

Propagación de ondas de avenida en cauces: modelos dinámicos completos; técnicas aproximadas de propagación: modelos de onda cinemática y de analogía de difusión; métodos de propagación de ondas de avenida: métodos Muskingum y Muskingum-Cunge.

Embalses: propagación de ondas de avenida a través de embalses: métodos de propagación de la onda de avenida aproximados y totalmente tabulares; importancia de la elección de la estructura de control; tipos de embalse; análisis de capacidad de almacenamiento-rendimiento: desviaciones acumuladas y métodos de masa acumulativa; algoritmo de pico secuente; análisis de período crítico; métodos probabilísticos que utilizan la matriz de probabilidades de transición.

Clima, uso de la tierra y régimen fluvial: los cambios del clima mundial y sus repercusiones; los cambios de uso de la tierra y sus efectos sobre el régimen fluvial; modelización de impactos del clima.

#### *Hidrología agrícola y forestal*

*Objetivos de aprendizaje:* mejorar la comprensión por parte de los participantes de la importancia de las propiedades físicas y químicas del suelo en relación con la disponibilidad y calidad de agua del suelo, de modo que sean capaces de diseñar un sistema de drenaje subsuperficial simple y de calcular las necesidades de agua para cultivos y regadío.

*Requisitos previos:* principios de hidrología y de flujo de aguas subterráneas.

*Contenido:* ciencias del suelo; propiedades físicas y químicas de los suelos; formación de suelos; cartografía y clasificación.

Física de la humedad del suelo; potencial de agua del suelo, contenido de humedad del suelo, conductividad hidráulica; ecuaciones del flujo no saturado; infiltración y ascensión capilar.

Irrigación y drenaje: métodos de riego en superficie; ecuaciones para el drenaje subsuperficial; medición de la conductividad hidráulica.

Necesidades hídricas de los cultivos: necesidades de lixiviación; rendimiento del riego; cálculo de necesidades de suministro según proyecto.

#### *Hidrología urbana*

*Objetivos de aprendizaje:* dar a conocer a los participantes los problemas relacionados con el ciclo hidrológico en áreas urbanas y en urbanización.

*Requisitos previos:* principios de hidrología, hidrología de cuencas y modelización hidrológica.

*Contenido:* urbanización e hidrología urbana; microclima urbano; aspectos meteorológicos del diseño de drenajes: relaciones entre altura, duración y frecuencia de las precipitaciones, perfiles de tormentas tipo, factores zonales de reducción de lluvias.

Concepción del drenaje de aguas de tormenta: método racional, métodos de tormenta tipificada, método hidrográfico del Laboratorio de investigaciones sobre transporte y carreteras, procedimiento Wallingford. Evaluación de los sistemas de drenaje existentes; niveles de servicio.

Gestión de aguas de tormenta; los problemas de drenaje interno y externo y sus interacciones; métodos estructurales de control de inundaciones: embalses de almacenamiento de crecidas, canalización, calidad del agua y consideraciones medioambientales. Planificación global de cuencas.

#### *Hidrogeología y exploración de aguas subterráneas*

*Objetivos de aprendizaje:* familiarizar a los participantes con los diversos conceptos y técnicas aplicados al análisis de los sistemas de aguas subterráneas, la exploración de recursos hídricos subterráneos en diversas condiciones naturales y la investigación de las propiedades de los acuíferos y la construcción de pozos.

*Requisitos previos:* conocimientos básicos de geología.

*Contenido:* introducción: definición y bases de la hidrogeología; historia y perspectivas futuras; alcance del tema.

Origen y presencia de aguas subterráneas: ciclo hidrológico; aguas superficiales, aguas del suelo y sistemas de agua subterránea. Terminología de los sistemas de

agua subterránea: densidad y viscosidad; oquedades rocosas; porosidad y permeabilidad; acuíferos y acuitardos; contornos.

Formación de sistemas de agua subterránea: sistemas de agua subterránea en sedimentos no consolidados; acuíferos en sedimentos consolidados; acuíferos asociados a rocas metamórficas; sistemas de acuíferos en rocas ígneas.

Desarrollo de recursos de agua subterránea: planificación de las aguas subterráneas; investigaciones en el terreno; consecuencias de la abstracción de las aguas subterráneas; conceptos de extracción potencial y extracción óptima (caudales de seguridad); recarga artificial.

Flujo de aguas subterráneas regionales: ecuaciones básicas; concepto de carga hidráulica; flujo de agua subterránea en rocas duras; transmisividad y resistencia vertical; la ecuación de la ley de Darcy y el flujo regional; mapas de aguas subterráneas y redes de flujo; modelos numéricos regionales.

Balances de agua subterránea: componentes del balance hídrico; determinación y comprobación de componentes; efectos de los cambios del balance hídrico; ejemplos de balance hídrico en sistemas de agua subterránea.

Métodos geofísicos de superficie: métodos geoeléctricos, en particular, teoría, interpretación de la resistividad, interpretación hidrogeológica, procedimientos en el terreno; métodos electromagnéticos, en particular, teoría, técnicas de interpretación y métodos de encuesta; otros métodos geofísicos.

Sondeo de reconocimiento: estudio de los métodos de perforación; procedimientos de muestreo de rocas y de aguas subterráneas; proceso de los datos; selección del método de perforación. Diagrafía geofísica: descripción de potencial espontáneo; resistividad y diagrafía de radiación gamma; interpretación de diagrafías y calibración de resistividad.

Diseño de pozos: diseño de pantallas y de prensados de grava; análisis de tamaño de partículas; diseño de receptáculos para bombas y de protección sanitaria; utilización de asentadores; pozos de entrada abierta; acabado de pozos; desarrollo de pozos; obstrucciones; mantenimiento y rehabilitación de pozos.

Bombas: tipos de bombas; selección de bombas.

Pruebas de bombeo para la exploración de aguas subterráneas: definiciones y clasificación de las pruebas de bombeo; procedimientos en el terreno; selección de pruebas; ensayos escalonados de bombeo; determinación del rendimiento y eficiencia de la perforación; pruebas de rendimiento constante.

### *Flujo de aguas subterráneas*

*Objetivos de aprendizaje:* familiarizar a los participantes con los cálculos del flujo de aguas subterráneas permanente y no permanente y, en particular, de los flujos hacia los pozos de acuíferos, y con las soluciones analíticas para evaluar pruebas de bombeo y principios de intrusión de agua salada en los acuíferos costeros.

*Requisitos previos:* matemáticas de ingeniería.

*Contenido:* repaso de la geohidrología: sistemas de agua subterránea; mecanismos de tensión hidrológicos; flujo permanente y no permanente. Fundamentos matemáticos del flujo de aguas subterráneas permanente: ley de Darcy; balances de masas en un sistema de agua subterránea tridimensional.

Metodología analítica: reflujo confinado, no confinado y semiconfinado.

Metodología numérica: elementos; celdas; conjuntos de ecuaciones lineales.

Soluciones analíticas del flujo permanente en pozos colectores: condiciones de confinamiento, de no confinamiento y de semiconfinamiento.

Principios del transporte advectivo para estados de flujo radial y unidimensional.

Teoría del flujo de aguas subterráneas no permanente: almacenamiento en acuíferos confinados y no confinados; ecuaciones diferenciales básicas.

Casos de flujo no permanente: soluciones analíticas para flujos unidimensionales; soluciones analíticas para flujos radiales en dirección a un pozo.

Introducción a la intrusión de agua salada: su interés social en numerosas zonas costeras del mundo.

Introducción a la teoría de flujo de agua subterránea dependiente de la densidad; descripción matemática de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que lo determinan; analogía con la transmisión de calor.

Introducción a la teoría de interfaces entre aguas subterráneas dulces y salinas; conceptos analíticos sobre interfaces.

Acuíferos de Van Dam no confinados, confinados y semiconfinados, el problema inminente del agua subterránea salina; introducción a la teoría de la altura de agua dulce.

*Hidráulica fluvial* *Objetivos de aprendizaje:* familiarizar a los participantes con los aspectos hidráulicos y de transporte de los sedimentos necesarios para analizar sistemas fluviales.

*Requisitos previos:* matemáticas de ingeniería y principios de hidrología.

*Contenido:* aparición de ríos, diversidad de los ríos; factores que afectan al comportamiento de los ríos.

Funciones de los ríos y de las aguas fluviales: drenaje; transporte; energía; riego; suministro de agua; usos recreativos.

Fenómenos generales de flujo: flujo en canalizaciones y tuberías; diferentes tipos de regímenes de flujo; estados transitorios.

Interferencia humana: efectos de las medidas de control, cambios de cuenca hidrográfica, extracción y drenaje, generación de energía, explotación y contaminación; impactos contradictorios y necesidad de gestión.

Procesos y parámetros básicos: movimiento y transporte de sedimentos; parámetros físicos y propiedades del fondo; escalas temporales.

Recopilación, proceso e interpretación de datos  
*Sistemas de información y de datos* *Objetivos de aprendizaje:* impartir conocimientos prácticos básicos sobre los sistemas de información y de datos hidrológicos. Presentar a los participantes los principios del proceso, almacenamiento y análisis de datos geográficos para que puedan utilizar el sistema de información geográfica (SIG) como herramienta en aplicaciones relacionadas con los recursos hídricos.

*Requisitos previos:* geología, geomorfología, principios de hidrología y experiencia práctica en mapas topográficos y temáticos.

*Contenido:* sistemas de vigilancia, registro y transmisión de datos.

Principios generales de la gestión de datos y de los sistemas de información y de datos para la gestión del agua.

Proceso de datos: introducción y presentación de los datos, validación, corrección, compleción, transformación, recopilación y análisis; necesidades funcionales para la gestión de bases de datos y los sistemas de proceso.

Sistemas de información geográfica (SIG): principios del almacenamiento y manipulación de información geográfica; curso práctico sobre la utilización del SIG; análisis de SIG.

Presentación de la información: presentación de datos mediante gráficos; informes.

Utilización de sistemas de información en bases de datos: en régimen independiente y en relación con modelos de simulación y SIG.

Intercambio de datos entre modelos, sistemas de información geográfica, hojas de cálculo y bases de datos.

*Sistemas de observación de la Tierra* *Objetivos de aprendizaje:* introducir a los participantes en los principios de la fotogrametría estereoscópica, en la utilización de imágenes satelitales y en la detección por radar de la precipitación, y realizar un estudio hidrológico mediante esas técnicas.

*Requisitos previos:* óptica y radiación electromagnética.

*Contenido:* fotogrametría básica: tipos de fotografía aérea; propiedades geométricas de las fotografías aéreas; diferencias en las propiedades matemáticas de las fotografías aéreas verticales (proyección central); visión estereoscópica; exageración de la altura, paralaje y marca flotante. Películas y propiedades de los filtros de las películas pancromáticas; cualidades básicas de la observación por radar; fotografía infrarroja; fotografía en falso color; imágenes satelitales; el problema de la escala y sus aplicaciones.

Métodos cualitativos y cuantitativos: importancia de la escala de la foto y de la imagen, tipo de emulsión, etc.; ejercicios simples de imagen fotogramétrica y satelital; influencia de la distorsión del modelo en la interpretación; principales tipos de facies geomorfológicas.

Teledetección de variables hidrometeorológicas para la estimación de la precipitación (mediante radar meteorológico y datos satelitales) y estimación de la humedad del suelo (mediante equipos de sondeo de microondas activos y pasivos); detección de las propiedades de la superficie terrestre, por ejemplo, de la cobertura terrestre, por teledetección satelital multiespectral, etc.

*Estadística hidrológica* *Objetivos de aprendizaje:* mejorar los conocimientos de los participantes sobre garantía de calidad de los conjuntos de datos, análisis de frecuencia y regionalización de variables hidrológicas, y darles a conocer las diversas técnicas de análisis y generación de series temporales hidrológicas.

*Requisitos previos:* estadística y matemáticas de ingeniería.

*Contenido:* homogeneidad y coherencia de los conjuntos de datos; técnicas de filtrado de datos: pruebas de tendencia lineal, diferencias en los valores medios y varianzas de los subconjuntos e independencia.

Análisis de frecuencia: indicadores estadísticos; riesgo y período de retorno; métodos para ajustar las distribuciones de frecuencia: métodos de los momentos y de



la probabilidad máxima, y métodos gráficos; tipos de distribución: binómica, de Poisson, geométrica, normal, log-normal, de valor extremo general, gamma, exponencial; regionalización de variables hidrológicas: identificación de regiones; obtención de distribuciones de frecuencia regionales.

Introducción al análisis de series temporales: hidrología estocástica; modelos predictivos de variables hidrológicas; procesos estocásticos y su importancia para la hidrología y la ingeniería de los recursos hídricos; generación de números aleatorios.

Preblanqueado: tendencia, periodicidad y componentes estocásticos de las series temporales; análisis de autocorrelación y análisis espectral; análisis armónico; modelos ARIMA; comprobación de diagnóstico.

Modelización univariante y multivariante de series temporales de datos hidrológicos; el fenómeno de Hurst; modelos lineales de dependencia; técnicas de desagregación; generación de secuencias de precipitación sintéticas: procesos de Bartlett-Lewis y de Neyman-Scott.

Descripción espacial: variables hidrológicas e hidrogeológicas espaciales; variabilidad espacial; análisis del comportamiento de la superficie con funciones polinómicas; Kriging simple; hipótesis intrínsecas; variograma; estimación de Kriging simple; sistema de Kriging simple; estimación de varianza; estudios de casos particulares.

#### *Observaciones meteorológicas*

*Objetivos de aprendizaje:* conseguir que los participantes instalen en condiciones reales una estación climatológica para fines hidrológicos, realicen observaciones y analicen los datos.

*Requisitos previos:* conocimientos básicos de meteorología e hidrología.

*Contenido:* instrumentos meteorológicos: teoría de respuesta, termómetros, medidores de radiación, higrómetros, mediciones de nieve y de rocío, anemómetros, radares, radiosondas; principios de observación y registro para estaciones supervisadas y no supervisadas.

Ejercicios de observación: mediciones de temperatura, humedad, radiación solar y del viento; mantenimiento, comprobación y ajuste de registros.

#### *Hidrometría*

*Objetivos de aprendizaje:* enseñar a los participantes a seleccionar emplazamientos y técnicas apropiados para medir niveles del agua, caudales y transporte de sedimento.

*Requisitos previos:* principios de hidrología.

*Contenido:* niveles de agua: estación de medición del nivel del agua y selección de emplazamientos; tipos de medidores y de registradores; diseño del pozo de amortiguación y exactitud de la medición del nivel del agua. Niveles de lecho: determinación de la posición, en particular, mediante GPS, y utilización de telémetros y sextantes; sondeo de secciones verticales y, en particular, mediante la utilización de instrumentos de sondeo.

Mediciones de caudal: clasificación de métodos, atención especial a los métodos más importantes: medición con el método de área-velocidad, incluido el perfilador de corrientes acústico Doppler (ADCP), método de dilución, método de la relación altura-caudal y método acústico.



Transporte de sedimentos: clasificación del transporte de sedimentos; métodos e instrumentos para medir la carga del lecho, el arrastre de fondo y la carga en suspensión; muestreo de fondo; tamaño de partículas.

Estructuras de medición de caudal: clasificación de estructuras; selección de un tipo de estructura; ecuaciones altura-caudal; exactitud en la evaluación del caudal.

*Diseño de redes hidrológicas*

*Objetivos de aprendizaje:* conseguir que los participantes aprecien claramente la importancia de la recopilación de datos hidrológicos de manera sistemática y rentable y de los métodos para diseñar una red de observaciones hidrológicas.

*Requisitos previos:* principios de hidrología y estadística.

*Contenido:* objetivos y principios de la planificación y diseño de redes. Características de los elementos hidrológicos y su influencia sobre el diseño de redes: precipitación y evaporación; escorrentía de superficie; aguas superficiales; calidad del agua.

Técnicas para el diseño de redes: análisis de sistemas y teoría de diseño; muestreo estadístico y optimización; regionalización. Métodos basados en el proceso de Kriging para el diseño de la densidad de las redes; análisis de series temporales para la determinación de la frecuencia de muestreo.

Modelización  
*Métodos numéricos*

*Objetivos de aprendizaje:* al concluir el curso, el participante comprenderá los procedimientos de solución numérica más habituales y será consciente de las limitaciones de las aplicaciones de los modelos.

*Requisitos previos:* matemáticas de ingeniería.

*Contenido:* introducción: estudio de los modelos, ecuaciones y soluciones numéricas.

Métodos numéricos usuales en la modelización hidrológica: diferencias finitas; volúmenes finitos; elementos finitos.

Aplicación de métodos numéricos a los problemas de caudal unidimensional.

*Modelización hidrológica*

*Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes una buena preparación en los diversos aspectos de la modelización, los métodos que emplean modelos y los estudios de modelización.

*Requisitos previos:* principios de hidrología e hidrología de cuencas.

*Contenido:* modelos y sistemas hidrológicos: definición de un modelo hidrológico. El sistema hidrológico terrestre: por qué modelizar el sistema hidrológico. Tipos de modelos hidrológicos: clasificación funcional; clasificación estructural; clasificación por niveles de desagregación.

Selección de modelos: criterios de selección; modelos simples y complejos; modelización en condiciones climáticas y fisiográficas diferentes. Calibración de parámetros de un modelo: finalidad, enfoques y problemas de la calibración. Efectividad de los modelos: fines de los estudios de verificación; funciones objetivas; estadísticas de ajuste; sensibilidad de los resultados en relación con los datos de entrada; errores de modelización.

Cuestiones sobre modelización: ¿hay que crear nuevos modelos? Nuevas tendencias en la modelización hidrológica e institucional; relación entre los modelos y otras tecnologías; ética de la modelización.

- Predicción hidrológica* **Objetivos de aprendizaje:** familiarizar a los participantes con las técnicas de predicción, control y avisos de crecida.
- Requisitos previos:* hidrología de cuencas y modelización hidrológica.
- Contenido:* ¿por qué predecir las crecidas?
- Las inundaciones como desastre natural; objetivos de la predicción.
- Causas de las crecidas: crecidas inducidas por la precipitación, por la fusión de la nieve y del hielo; rotura de diques. Factores intensificadores de las crecidas: las características del clima, la cuenca y las redes de canalización.
- Redes de predicción y aviso: redes tradicionales; principios de teledetección; radares; telemetría; predicción sinóptica.
- Métodos de atenuación de los efectos de las crecidas: estructurales y no estructurales. Daños causados por crecidas y evaluación de pérdidas.
- Modelización de aguas superficiales* **Objetivos de aprendizaje:** proporcionar a los participantes un conocimiento práctico de la modelización hidrodinámica.
- Requisitos previos:* principios de hidrología, hidráulica fluvial y métodos numéricos.
- Contenido:* principios del flujo hidrodinámico: ecuación de masa; ecuación de la cantidad de movimiento, fórmulas de Chezy.
- Parámetros hidrodinámicos: resistencia de Manning y de Chezy; perfiles de caudal y almacenamiento, pendiente del lecho y de la superficie.
- Técnicas numéricas: esquema de diferenciación centrada en el tiempo y esquema de diferencias finitas implícitas de Preissmann; exactitud y estabilidad.
- Esquematización de sistemas simples y complejos de ríos y canales: nodos, secciones, secciones transversales. Aspectos de las estructuras relativos a la hidráulica y a los modelos: vertederos; alcantarillas; sifones; bombas.
- Modelización del flujo de aguas subterráneas* **Objetivos de aprendizaje:** conseguir que los participantes puedan diseñar y evaluar modelos de aguas subterráneas.
- Requisitos previos:* flujo de aguas subterráneas, hidrogeología y exploración de aguas subterráneas, métodos numéricos.
- Contenido:* principios: ecuación del balance de masas; ley de Darcy; sistemas multidimensionales y multiestratificados; parámetros hidrogeológicos. Distribución espacial y temporal de los parámetros hidrológicos: tipos de limitaciones hidrológicas.
- Familiarización con la calibración y verificación de modelos de agua subterránea.
- Modelos conceptuales: esquematización de los sistemas de agua subterránea; supuestos geohidrológicos; contornos de carga constante y de flujo controlado; condiciones de contorno mixtas; contornos internos.
- Métodos de modelización numérica: elementos finitos; diferencias finitas; metodología de celdas y modelización integrada por polígonos. Modelización de flujos permanentes y no permanentes en un espacio multidimensional. Aplicación de un sistema multiestratificado mediante un código de diferencias finitas basado en celdas tridimensionales.

<i>Modelización del transporte de contaminantes</i>	<p><i>Objetivos de aprendizaje:</i> mejorar los conocimientos de los participantes sobre los procesos de transporte de contaminantes y su capacidad para utilizar modelos numéricos para la simulación del transporte de contaminantes tanto en aguas de superficie como en entornos de agua subterránea.</p> <p><i>Requisitos previos:</i> métodos numéricos; modelización de aguas de superficie; contaminación del agua; modelización del flujo de aguas subterráneas.</p> <p><i>Contenido:</i> teoría de la dispersión en masas de aguas superficiales: fenómenos de dispersión; mecanismos de dispersión; coeficientes de dispersión; formulación matemática de la dispersión hidrodinámica. Modelos analíticos: modelos horizontales unidimensionales y bidimensionales.</p> <p>Métodos numéricos para el transporte: aproximación en ausencia de dispersión; trayectorias y tiempos de desplazamiento; método de las diferencias finitas; método de los elementos finitos; método de las características, aplicabilidad de los modelos de transporte.</p> <p>Procesos: modelización de la demanda de oxígeno; reaireación, disminución de la demanda bioquímica de oxígeno, nitrificación, demanda de oxígeno en sedimentos, producción de oxígeno por algas y macrofitos; modelo de Streeter-Phelps; modelización del crecimiento de las algas y de la eutrofización, ciclo de nutrientes, cinética de la absorción de nutrientes, partición P, intercambio agua-sedimentos.</p>
<i>Aspectos medioambientales Química y biología del agua</i>	<p><i>Objetivos de aprendizaje:</i> introducir a los participantes en los procesos químicos y biológicos básicos de los sistemas acuáticos.</p> <p><i>Contenido:</i> química del agua: estructura y propiedades de la materia; el sistema periódico; cálculos químicos; equilibrio químico; pH; electrolitos fuertes y débiles; reacciones de precipitación; producto de solubilidad; reacciones redox en el medio ambiente.</p> <p>Ecosistemas acuáticos: efectos de la estratificación térmica sobre la calidad del agua; fotosíntesis y respiración; eutrofización; el modelo Vollenweider.</p> <p>Sedimentos acuáticos: factores medioambientales en el intercambio agua-sedimentos; perfiles del agua intersticial; estimación de los flujos de intercambio sedimentos-agua.</p>
<i>Evaluación de impacto ambiental</i>	<p><i>Objetivos de aprendizaje:</i> proporcionar a los participantes conocimientos generales sobre las técnicas de evaluación de impacto ambiental.</p> <p><i>Contenido:</i> calidad del agua: relación entre la calidad y los fines del uso del agua; cambios de la calidad del agua por causas naturales e inducidos por el ser humano; herramientas de planificación y de gestión para mejorar la calidad del agua.</p> <p>Estudio de casos: aspectos medioambientales de la construcción de presas; integración de aspectos ecológicos en los proyectos de ríos y embalses.</p>
<i>Política medioambiental</i>	<p><i>Objetivos de aprendizaje:</i> mejorar los conocimientos de los participantes sobre los aspectos técnicos de la formulación de políticas.</p> <p><i>Contenido:</i> repercusiones del cambio climático: consecuencias para las políticas de desarrollo y la planificación de los usos de la tierra; tensiones en las cuencas hídricas compartidas por varios países.</p>

Principales cuestiones complejas de la política de desarrollo y medio ambiente: desarrollo sostenible; demanda impuesta de recursos; deforestación y deterioro rural; mala gestión de la tierra y malas prácticas de explotación.

Etapas de la formulación de políticas medioambientales: identificación del problema; concienciación; formulación de políticas; procedimientos; mantenimiento y control.

### *Química de las aguas subterráneas*

*Objetivos de aprendizaje:* ayudar a los participantes a aplicar los principios de la hidroquímica con objeto de evaluar la calidad del agua subterránea en diversas situaciones y condiciones.

*Requisitos previos:* química y biología del agua superficial, geología y morfología, hidrogeología y exploración de aguas subterráneas.

*Contenido:* introducción: unidades de análisis; exactitud de los análisis; electro-neutralidad.

Precipitación y aguas subterráneas: química de la precipitación; de la precipitación a las aguas subterráneas; tendencias de la calidad del agua; límites de concentración.

Hidrólisis de minerales silicatados: ecuaciones de la reacción; ejemplos comunes.

Disolución de rocas carbonatadas: constante de equilibrio; química de la humedad del suelo y presión del CO<sub>2</sub>; disolución de calcita en sistemas abiertos y cerrados; disolución de calcita/dolomita en condiciones reales; ejemplos de estudios en condiciones reales.

Intercambio de cationes: intercambio de cationes en un medio de agua dulce y salada; adsorbentes en suelos y acuíferos; ecuaciones de intercambio de cationes; cromatografía.

Oxidación y reducción: teoría básica; niveles potenciales para las reacciones redox; construcción de diagramas potencial-pH.

Medición e interpretación de datos en condiciones reales: muestreo de aguas subterráneas; conductividad eléctrica; temperatura; iones individuales; medición del pH; proceso de datos.

### *Contaminación del agua*

*Objetivos de aprendizaje:* conseguir que los participantes entiendan las normas de calidad de las aguas subterráneas, las diferentes fuentes de contaminación, los procesos más importantes que afectan a la calidad del agua subterránea y las medidas para proteger los recursos de agua subterránea.

*Requisitos previos:* química y biología del agua de superficie y modelización del flujo de agua subterránea.

*Contenido:* procesos que determinan la calidad del agua subterránea (hidrológicos, químicos, físicos y biológicos) y descripción somera de las normas de calidad del agua.

Fuentes de contaminación difusa. Fuentes medioambientales: intrusión de agua salada (sal) y retención superficial (nutrientes y compuestos orgánicos). Fuentes agrícolas: plaguicidas (sustancias químicas); fertilizantes (nutrientes); abono de origen animal (nitratos, fosfatos, bacterias, virus), riego (sal).

Fuentes de contaminación puntual. Fuentes domésticas: sumideros (materiales biológicos); fosas sépticas (compuestos orgánicos); tanques de almacenamiento

(nutrientes); vertederos de desechos. Fuentes industriales: desechos industriales (metales pesados); minería (radionucleidos); evacuación de desechos radiactivos; tanques sépticos y de almacenamiento.

Procesos que afectan a la calidad y a la contaminación del agua. Transporte másico: convección, dispersión y difusión. Transferencia de masa mediante un proceso químico: desintegración radiactiva; sorción, disolución y precipitación; reacciones ácido/base; complejación; hidrólisis/sustitución; reacciones redox (biodegradación). Transferencia de masa por mediación biológica: transformación biológica.

Prevención y protección frente a la contaminación del agua. Evaluación de la vulnerabilidad del agua, adopción de medidas preventivas y, en particular, diseñando zonas de protección de las aguas subterráneas. Diseño y aplicación de medidas de limpieza y aislamiento.

### *Gestión de los recursos hídricos*

*Objetivos de aprendizaje:* introducir a los participantes en las técnicas modernas de planificación y gestión de los recursos hídricos y, en particular, en la evaluación de la demanda y en las herramientas de planificación y gestión.

*Requisitos previos:* estadística, matemáticas de ingeniería, economía y finanzas.

*Contenido:* el agua como recurso general: disponibilidad y uso; prácticas de planificación y gestión de los recursos hídricos en el pasado; cuestiones actuales y definiciones.

El agua en la economía de mercado: competencia, economías de escala y alcance de las mismas, bienes privados y públicos; posibilidad de extracción y derecho de exclusión; factores externos; el papel de los gobiernos; prestación y producción de servicios; marco analítico de la gestión de recursos hídricos; sistemas determinados por la oferta y la demanda; fijación de tarifas; descentralización y participación de las partes interesadas; calidad del agua, salud y medio ambiente.

Suministro de agua al público: predicción demográfica; estimación de la demanda de suministro de agua para el público; técnicas de extrapolación y método de componentes.

Atenuación de crecidas: beneficios: tangibles, intangibles, directos e indirectos; influencia de los planes de alerta de crecidas; evaluación de los planes de atenuación de crecidas urbanas y rurales.

Planificación de la generación de energía hidroeléctrica: estimación de la demanda de energía; curvas flujo-duración y potencia-duración; fijación preliminar de costos de los planes.

Agricultura: relaciones entre el suelo, el agua y la flora; pautas de cultivo; relaciones entre el agua y el rendimiento; necesidades y calendarios de riego; necesidades de lixiviación; gestión de explotaciones agrícolas; importancia del drenaje.

Análisis de sistemas de recursos hídricos: herramientas de planificación, métodos descriptivos/de simulación y de programación/optimización; estudios de casos particulares.

### *Utilización de sistemas de recursos hídricos*

*Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes conocimientos básicos sobre los métodos de diseño y utilización de los sistemas de recursos hídricos.

*Requisitos previos:* gestión de los recursos hídricos.

*Contenido:* marco de cálculo para la planificación de los recursos hídricos: sistemas de apoyo a las decisiones, modelos de simulación y de optimización.

Interpretación de resultados de los modelos y su transformación en planes.

Sistemas de información sobre la gestión.

Planificación en situaciones de incertidumbre: necesidades de información, incertidumbre de los modelos, análisis de sensibilidad, formulación de escenarios.

*Disposición institucional* *Objetivos de aprendizaje:* mejorar la comprensión por parte de los participantes del contexto institucional en que se ejecuta la planificación y gestión de los recursos hídricos.

*Requisitos previos:* gestión de los recursos hídricos y utilización de sistemas de recursos hídricos.

*Contenido:* el papel de los gobiernos. Jerarquía nacional. Derechos del agua. Recuperación de costos.

Funcionamiento institucional: evolución y comparación de diferentes modelos: británico, francés y holandés.

*Derecho del agua* *Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes ideas generales sobre la necesidad y la forma de las leyes relativas al desarrollo y utilización de recursos hídricos.

*Requisitos previos:* conocimientos generales de derecho, legislación, derecho común y tradiciones.

*Contenido:* los contextos físicos en que se sitúa el derecho del agua y el contexto socioeconómico correspondiente.

Orígenes, historia y sistemas de derecho del agua.

Administración de recursos hídricos y, en particular, administración de recursos hídricos internacionales.

La planificación de los recursos hídricos y el derecho del agua.

Legislación internacional sobre los recursos hídricos. Tendencias actuales en la legislación y administración del agua.

*Actividades de integración*  
*Ejercicio de fomento del espíritu de equipo* *Objetivos de aprendizaje:* ayudar a los participantes a valorar el buen funcionamiento de los equipos que trabajan en proyectos multidisciplinarios.

*Contenido:* se reúne a los participantes en un equipo de especialistas. Se realizan actividades de planificación, comunicación con terceros y presentación de informes. El ejercicio proporciona numerosas oportunidades de aplicar la teoría aprendida durante el programa y de integrarla en una metodología orientada hacia los problemas. Los participantes trabajan en pequeños grupos, dedicados a un caso particular. Los docentes exponen el caso e incorporan otras actividades, que en gran medida se realizan de manera independiente por parte de los participantes. Por último, cada participante hace una exposición oral de uno de los aspectos del caso.

*Trabajo práctico* *Objetivos de aprendizaje:* a fin de adquirir experiencia práctica en el análisis de los sistemas hidrológicos, los participantes realizan actividades prácticas en un lugar cercano y apropiado.

*Contenido:* el trabajo práctico se centra en los diversos aspectos del régimen hidrológico local, integrando las observaciones *in situ* de la geología y de la geomorfología y, simultáneamente, recopilando y analizando datos hidrológicos de la superficie y del subsuelo. Se dedica atención especial a cuestiones actuales relacionadas con la gestión del medio ambiente y de los recursos hídricos en el lugar y a la interacción entre el agua de superficie y del subsuelo tanto en el sentido cualitativo como cuantitativo.

*Excursiones de trabajo de campo* *Contenido:* varias excursiones de un día por el país anfitrión y una excursión de dos semanas a otros países vecinos.

*Estudio individual* *Contenido:* bajo la supervisión de un miembro permanente del personal, se analiza un tema previamente escogido. Los participantes confeccionan un informe y hacen una presentación oral durante el examen general, al término del año académico.

### 3.3 PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA PROFESIONALES COMPLEMENTARIOS (PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED)

En el Apartado 3.2, las descripciones del PEB están específicamente orientadas a las necesidades del hidrólogo, aunque aportan también elementos del programa de estudio básico para las otras tres modalidades de profesionales complementarios (GSD – gestión de sistemas de datos; GMA – gestión del medio ambiente; SED – socioeconomía y derecho), como se indica en el Cuadro 3.1. Aunque no ha sido habitual vincular tan estrechamente la formación de los profesionales complementarios a la de los hidrólogos, se desprende del Capítulo 2 que esa vinculación es cada vez más necesaria. En algunos casos, el programa de estudio de los profesionales complementarios se diferencia sólo del de los hidrólogos en la perspectiva adoptada o en la profundidad del análisis.

#### Gestión de sistemas de datos (GSD)

Desde el comienzo de las mediciones hidrométricas sistemáticas, se le ha dado gran importancia al registro continuo de los niveles hídricos y de las alturas de precipitación con instrumentos equipados con plumillas deslizantes sobre papel gráfico. Por esa razón, resultaba difícil almacenar los datos en bruto y tediosa su preparación para el análisis. Los progresos conseguidos mediante la tecnología de estado sólido han sido tales que actualmente los registros de los instrumentos, en formatos compatibles con computadora, pueden ser utilizados directamente por los programas de modelización. Además, el desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG) ha mejorado las capacidades profesionales de análisis espacial hasta niveles muy superiores a los sistemas de cartografía convencionales. La posibilidad de disponer de computadoras personales y de redes de área local obliga a los profesionales técnicos del sector hídrico a tener cada vez más conocimientos de informática. Sin embargo, la complejidad de los sistemas operativos, bases de datos, sistemas SIG y tecnología de instrumentos y de comunicaciones modernos es tal que se está recurriendo cada vez más a profesionales especializados para cubrir las necesidades de las organizaciones en lo que se refiere a la tecnología de la información y de las comunicaciones. Esa tendencia continuará probablemente gracias a los avances de la informática en forma de sistemas expertos, razonamientos basados en casos particulares y gestión del conocimiento.

Aunque es cierto que puede mejorarse todavía la eficiencia en la ejecución de la gestión de sistemas de datos en todos los niveles de las organizaciones del sector hídrico, conviene mantener una valoración realista de las posibles desventajas. Un ejemplo simple, pero fundamental, es la selección de datos preliminares a partir de los registros hidrométricos en bruto. En el pasado, el trazado de una plumilla sobre un gráfico proporcionaba una buena impresión visual de que un instrumento funcionaba adecuadamente, pero en la actualidad hay que aplicar procedimientos específicos que establezcan la veracidad de un registro codificado en formato de computadora. Además, la interpretación de los resultados a partir de la selección de datos obliga al analista a tener unos conocimientos considerables en la materia. En esas circunstancias, es necesario completar las competencias



tradicionales en gestión de sistemas de datos mediante un programa de formación sobre las aplicaciones del sector hídrico.

#### Gestión del medio ambiente (GMA)

El programa de enseñanza básica sobre gestión del medio ambiente requiere el mismo grado de profundización en los conocimientos científicos y técnicos básicos que el PEB sobre hidrología y recursos hídricos. Los programas sobre el medio ambiente pueden ahondar un poco menos en los detalles de la hidrología general y de la modelización hidrológica ya que esa trayectoria profesional no suele implicar conocimientos pormenorizados sobre los métodos geofísicos de investigación del subsuelo, modelos matemáticos de las aguas subterráneas, cuantificación y modelización del flujo de agua superficial, etc. En cambio, los programas sobre el medio ambiente pueden requerir que se preste una mayor atención a los sistemas de información, los SIG, la teledetección, etc., en apoyo de las evaluaciones e inventarios del medio ambiente. Además, ese tipo de programa implica una formación más profunda en lo referente a la química y la biología del medio ambiente, el impacto ambiental, las políticas medioambientales, etc.

#### Socioeconomía y derecho (SED)

El programa de enseñanza básica sobre socioeconomía y derecho requiere el mismo nivel de profundización en los conocimientos científicos y técnicos básicos que el PEB sobre hidrología y recursos hídricos. En lo que respecta a la recopilación y el proceso de datos, las necesidades son menos importantes, lo cual se refleja en la distribución sugerida de los créditos que se indica en el Apartado 3.1. Puesto que esta trayectoria profesional suele conllevar la utilización y comprensión de los resultados de los modelos, se sugiere poner menos énfasis en la modelización hidrológica. En cambio, los programas de socioeconomía y derecho pueden requerir que se preste una mayor atención a la gestión de los recursos hídricos, particularmente en relación con la legislación del agua, los derechos del agua y los aspectos económicos pertinentes en el proceso de asignación del agua. Se sugiere asimismo en este PEB la necesidad de colaborar con otros profesionales en el marco de la GIRH, lo que podría incluirse en el contexto de las "actividades de integración".

### 3.4

#### VALIDACIÓN, EXAMEN Y ACREDITACIÓN

En los últimos dos decenios del siglo XX asistimos a un interés creciente por la garantía de calidad en la enseñanza superior y complementaria en todo el mundo. Las cuestiones relativas a la garantía de calidad se analizan en términos generales en el Apéndice 1. En la Unión Europea, el acuerdo de Bolonia de 1999 sentó las bases para que los Estados miembros avanzaran hacia una estructura unificada de los programas de licenciatura (grado) y maestría (postgrado), entendiéndose implícitamente que los sistemas de garantía de calidad serían algún día transnacionales. Al abordar ese tipo de sistemas, hay que distinguir entre la validación y el examen a cargo de órganos académicos, que habitualmente actúan en nombre del Ministerio de Educación o similar, y la acreditación profesional de los cursos de titulación. Las dos primeras funciones constituyen actualmente una actividad ordinaria de los docentes universitarios, orientada a impartir un curso de titulación, por lo general a lo largo de un ciclo de cinco años. Tras elaborar un informe de autoevaluación, unos validadores externos independientes revisan el contenido del curso y su enseñanza, así como los índices de incorporación al curso y de finalización del mismo, y los perfiles y actividades de investigación del personal en apoyo del programa académico.

La acreditación profesional presenta numerosos aspectos en común con las evaluaciones académicas, aunque se centra más en la preparación ("formación") para acceder a una profesión determinada, por ejemplo, ingeniería civil, mecánica, eléctrica y electrónica, o química. En el Reino Unido, por ejemplo, los institutos de ingeniería concertados, que reglamentan la competencia profesional de los ingenieros en ejercicio, desempeñan un papel en la acreditación de los cursos de licenciatura en ingeniería. En Estados Unidos ese cometido es asumido por la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), que es una



organización fundada en 1932 y que se encarga de la acreditación en ingeniería y tecnología. Durante el período entre 1997 y 2001, ABET se orientó menos a la enseñanza impartida y más a la evaluación de los resultados del aprendizaje como criterio para la acreditación.

Los sistemas nacionales de validación y examen (académicos) pueden diferir en los pormenores de sus procedimientos, pero sus objetivos generales —es decir, la pertinencia de los programas y la integridad de los resultados— son aproximadamente similares. De manera natural, la validación y el examen se hacen extensivos a los cursos de postgrado posteriores a la titulación y al aprendizaje práctico que corresponderían a los PEB descritos en los apartados anteriores. Esas actividades se harían también extensivas a los aspectos de pertinencia profesional, aunque el proceso de examen rara vez incluya explícitamente al colegio profesional. Por ello, está implícito que los cursos basados en los PEB deberían ser validados y examinados satisfactoriamente con arreglo a los procedimientos nacionales. En el futuro, si prosperan los planes actuales de garantía de calidad transnacional de la UNESCO en forma del Foro Mundial sobre Garantía de Calidad, Reconocimiento y Convalidación de Diplomas de Enseñanza Superior, cabe esperar que se pida también para esos cursos el reconocimiento internacional.

## CAPÍTULO 4

# PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA TÉCNICOS EN HIDROLOGÍA (PEB-THTIM, PEB-THTIC)

---

### 4.1 Introducción y contexto

### 4.2 Programas de enseñanza básica para técnicos en hidrología

### 4.3 Descripción de las unidades temáticas del PEB-TH

En el presente capítulo se describe un marco de referencia para los programas de enseñanza básica destinados a los técnicos en hidrología, con dos ramas de especialización. Las unidades temáticas son:

- introducción a los procesos hidrológicos;
- matemáticas;
- estadística;
- principios de electricidad aplicados a las técnicas de medición;
- metrología y tecnología de sensores;
- operaciones informáticas;
- levantamiento topográfico, lectura de mapas e interpretación de fotografías;
- meteorología;
- hidráulica;
- hidrometría;
- hidrogeología;
- calidad del agua;
- análisis de datos hidrológicos;
- almacenamiento y recuperación de datos;
- mantenimiento de instrumentos.

Estas unidades temáticas constituyen un plan de estudios general (véase el Cuadro 4.1). Las descripciones de los objetivos de aprendizaje y de los programas de estudio para cada una de las materias de cada unidad temática son directrices para elaborar cursos detallados con arreglo a circunstancias y restricciones institucionales específicas.

#### 4.1 INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

Un técnico en hidrología suele estar en posesión de un diploma de estudios secundarios obtenido después de 12 o más años de escolaridad, formación profesional especializada en una disciplina técnica relativa a la hidrología y experiencia en la materia. Se espera de él que conozca a fondo instrumentos de laboratorio y equipos de oficina cada vez más sofisticados, que asuma el carácter cada vez más científico de los problemas que se le planteen a diario y que adopte el papel de docente para otros técnicos más jóvenes (véase Maniak, 1989).

Las necesidades de enseñanza y de formación profesional de los técnicos en hidrología difieren de las de los hidrólogos en varios aspectos. Quizá la diferencia más notoria estriba en que, mientras que los hidrólogos suelen tener una formación y experiencia relativamente parecidas, incluso a escala mundial, los conocimientos adquiridos y la experiencia práctica de los técnicos en hidrología pueden ser muy diversos, no sólo a escala mundial sino incluso a escala nacional o regional. Pese a esa diversidad de conocimientos previos, cabe esperar que un técnico en hidrología sea capaz de trabajar en equipo, en apoyo de iniciativas y proyectos dirigidos por hidrólogos. Además, se considera que un técnico en hidrología puede impartir conocimientos y formación en el trabajo a técnicos con menos experiencia. La actividad de apoyo prestada por los técnicos en hidrología está estrechamente vinculada a los rápidos cambios de la tecnología, tanto en una oficina como en el terreno, lo cual hace aún más valiosa la capacidad de aprender a lo largo de la vida y la enseñanza permanente. La enseñanza y la formación profesional de los técnicos en hidrología deberá basarse en la necesidad de que los técnicos valoren la exactitud y mantengan una colaboración con el público en lo referente a la accesibilidad y adquisición de los datos.

El ritmo cada vez más rápido de la evolución tecnológica, especialmente en materia de instrumentos de observación y comunicaciones, así como la sustitución progresiva de los sistemas de datos mecánicos por los electrónicos, hace aún más necesaria una enseñanza y formación profesional eficaz y adaptada para los técnicos en hidrología.

En su informe del Programa Hidrológico Internacional IV sobre los sistemas educativos, Bruen (1993) señala que la enseñanza y la formación profesional de los técnicos en hidrología puede adoptar muchas modalidades diferentes, reflejando de ese modo la naturaleza de la disciplina y de su entorno. Esas modalidades consisten en: la formación en el lugar de trabajo (tutela y asesoramiento, formación en el trabajo, intercambio de puestos de trabajo y misiones, ejercicios conjuntos, cursillos en la empresa) y la formación fuera del lugar de trabajo (cursos especiales, cursos de actualización de conocimientos o de formación continua, cursos de formación continua de dedicación parcial, cursos de formación continua de dedicación completa, de corta y larga duración). En el presente capítulo se abordan principalmente los cursos de educación permanente de dedicación completa; en el Capítulo 5 se abordan otras cuestiones de formación continua.

Naturalmente, se entiende que la validación y acreditación basadas en la garantía y evaluación de la calidad, como se señala en el Apéndice 2, son igualmente aplicables al programa de enseñanza básica para los técnicos en hidrología.

#### 4.2 PROGRAMA DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA TÉCNICOS EN HIDROLOGÍA

En el Cuadro 4.1 se indican posibles programas de formación para técnicos en hidrología, en las disciplinas de tecnología de instrumentos y mediciones (TIM) y de tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC).

#### 4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS DEL PEB-TH

Se exponen a continuación las unidades temáticas de ambas ramas de especialización, indicadas en el Cuadro 4.1, que difieren en el grado de detalle con el que se abordan las unidades temáticas.

**Materias básicas**  
*Introducción a los procesos hidrológicos*

*Objetivos de aprendizaje:* instruir a los participantes en los conceptos básicos de la hidrología, en la realización de balances hídricos y en la terminología técnica apropiada.

*Contenido:* terminología, el ciclo hidrológico y el balance hídrico, cuencas y sus características geomorfológicas, los procesos hidrológicos y sus interacciones; precipitación, interceptación, evapotranspiración, formación de escorrentía superficial, infiltración, flujo de agua subterránea; regímenes hidrológicos.

**Matemáticas**

*Objetivos de aprendizaje:* impartir a los participantes los conocimientos necesarios sobre las herramientas matemáticas que se utilizarán en otras materias.

*Contenido:* álgebra (logaritmos, ecuaciones logarítmicas y exponenciales; resolución de ecuaciones lineales de dos variables; ecuaciones cuadráticas, soluciones algebraicas y gráficas; concepto de función y representación gráfica: trazado de un gráfico, trazado de gráficos log-log y semi-log, ecuaciones lineales y gráficos de líneas rectas).

Geometría del plano y del espacio (lugares geométricos; triángulos; polígonos regulares y sus propiedades; círculos, arcos y segmentos; definición y valor; ángulo entre una línea recta y un plano: triedros; poliedros; prismas; pirámides; tronco de pirámides; cilindros; conos; tronco de conos; superficie, unidades, áreas y volúmenes).

Geometría analítica del plano (cartesiana en coordenadas rectangulares y polares; cambio de coordenadas cartesianas; distancia entre dos puntos; coordenadas del punto medio de un segmento; lugar geométrico y su ecuación; ecuación de una línea recta: forma general; ecuación de una curva plana: círculo, parábola, elipse, hipérbola).

Trigonometría (definición de arco y de ángulo; medición de un ángulo; unidades; funciones circulares de un ángulo; fórmulas elementales clásicas; funciones trigonométricas, seno, coseno, tangente).

**Estadística**

*Objetivos de aprendizaje:* impartir a los participantes los conocimientos necesarios sobre las herramientas estadísticas que se utilizarán en otras materias.

*Cuadro 4.1 — Cuadro de unidades temáticas para los PEB (horas presenciales)*

Materia	PEB-THTIM	PEB-THTIC
1. Materias básicas (en horas)		
1.1 Introducción a los procesos hidrológicos	6	6
1.2 Matemáticas	15	15
1.3 Estadística	20	20
1.4 Principios de electricidad aplicados a las técnicas de medición	6	6
1.5 Metrología y tecnología de sensores	6	6
1.6 Operaciones informáticas	20	30
1.7 Levantamiento topográfico, lectura de mapas e interpretación de fotografías	30	20
2. Materias de hidrología (en horas)		
2.1 Meteorología	20	20
2.2 Hidráulica	30	30
2.3 Hidrometría	40	20
2.4 Hidrogeología	40	20
2.5 Calidad del agua	40	20
2.6 Análisis de datos hidrológicos	50	50
2.7 Almacenamiento y recuperación de datos	10	40
2.8 Mantenimiento de instrumentos	10	40

*Contenido:* finalidad y alcance de la estadística; introducción a la probabilidad, exactitud; representación de datos estadísticos en forma de tablas y gráficos; medidas de tendencia central, dispersión y sesgo; introducción a la distribución de frecuencias: normal, log-normal, Gumbel, Pearson III; pruebas de adecuación del ajuste; utilización de papel de probabilidad; regresión lineal simple y múltiple; correlación.

*Principios de electricidad aplicados a las técnicas de medición*

*Objetivos de aprendizaje:* impartir a los participantes los conceptos básicos de electricidad que rigen ciertos métodos e instrumentos de medición.

*Contenido:* unidades eléctricas, principios de magnetismo, electricidad estática, inducción eléctrica; condensadores, electricidad dinámica, acción magnética de la corriente eléctrica, ley de Ohm; medición práctica de diferentes unidades eléctricas.

*Metrología y tecnología de sensores*

*Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes información sobre la ciencia de las mediciones y la tecnología de sensores.

*Contenido:* parámetros físicos y sus relaciones y unidades [Sistema Internacional de Unidades, SI]. Exactitud, resolución, linealidad, deriva, calibración, recalibración, corrección, frecuencia de lectura y almacenamiento, valores instantáneos y promediados, presentación resumida de informes, archivado, datos en bruto, datos procesados, control de calidad. Principio de medición y necesidades de instalación de los manómetros de burbuja, sensores de presión, sensores ultrasónicos, sensores y muestreadores de turbidez. GPS, "estación total" geodésica.

*Operaciones informáticas*

*Objetivos de aprendizaje:* introducir a los participantes en la utilización de los PC y ayudarlos a utilizar algunos programas de uso habitual.

*Contenido:* introducción a los PC; principios generales: dispositivos de entrada y de salida (periféricos: disco flexible, cinta magnética, impresora, trazadoras, etc.); principios de programación, organigramas; introducción a un lenguaje de programación simple; sistemas operativos; manejo de los PC; carga, arranque y funcionamiento de los programas; utilización de programas informáticos en hidrología en el campo de la estadística de frecuencia, el análisis de regresión, la hidráulica de ríos (caudal, pendiente del agua, sección transversal); preparación de tablas y gráficos anuales; análisis y almacenamiento de datos sobre la calidad de los datos.

*Levantamiento topográfico, lectura de mapas e interpretación de fotografías*

*Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes un conocimiento práctico de la cartografía, de los mapas y de las fotografías utilizados en hidrología.

*Contenido:* introducción, objetivos y usos de diferentes tipos de cartografías, planos y mapas y sus aplicaciones hidrológicas; organización del levantamiento de mapas; medición de líneas y distancia sobre el terreno; planimetría; elevación barométrica; partes ópticas de los instrumentos geodésicos; nivelación: instrumentos y su ajuste, puntos de referencia, cuadernos de campo, anotaciones y reducción de niveles, fuentes de error, secciones longitudinales y transversales, perfiles, cartografía de ríos, delimitación de contornos; cartografía mediante teodolito: instrumentos y medición de ángulos, cartografía taquimétrica, proceso de datos cartográficos; principios de geomorfología, características geomorfológicas de las cuencas y su evaluación en los mapas; principios de fotogrametría, fotografías aéreas y su interpretación.

*Materias hidrológicas Meteorología*

*Objetivos de aprendizaje:* impartir a los participantes conocimientos básicos sobre los procesos meteorológicos y la medición de variables relevantes para el ciclo hidrológico.

*Contenido:* definición; composición de la atmósfera; balance térmico; medición de componentes: radiación, temperatura del aire y del suelo, humedad, viento; ciclos hídricos en la atmósfera: evaporación, formación y medición de las nubes, procesos de precipitación; climatología: factores básicos; influencia del relieve, de la nieve y del hielo; clasificación de climas; microclimas; red de estaciones meteorológicas. Meteorología sinóptica y predicciones del tiempo;

*Hidráulica* *Objetivos de aprendizaje:* familiarizar a los participantes con los aspectos básicos de la hidráulica y el transporte de sedimentos, que son necesarios para las actividades hidrológicas.

*Contenido:* definición y unidades; hidrostática: la presión, su medición y diagramas de presión; hidráulica de canales abiertos: caudal permanente y no permanente; caudal uniforme y no uniforme, aplicación de la ecuación de Bernoulli, fórmulas de Chezy y Manning, dispositivos de medición: canales aforadores, entalladuras, diques y orificios; efecto de remanso y efecto de bifurcación; el flujo en tuberías; transporte de sedimentos y procesos que se producen en el lecho fluvial.

*Hidrometría* *Objetivos de aprendizaje:* tras finalizar el curso, los participantes deberían ser capaces de colaborar en la selección de emplazamientos y técnicas y en la realización de mediciones de niveles del agua, caudales y transporte de sedimentos en condiciones de seguridad.

*Contenido:* introducción general y finalidades, principios de las mediciones, normas nacionales e internacionales, elección de emplazamientos, diseño y construcción de estaciones; tipos de medidores, medición de nivel, medición de caudal: distribución de velocidad, medición de velocidad mediante correntómetros y boyas, aforo por dilución y otras técnicas de medición mediante diques y canales aforadores, medición de la carga del lecho y de la carga en suspensión, exactitud y fuentes de error; frecuencia de medición; evaluación de las líneas de pleamar; funcionamiento y mantenimiento de medidores; relación altura-descarga, estabilidad y control hidráulico inestable; extensión de curvas de gasto. Procedimientos de seguridad.

*Hidrogeología* *Objetivos de aprendizaje:* familiarizar a los participantes con los recursos de agua subterránea y proporcionarles los conocimientos básicos sobre temas afines.

*Contenido:* conceptos básicos de geología: ciclo de la erosión (elevación tectónica, erosión, transporte, sedimentación): principales tipos de rocas y su composición mineral; suelos y formación de suelos: propiedades hidráulicas de rocas y suelos; porosidad, permeabilidad y ley de Darcy; concepto de potencial de agua subterránea y de nivel del agua en los pozos; acuíferos y acuitardos; estado confinado (artesianos) y estado no confinado; estratificación hidráulica de la región subsuperficial; isopiezas freáticas y flujo subsuperficial; relaciones agua subterránea-agua superficial (cursos de agua drenante y con pérdidas). Exploración de recursos hídricos subterráneos; geofísica, perforaciones de prueba; construcción de pozos; pruebas de bombas, cono de influencia, interferencias; pozos de observación y mediciones de descenso de nivel; mediciones de caudal; análisis de datos de prueba en condiciones permanentes y no permanentes: soluciones simples mediante computadora con los métodos de Thiem, Theis y Jacob. Estimación de capacidad de un pozo; condiciones de contorno y acuíferos conectados con ríos. Acuíferos regionales, sobreexplotación. Calidad del agua subterránea y fuentes de contaminación; migración de contaminantes hacia la subsuperficie. Pozos someros; manantiales.

*Calidad del agua* *Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes conocimientos básicos de química en relación con la calidad del agua y familiarizarlos con la recopilación y análisis de muestras de agua.

*Contenido:* conceptos fundamentales de química; propiedades de los elementos y tabla periódica; compuestos, reacción química básica; calidad del agua; definiciones, teoría de las soluciones y principios básicos de electroquímica; características químicas y físicas importantes, clasificación química de las aguas, valor del pH, muestras y conservación de muestras; recopilación para el análisis químico y biológico (métodos), procedimientos de análisis de muestras de agua, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), componentes disueltos principales y secundarios; química de los ríos, lagos y aguas subterráneas, mares y océanos, eutrofización; contaminación del agua: plaguicidas, enfermedades transmitidas por el agua, fuentes puntuales y no puntuales, precauciones.

*Análisis de datos hidrológicos*

*Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes conocimientos teóricos básicos sobre el análisis de datos hidrológicos y familiarizarlos con los análisis hidrológicos más habituales.

*Contenido:* representatividad de los datos hidrológicos en el espacio y en el tiempo, frecuencia y fecha de las observaciones, instrumentos registradores y no registradores, disponibilidad de datos, errores y detección de errores, mapas y gráficos; interpretación de datos de precipitación (ajuste, interpolación de datos faltantes, distribuciones espaciales, mapas de isoyetas, precipitación en un área, análisis de duración, altura y distribución en superficie de la lluvia, curvas de intensidad-duración); evaporación y evapotranspiración; evaporación desde el agua de gravedad y las superficies del suelo, coeficiente de tanque, evaporación en las cuencas; infiltración: tasas, fórmula empírica, hidrograma; interpretación de datos de caudal fluvial: distribución espacial, mapas de escorrentía específicas, distribución temporal del volumen de escorrentías, introducción a los hidrogramas unitarios, análisis estadístico de crecidas y sequías.

*Almacenamiento y recuperación de datos*

*Objetivos de aprendizaje:* proporcionar a los participantes conocimientos prácticos sobre los sistemas de almacenamiento y recuperación de datos hidrológicos.

*Contenido:* formularios de presentación de datos, protocolo; transmisión de datos, control de calidad: comprobación de los datos; métodos generales de proceso: resúmenes diarios y mensuales, valores extremos; curvas de valores clasificados; publicación; bancos de datos, almacenamiento y recuperación de datos: anuarios.

*Mantenimiento de instrumentos*

*Objetivos de aprendizaje:* familiarizar a los participantes con las prácticas habituales del mantenimiento de instrumentos.

*Contenido:* reparación y mantenimiento: tecnología de taller, prácticas eléctricas y electrónicas, precauciones de integridad física y seguridad, dibujo de ingeniería (apuntes de trabajo, dibujos de piezas de recambio); instalación, reparación, pruebas *in situ* y calibración de instrumentos.

## CAPÍTULO 5

### FORMACIÓN CONTINUA

---

- 5.1 Definiciones y objetivos de la formación continua
- 5.2 Modos de enseñanza y aprendizaje
- 5.3 Métodos, materiales y técnicas de formación continua
- 5.4 Análisis de necesidades y estrategias de formación continua
- 5.5 Relación entre trabajos y formación continua

La educación continua mediante formación continua está integrándose en la vida profesional y personal de todos. Los modos, métodos y técnicas de apoyo para las actividades de formación continua son diversos y su correcta elección mejorará la eficacia del proceso de aprendizaje. La educación continua es un proceso cultural que no sólo se emprende mediante la formación continua.

La motivación del alumno es de máxima importancia e idealmente debería coincidir con los objetivos de su organización desde una perspectiva de desarrollo profesional continuo. Para ello es necesaria una estrategia bien planificada de formación continua a fin de completar, actualizar o mejorar la competencia laboral del personal, lo que conducirá, en última instancia, a una auténtica "organización de aprendizaje" que optimizará los recursos humanos.



## 5.1 DEFINICIONES Y OBJETIVOS DE LA FORMACIÓN CONTINUA

La expresión *formación continua* designa un concepto amplio, definido como la enseñanza y formación profesional no institucional impartida a quienes trabajan o buscan empleo con posterioridad a la enseñanza institucional o académica. Los métodos de formación continua difieren ampliamente y pueden basarse en diversos modos de enseñanza. Asimismo, las técnicas y herramientas apropiadas para la formación continua son importantes y deberán reelegirse con arreglo al grupo de destinatarios y a la finalidad del programa. La necesidad de formación continua está vinculada a la merma de los conocimientos y aptitudes generales de una persona con el paso del tiempo, por efecto de la "erosión" de los conocimientos y de la dependencia de las aptitudes respecto del tiempo (Figura 5.1). Por ello, la formación continua se considera un proceso de aprendizaje durante toda la vida.

Es útil definir varios términos y conceptos.

El *aprendizaje abierto y a distancia* (AAD) abarca un conjunto organizado de objetivos, contenidos y procesos de enseñanza concebidos para ser impartidos a alumnos que están alejados (en el espacio y/o en el tiempo) del docente o de las aulas tradicionales. El aprendizaje abierto y a distancia es una modalidad de formación continua. Una organización de renombre que imparte AAD es la Universidad Abierta del Reino Unido. Su metodología ha sido aplicada en numerosos países.

El *desarrollo profesional continuo* (DPC) consiste en una serie de actividades de formación continua, adaptadas a una profesión específica, que culminan en la adquisición de competencias necesarias para realizar nuevas tareas. Está orientado a un tipo de trabajo específico, por lo que suele ser organizado o solicitado por el empleador. Esencialmente, está determinado por la demanda, mientras que la formación continua suele estar determinada por la oferta. Así pues, la dificultad del DPC es la adecuación entre la oferta y la demanda. Desde el punto de vista de la demanda, no siempre existe una articulación clara de ésta o bien no se conoce la oferta. Asimismo, determinadas necesidades de formación pueden no ser suficientemente conocidas desde el punto de vista de la oferta.

La *formación basada en la competencia* (FBC) es una nueva tendencia de formación ocasional, estructurada y no institucional concebida para el personal en su lugar de trabajo. Normalmente, la FBC abarca:

- un desglose de las tareas en unidades y elementos;
- requisitos de desempeño y niveles de rendimiento específicos;
- requisitos de prueba y de evaluación;
- cierto reconocimiento oficial del empleador o de órganos externos.

Un ejemplo de reconocimiento oficial lo proporcionan las "calificaciones profesionales nacionales" otorgadas por la Qualifications and Curriculum Authority del Reino Unido.

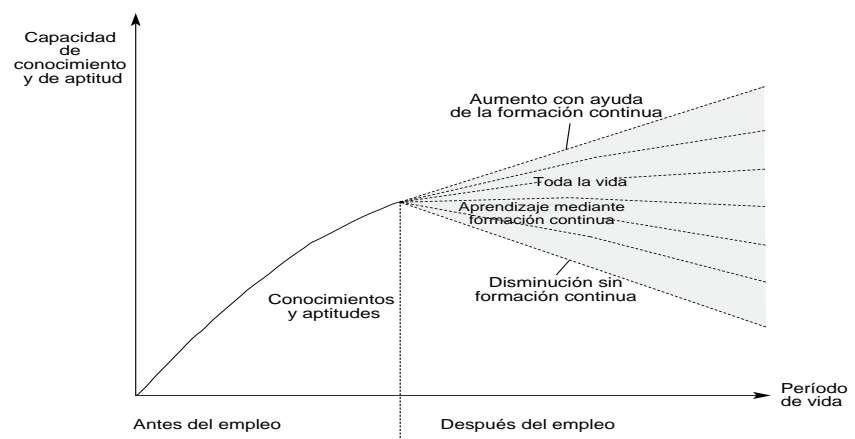


Figura 5.1 — Papel desempeñado por la formación continua en el mantenimiento de los conocimientos y las aptitudes de una persona (Van der Beken, 1993)

Los actores de la formación continua son los “estudiantes” o “aprendices” y los “profesores” o “docentes”. En la FBC, los alumnos y los docentes podrán intercambiar funciones cuando sea necesario transferir nuevos conocimientos y aptitudes en materias específicas.

El término *partes interesadas* describe a los "dispensadores" de formación continua (escuelas, universidades, instituciones de formación o departamentos de empresas y organismos como, por ejemplo, los Centros Regionales de Formación en Meteorología (CRFM) de la OMM) y a los “usuarios” de la formación continua (organismos públicos y empresas junto con sus empleados, individuos o ciudadanos y comunidades o representaciones de éstas) que participan en actividades de formación continua y que constituyen, por consiguiente, la “sociedad de aprendizaje”. En la formación continua, si el alumno busca trabajo, el “mercado de trabajo” puede considerarse como una parte interesada. En el DPC, el “empleador” del alumno es la principal parte interesada.

## 5.2 MODOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El modo de enseñanza clásico es el denominado *ex cátedra*, en el que el alumno recibe enseñanzas teóricas que se ponen en práctica en clases de tutoría y en cursos prácticos sobre el terreno. El aprendizaje abierto y a distancia, tal y como ha sido definido más arriba, puede considerarse como un modo especial de enseñanza, con una relación a distancia entre el alumno y el docente que difiere sustancialmente de la enseñanza clásica, que está basada en el contacto interpersonal.

El *enfoque basado en la resolución de problemas* obliga al alumno a resolver directamente problemas reales y el proceso de transferencia de conocimientos y aptitudes se realiza paso a paso, a medida que se resuelven los problemas. Ambas modalidades presentan ventajas y desventajas, aunque el enfoque basado en la resolución de problemas está recibiendo cada vez mayor atención por parte de los educadores. Está basado en el aprendizaje por ensayo y error, que resulta muy apropiado para la formación continua, el DPC y la FBC.

El *enfoque orientado a los proyectos* implica a los estudiantes en actividades de grupo y es especialmente útil cuando se necesita un planteamiento integrador como ocurre en la gestión integrada de los recursos hídricos. Presenta la ventaja suplementaria de que se ocupa de la actitud, el comportamiento, el criterio, la participación y las aptitudes de comunicación, es decir, de las competencias no técnicas, del alumno.

El *aprendizaje colaborativo* es una versión moderna del enfoque orientado a los proyectos y está basado en la aplicación de tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) a través de Internet. Se denomina también “aprendizaje basado en la Web”, es decir, aprendizaje a distancia mediante un enfoque orientado a los proyectos virtuales, y se utiliza para grupos de alumnos que se encuentran en lugares distintos. Permite establecer equipos interdisciplinarios e internacionales. La estructura organizativa, el plan de trabajo, la distribución de las tareas y la coordinación son, evidentemente, asuntos muy importantes y difíciles de tratar en este tipo de modalidad.

## 5.3 MÉTODOS, MATERIALES Y TÉCNICAS DE FORMACIÓN CONTINUA

Los *métodos de formación* continua pueden clasificarse con arreglo al nivel de supervisión que conllevan. Todos presentan ventajas y desventajas, que se resumen en el Cuadro 5.1.

Para cada método pueden utilizarse uno o varios tipos de material y de técnicas. Se describen a continuación los diferentes métodos, clasificados aproximadamente por niveles crecientes de tecnología.

### Métodos Formación en el trabajo

La *formación en el trabajo*, denominada también *formación durante el servicio*, es la forma más común de formación continua ya que puede consistir tanto en una breve formación verbal de un supervisor como en actividades de formación

<b>Métodos, material y técnicas de EFP</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Formación en el trabajo	Supervisión muy intensiva Flexible Económica Desplazamientos innecesarios	Limitación en número y en alcance Dificultad de medir cuantitativamente el rendimiento
Enseñanza en el aula	Económica y eficaz Número elevado de alumnos Resultados esperados bien definidos	Necesidad de planificación a largo plazo No siempre responde a las necesidades de cada alumno Supervisión limitada
Aprendizaje abierto	Libre distribución del tiempo Desplazamientos innecesarios Independiente del número de alumnos Posibilidad de aprendizaje por repetición Posibilidad de seleccionar técnicas de apoyo	Sin contacto directo entre alumnos y docente Gran esfuerzo personal necesario Peligro de que se pierda la motivación Puede haber falta de coherencia en los programas
Cursillos, cursos intensivos, seminarios	Objetivos claros Temario al día con respecto a los progresos científicos Interacción y contactos Alta eficacia en el aprendizaje Número de ausencias mínimo	Costos de desplazamiento elevados El público puede ser demasiado heterogéneo Necesario un alto grado de preparación Necesarios ponentes cualificados
Conferencias especiales	Discusiones y contactos personales Incentivos	Interacción limitada Sin supervisión Alto costo
Visitas técnicas	Efecto duradero Inspiración Repercusiones sociales	Alto costo Preparación didáctica intensiva necesaria Resultados difíciles de evaluar
Autoaprendizaje	Compromiso pleno Adaptado a cada persona Flexible en cuanto al tiempo y a los métodos y herramientas	Ritmo de aprendizaje insuficiente No reconocido Algunas técnicas pueden ser demasiado costosas
Libros de texto	Disponibles para repetir la lectura en cualquier momento Posibilidad de optimizar la concentración Aprendizaje asociativo Aprendizaje por etapas según la capacidad intelectual	A veces demasiado generales o demasiado especializados Sin posibilidad de obtener explicaciones del autor
Material impreso o apuntes	Primera información, más orientada al grupo de alumnos Manuales de usuario	El diseño y la estructura pueden ser deficientes
Cursos por correspondencia y material autodidáctico	Desplazamientos innecesarios Alto grado de flexibilidad Combina lo mejor de las técnicas impresas y no impresas	El procedimiento es laborioso Sin contactos personales Disponibles sólo materias básicas
Técnicas audiovisuales	Mejora y consolidación de métodos y de otros materiales	Limitaciones de tiempo en las transmisiones de radio y televisión
Técnicas asistidas por computadora (AAC, etc.)	Alto grado de flexibilidad Pueden incorporar supervisión automática	La producción es costosa Aspectos pedagógicos aún insuficientemente investigados Necesarios equipos y programas informáticos apropiados
Tecnologías de aprendizaje avanzadas y técnicas de aprendizaje en línea	Participación interactiva posible mediante Internet Sin costes de desplazamiento Posibilidad de organizar supervisión para el alumno	Costos de producción elevados Aspectos pedagógicos aún insuficientemente investigados Acceso de banda ancha a Internet necesario para algunas aplicaciones

Cuadro 5.1 — Métodos, material y técnicas de EFP: ventajas y desventajas

estructuradas en el seno de la empresa. Varía en la intensidad y en el tiempo necesario para recibirla. Por lo general, no obliga a desplazarse y la mayor parte de la docencia puede ser impartida por personal de la empresa.

Este método suele estar muy controlado y frecuentemente implica una relación interpersonal. Tal es el caso del aprendizaje y de la tutela. El primero suele culminar en la obtención de una cualificación reconocida y puede abarcar incluso una enseñanza institucional de dedicación parcial (por ejemplo, por las noches o en los fines de semana), mientras que en el segundo, de carácter más oficioso, el alumno trabaja junto con el tutor y bajo la supervisión de éste. La ventaja de la tutela estriba en que ni el alumno ni el tutor la contemplan como una imposición; no es costosa y se obtiene fácilmente en el lugar de trabajo.

La formación en el trabajo no es una actividad exclusivamente interpersonal. En lo que se refiere a la rentabilidad, ésta puede aumentar si se forma a más de un individuo al mismo tiempo. Las empresas pueden designar a instructores propios o bien contratar a instructores profesionales externos para formar a su personal. Sin embargo, el empleador puede desear también enviar al empleado a otra empresa, posiblemente incluso a otro país, para este tipo de formación.

*Enseñanza en el aula* Dada la limitación del número de alumnos que pueden asistir a un programa de formación continua en la modalidad de aprendizaje, la enseñanza y formación profesional en aulas convencionales es, en muchos casos, más rentable. Durante un período de tiempo, profesores y alumnos se reúnen y llevan a cabo una actividad de formación continua que puede adaptarse a las necesidades del alumno medio. La enseñanza en el aula puede consistir tanto en una clase *ex cathedra* como en seminarios abiertos para el aprendizaje por contacto interpersonal. Puede ser enteramente teórica o estar orientada a la práctica. El curso puede estar adaptado a las necesidades inmediatas de la empresa o ser un curso abierto al público en general. La duración puede variar desde una hora hasta varias semanas, tanto en dedicación parcial como completa. En esta modalidad, la formación de grupos prevalece sobre los métodos individuales. La educación en aulas puede formar parte simplemente de un programa más amplio de actividades de formación que abarca tareas de laboratorio, trabajo en condiciones reales, etc. (véase el Apartado 3.2, PEB-HRH—Actividades de integración). Este tipo de enseñanza puede terminar adoptando la forma de aprendizaje abierto y de cursos/cursillos/seminarios de corta duración.

*Aprendizaje abierto* El aprendizaje abierto es muy apropiado tanto para la formación reiterada como para la adquisición de nuevos conocimientos.

Es particularmente flexible y puede aplicarse tanto a grandes grupos como a individuos. Exige un alto grado de iniciativa del estudiante, quien escoge o determina esta formación por iniciativa propia dependiendo de las técnicas de apoyo de las que disponga. Suele apoyarse en cursos por correspondencia, programas de radio y televisión, sistemas de aprendizaje a distancia y otros tipos de material de autoaprendizaje (paquetes didácticos, paquetes de programas de computadora) así como material obtenido en Internet. A menos que el alumno esté sólo interesado en el proceso de autoaprendizaje sin supervisión, el aprendizaje abierto estará sometido a un cierto nivel de supervisión en forma de asesoramiento personal, cursillos, seminarios itinerantes y por correspondencia.

Para que este tipo de aprendizaje sea eficaz, debe incorporar un alto nivel de estructuración y de organización, con planes de supervisión bien preparados y tecnologías de aprendizaje avanzadas. En ese sentido, difiere esencialmente del autoaprendizaje, que, aunque utiliza técnicas de apoyo similares, es la forma más desestructurada de aprendizaje.

En lo que respecta a la rentabilidad, esto significa que hay que impartirla a un grupo grande de alumnos ya que el desarrollo de las técnicas de apoyo apropiadas es muy costoso. Por ello es una modalidad no muy utilizada en hidrología.

*Cursillos, cursos intensivos, seminarios*

Los cursillos, cursos intensivos, cursos de actualización de conocimientos, seminarios, seminarios itinerantes y escuelas de verano son métodos que tienen en común su corta duración (entre dos o tres días y varias semanas). Sus objetivos pueden diferir y también pueden basarse en técnicas de apoyo muy diferentes. En general, puede decirse que esos métodos son más intensivos que cualquier otra modalidad. Por ello, su alcance suele reducirse o limitarse a algún tema determinado de una disciplina o área específica. Sus distintas modalidades pueden describirse como sigue:

*Cursillo:* reunión que ofrece a las personas con un interés o problema común la oportunidad de conocer a especialistas que les aporten conocimientos directos y de realizar tareas prácticas.

*Curso intensivo:* conjunto organizado de cursos para atender a necesidades urgentes en el tiempo más breve posible y mediante una utilización intensiva de los recursos.

*Curso de actualización de conocimientos:* actividades destinadas a revisar y renovar maneras de proceder, conocimientos y aptitudes adquiridas en el pasado y que han sufrido un deterioro por falta de utilización, o que necesitan ser actualizadas.

*Seminario:* curso o conferencia de corta duración que hace uso abundante de métodos participativos y se dedica al estudio exclusivo de un tema para profundizar en él.

*Seminario itinerante:* el elevado costo de un seminario puede reducirse organizando seminarios itinerantes, en los que los instructores se desplazan de un lugar a otro y repiten el mismo curso; el público y los fines deberán ser similares en todos los lugares.

*Escuela de verano:* esta modalidad ha sido creada para aprovechar el tiempo de ocio a fin de preparar a personal universitario, por lo general de nivel superior, y a docentes con el objetivo de refrescar o actualizar conocimientos y de realizar estudios innovadores.

*Conferencias especiales*

Una conferencia especial no tiene un objetivo de formación en concreto ni está relacionada con la enseñanza práctica de los participantes; constituye una transferencia de conocimientos y puede servir de complemento a otros métodos de formación continua. Por lo general, los participantes no pueden interactuar sino que son oyentes pasivos. No es fácil controlar los beneficios que recaen sobre el participante. Sin embargo, los debates y contactos personales pueden considerarse como elementos de enriquecimiento individual. Frecuentemente, las conferencias constituyen un catalizador y un incentivo para ampliar estudios, con independencia de la mayor o menor implicación de cada persona.

*Visitas técnicas*

Las visitas técnicas y viajes de estudios son actividades de formación continua que ilustran la aplicación práctica de los conocimientos o aptitudes obtenidos por otros métodos de formación continua. La hidrología, como ciencia de ingeniería y del medio ambiente, está íntimamente ligada a las actividades de observación visual y, por consiguiente, los estudios prácticos constituyen una parte esencial de la educación hidrológica general (véase el Apartado 3.2). Las impresiones visuales tienen un efecto duradero en el alumno y a menudo reavivan su interés. Muchas conclusiones teóricas que el alumno percibe sólo de manera abstracta encuentran aquí una explicación práctica y se integran en los conocimientos del alumno.

*Autoaprendizaje*

El autoaprendizaje debe considerarse como el grado más bajo de aprendizaje organizado y está sujeto a una supervisión mínima. Sin embargo, su valor para la

formación continua no debe infravalorarse ya que implica el grado más alto de iniciativa y de compromiso personal. En el sentido más amplio, es lo que más se asemeja al aprendizaje como afición, por lo que es la modalidad en la que el alumno se siente más identificado. Pero, aun en los casos en que el autoaprendizaje constituye una medida complementaria o auxiliar para mejorar las capacidades profesionales, el alumno se sentirá plenamente comprometido y puede que hasta esté dispuesto a invertir fondos personales.

Muchas personas sienten la necesidad de mejorar sin esperar a que el empleador tome la iniciativa. En otros casos, pueden considerar que la iniciativa del empleador es un aviso de que su puesto está en peligro. Por ello, puede decirse que el autoaprendizaje, así como otros tipos de formación práctica, es el método de formación continua más utilizado.

El autoaprendizaje requiere la utilización de material didáctico en forma de libros, paquetes didácticos, tecnologías de aprendizaje asistido por computadora y otras tecnologías de aprendizaje avanzadas, de manera que el alumno pueda progresar sin intervención del docente o con una orientación mínima de éste. El alumno es plenamente independiente y puede elegir su propio ritmo de estudio.

#### Material y técnicas de apoyo *Material elemental*

En cuanto a las necesidades de material de formación, la formación continua no se diferencia de otras actividades de formación en escuelas, empresas y universidades. Así pues, las pizarras, cuadernos, lapiceros, calculadoras, etc. son indispensables y se indican aquí únicamente por razones de exhaustividad.

#### *Libros de texto y material impreso*

Este tipo de material es, sin duda, una de las principales fuentes de material de estudio para cualquier curso. Su importancia es indudable y constituye la base de todo tipo de enseñanza. El autoaprendizaje con ayuda de material impreso es un método individualizado que depende íntegramente del hábito y de la capacidad de estudio del individuo.

#### *Cursos por correspondencia y material autodidáctico*

La enseñanza por correspondencia se caracteriza por un intercambio sistemático entre el profesor y los alumnos de material didáctico enviado por correo. Es una técnica de apoyo muy corriente en la enseñanza de adultos. Los cursos diseñados para ese tipo particular de aprendizaje a distancia pueden consistir en los mismos libros de texto o de trabajo que se utilizan en las aulas, aunque no suelen ser ni adecuados ni suficientes. Los cursos por correspondencia deberían prepararse en formato de "autoaprendizaje" y deberían incluir ejercicios de autoevaluación así como la posibilidad de vías alternativas y de selección del material.

El procedimiento es como sigue: se envía por correo una parte del curso al alumno para que la lea y responda a las preguntas sobre la resolución de los ejercicios. El alumno, a su vez, envía sus tareas al tutor, que las corrige y responde a continuación con un nuevo grupo de tareas, y el proceso comienza de nuevo.

Los cursos por correspondencia suelen formar parte integrante de las modalidades multimedia y de entornos de aprendizaje en línea.

#### *Técnicas audiovisuales e informáticas*

Las técnicas multimedia tradicionales (casetes de audio y de vídeo, radio y televisión) potencian el proceso de aprendizaje a todos los niveles y pueden reforzar el valor de cualquier método de formación continua.

Las técnicas informáticas utilizan computadoras con paquetes de programas y material de aprendizaje asistido por computadora (AAC), con disquetes, CD-ROM y DVD. Hay que tener presente que la creación de material de AAC y similares es costoso y requiere conocimientos especializados a distintos niveles. Una vez que se dispone de productos adecuados, la AAC y similares son muy útiles para gran número de métodos de formación continua.



Cuadro 5.2 — Entorno de aprendizaje en línea: modos de interacción temporal y espacial (T. Hasan, 2002)

	<b>Un mismo lugar</b>	<b>Lugares diferentes</b>
<b>Al mismo tiempo</b>	Sincrónico <ul style="list-style-type: none"> <li>• En aulas</li> <li>• Cursos, seminarios presenciales</li> <li>• Formación en el trabajo</li> </ul>	Sincrónico distribuido <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chat</li> <li>• Video/audioconferencia</li> <li>• Televisión interactiva</li> </ul>
<b>En momentos diferentes</b>	Asincrónico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horario de biblioteca ampliado</li> <li>• Archivos</li> <li>• Bibliotecas digitales</li> <li>• Laboratorios informáticos</li> </ul>	Asincrónico distribuido <ul style="list-style-type: none"> <li>• correo electrónico, hipertexto por Internet, foros de discusión, listas de difusión, etc.</li> <li>• material de correspondencia impreso</li> </ul>

*Tecnologías de aprendizaje avanzadas o técnicas de aprendizaje en línea*

Las tecnologías de aprendizaje avanzadas (TAA) y las técnicas de aprendizaje en línea o de aprendizaje por medios electrónicos son combinaciones de tecnologías o herramientas basadas en la TIC que permiten a los alumnos de un mismo lugar o de lugares diferentes utilizar programas informáticos y otros recursos de manera síncrona o asíncrona y comunicarse y relacionarse con el docente (a distancia) y entre sí. En el Cuadro 5.2 se exponen las distintas posibilidades.

El modo de aprendizaje colaborativo por Internet, mencionado en el Apartado 5.2, explota al máximo esas posibilidades, aunque está todavía en fase experimental. Huelga decir que se esperan avances en el futuro.

5.4 ANÁLISIS DE NECESIDADES Y ESTRATEGIAS DE FORMACIÓN CONTINUA

Para cumplir con los objetivos de la formación continua y alcanzar el nivel de eficiencia más alto para un alumno en un entorno específico hay que escoger los métodos de formación continua apropiados y el material y técnicas auxiliares adecuados. En la Figura 5.2 se ilustra esta "armonización de parámetros" o conformidad de los conocimientos y aptitudes iniciales de alguien con los objetivos de la organización (parámetro 1), con el método de formación continua escogido (parámetro 2) y con el compromiso del individuo (parámetro 3). Al igual que en las demás actividades humanas, la motivación y los incentivos (o recompensas) son esenciales; para la formación continua, el incentivo principal suele ser la mejora profesional.

Figura 5.2 — Modelo de armonización de parámetros GILBRICH: los objetivos de FPC (parámetro 1) de la organización se alcanzarán óptimamente si se selecciona el método de formación continua apropiado (parámetro 2) y si el estudiante posee una motivación personal (parámetro 3)

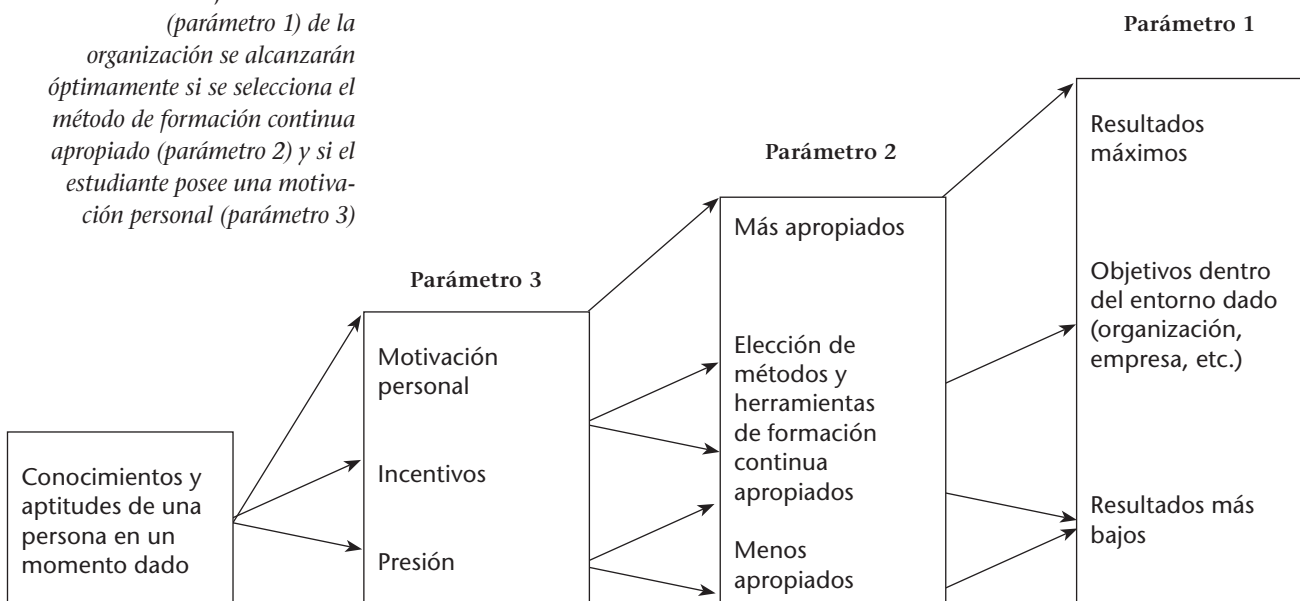
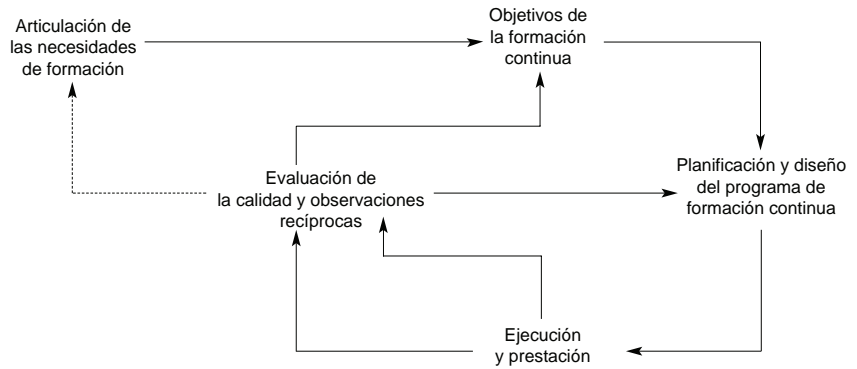


Figura 5.3— El ciclo sistemático de la formación continua



Otro aspecto de la formación continua es el grupo de personas al que están destinados los programas. La formación continua es costosa, por lo que la planificación, diseño y realización de la misma suelen estar adaptados a un grupo de alumnos que no siempre poseen el mismo nivel inicial de conocimientos y de aptitudes. Además, el método/técnica utilizado puede no ser apropiado para todos los alumnos por igual. Los incentivos pueden diferir también según el alumno.

Es necesario aplicar un ciclo sistemático de identificación de necesidades, definición de objetivos, selección de métodos y técnicas de apoyo, y evaluación y observaciones (Figura 5.3).

Dada la naturaleza cualitativa de las actividades de formación continua, es posible confundir fácilmente conceptos de gestión tales como la eficiencia y la efectividad. La eficiencia mide el rendimiento de un proceso en el seno de un sistema, mientras que la efectividad evalúa lo que éste produce (el efecto del proceso) en relación con sus objetivos. Por ejemplo, un programa de enseñanza puede ser eficiente si su cociente costo/alumno se mantiene en unos niveles satisfactorios, pero será muy poco efectivo si imparte enseñanzas inadecuadas para las necesidades del mundo laboral. Cabe señalar que, frecuentemente, es más difícil encontrar indicadores mensurables de efectividad que de eficiencia. En cualquier caso, no hay que confundir ambos conceptos. La Figura 5.4 ilustra esa distinción.

En la formación continua, así como en la enseñanza y formación institucionales, es posible medir el aumento de los conocimientos y aptitudes de los participantes antes y después de los cursos, por lo general mediante exámenes. La eficiencia general de la formación tiene en cuenta ese valor, aunque también la selección de los participantes, la planificación y diseño de las enseñanzas y su contenido e impartición. La eficiencia de la formación no incluye necesariamente un análisis de costo-beneficio, aunque es natural suponer que quienes proporcionan la formación continua desean cubrir costos.

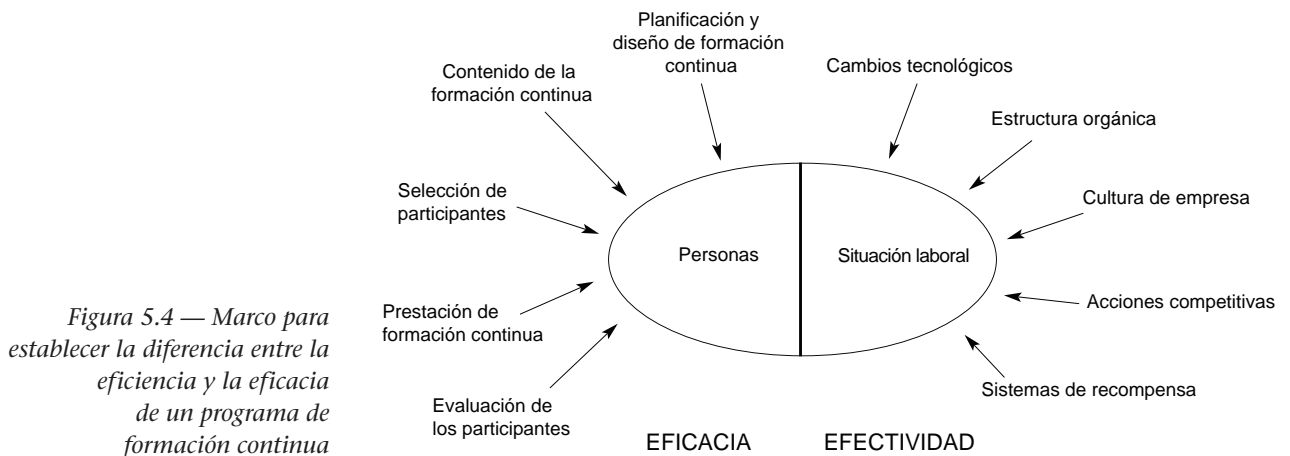


Figura 5.4 — Marco para establecer la diferencia entre la eficiencia y la eficacia de un programa de formación continua



Sin embargo, la efectividad, o impacto, está más orientada a la competencia de las personas para ejecutar adecuadamente su trabajo en una situación laboral concreta. La estructura y la cultura de empresa, las actuaciones de los competidores, el sistema de recompensas, la satisfacción personal, etc. desempeñarán un papel a ese respecto, por lo que el "impacto" de un programa de formación continua no es, en realidad, mensurable. La pérdida que supone el no satisfacer la necesidad de mejorar la competencia del personal es difícil, por no decir imposible, de cuantificar.

Así pues, la correcta articulación de las necesidades de formación, la selección adecuada de los alumnos y de los docentes, la elección del mejor programa de formación continua, es decir, la correspondencia entre la demanda y la oferta, la relación costo-beneficio y, en última instancia, un entorno de trabajo apropiado en el que se pongan en práctica los nuevos conocimientos, aptitudes y competencias adquiridos por el alumno son de gran importancia y deben ser tenidos en cuenta en toda política de formación continua. Para conseguirlo, es esencial la aplicación de mecanismos de garantía de calidad y de evaluación en un programa de formación continua (véase el Apéndice 1). En algunos casos, por ejemplo, en el Reino Unido, la acreditación "profesional" es aplicable tanto a la formación continua como al desarrollo profesional continuo.

## 5.5 RELACIÓN ENTRE TRABAJOS Y FORMACIÓN CONTINUA

### Descripciones de puesto

Los puestos de trabajo en una organización o empresa en el sector de la gestión integrada de los recursos hídricos requieren competencias vinculadas a las responsabilidades que se indican en el Cuadro 2.2 del Capítulo 2.

Si el puesto está bien definido y las competencias laborales se describen con claridad, un análisis heurístico retrospectivo debería permitir identificar los conocimientos y aptitudes necesarios de programas de estudio específicos para un empleo determinado.

En realidad, dada la multitud de puestos que pueden corresponder a una profesión, particularmente en gestión integrada de los recursos hídricos, no es viable desde el punto de vista económico impartir programas de enseñanza y formación profesional institucionales para todos los puestos de trabajo identificados. De ahí las razones para clasificar al personal hidrológico (hidrólogos, técnicos en hidrología, profesionales complementarios) con arreglo a los programas de enseñanza básica (PEB-HRH, PEB-THTIM, PEB-TIC y PEB-GSD, PEB-GMA, PEB-SED) descritos en el Capítulo 2 (Figura 2.1).

Por lo tanto, la enseñanza y formación profesional institucionales no pueden satisfacer todas las necesidades en materia de competencia laboral. En cambio, deberían permitir que las personas desarrollasen la actitud y aptitud adecuadas para ampliar sus conocimientos mediante la enseñanza y formación profesional no institucional (es decir, la formación continua) y mediante el aprendizaje no institucional. La organización que emplea al alumno es responsable de propiciar que su empleado progrese hasta alcanzar el nivel de competencias requerido, por lo que debería establecer y apoyar un programa de desarrollo profesional continuo (DPC) o de formación basada en la competencia (FBC) para cada empleado, adaptado a los objetivos de la organización. Por consiguiente, el empleador:

- describe el empleo mediante una descripción general del puesto de trabajo y de las relaciones jerárquicas, objetivos y tareas principales, los resultados esperados y la competencia requerida;
- define la categoría de personal que sería más adecuada para el puesto: hidrólogo, técnico en hidrología o profesional complementario;
- publica el anuncio de vacante apropiado;
- selecciona al candidato con la cualificación más apropiada para la categoría de personal definida;
- establece un programa de DPC o de FBC a fin de completar, actualizar o mejorar las competencias profesionales del empleado mediante formación continua.

En el Apéndice 2 se ofrece, a título informativo, un ejemplo prototípico de descripción de un puesto de director regional (adaptado de Bruen, 1993, págs. 56-59).

### Programación de la formación continua y política de recursos humanos

Muchas organizaciones del sector hídrico están experimentando actualmente importantes cambios técnicos, debido a factores sobradamente conocidos como la rápida evolución de la TIC; la modernización y diversificación de los sistemas de observación y, en particular, de la teledetección; y los importantes avances en ciencias de la Tierra y en métodos y técnicas de cálculo. Como ya se ha indicado en el Capítulo 1, esas organizaciones están también modificando su cometido tradicional y sus modos de gestión a fin de poder hacer frente a las nuevas demandas del sector público y del sector privado en el contexto de una creciente liberalización y globalización de los productos y servicios. De hecho, están replanteándose las estrategias, estructura y gestión organizativas, los métodos y procedimientos de trabajo, los criterios de desempeño, la cultura de empresa y la imagen institucional, así como las políticas y sistemas de recursos humanos (RH), a fin de adecuarse a los nuevos objetivos de organización.

Dado que la dimensión humana es fundamental en todo cambio organizativo, las personas deben comprender esos cambios, estar dispuestas a adaptarse y ser capaces de llevarlos a término. El personal tiene que asimilar, en períodos de tiempo relativamente cortos, los nuevos métodos y procedimientos de trabajo. También deben: adquirir nuevas aptitudes, absorber más información; realizar nuevas tareas; mejorar sus conocimientos y su rendimiento; modificar sus actitudes acerca de la manera de hacer las cosas; y adaptar su juicio de valor y su comportamiento. Un cambio de actitud del personal con respecto al desarrollo profesional continuo y, en particular, al desarrollo personal, es esencial para poder cumplir plenamente la transformación deseada. En consonancia, el departamento de recursos humanos tendrá que:

- contribuir a definir la estrategia de la organización y asesorar sobre las necesidades de personal a corto y a largo plazo en cada rama de actividad;
- elaborar un plan maestro de recursos humanos coherente con el cometido dinámico de la organización, su nuevo contexto y objetivos; el plan debería incluir escenarios realistas para su aplicación y describir los empleos, como se indica en el Apéndice 2;
- comparar las competencias laborales definidas con el desempeño real en los puestos;
- articular cuidadosamente la demanda de formación y adecuarla a las oportunidades de formación continua disponibles;
- preparar una serie de opciones de formación adecuadas, adaptadas específicamente al personal que se desea formar en relación con la especificidad de cada rama, la motivación e incentivos así como el contenido de los programas, la duración, los métodos de enseñanza, la evaluación y la certificación de los programas, en estrecha cooperación con los departamentos y docentes;
- organizar la impartición de enseñanzas con arreglo a un calendario apropiado;
- seleccionar a los alumnos, en consulta con los departamentos.

Además, se hace necesario adaptar los cambios organizativos previstos al personal de que se dispone para ello. Tales cambios pueden obligar a modificar las competencias exigidas al personal y, en particular, las trayectorias profesionales de los administradores o directores, que suelen ser el punto de culminación de las carreras profesionales.

Así pues, el principal desafío para el departamento de recursos humanos consiste en poder transformarse rápidamente, a fin de constituir un sistema auténticamente integrado que abarque diversas funciones: la planificación de los recursos humanos y la redistribución de plantilla, y la formación y actualización profesional de la misma. En la práctica, la realización de esas funciones deberá ser sostenible, aunque en consonancia con la constante evolución de las necesidades.

Sólo en ese momento la política de recursos humanos permitirá asegurar que la organización del aprendizaje en cuestión cuente con el número de empleados requerido, en el momento adecuado y con las competencias adecuadas.

## PARTE B

### EJEMPLOS

---

6. Ejemplos de programas de enseñanza básica
7. Ejemplos de competencias laborales requeridas para las principales ramas de actividad

*Ya es suficientemente desalentador que no podamos aprender de una vez para siempre. Nuestros ancestros pudieron vivir con la educación que recibieron de jóvenes. Pero, en la actualidad, todos tenemos que volver a aprender, al menos cada cinco años, para no quedarnos a la zaga.*

*(Johann Wolfgang Goethe en Die Wahlverwandschaften I, 4; 1809)*

Mientras que en la Parte A se ofrecen directrices generales con respecto a la clasificación del personal, las principales disciplinas, la enseñanza obligatoria y la formación profesional continua del personal especializado en hidrología, en la Parte B se presentan algunos ejemplos reales que pueden inspirar a los docentes y a los gestores a la hora de definir sus propias necesidades en el asunto, en función de las circunstancias locales y de determinados fines. No obstante, la presente publicación no pretende ser un inventario de los programas de enseñanza o de los libros y material didáctico ya existentes.

Los ejemplos que se mencionan están expuestos en dos capítulos diferentes. En el Capítulo 6 se abordan los programas de enseñanza básica para la capacitación inicial de hidrólogos y técnicos en hidrología. El Capítulo 7 ilustra las competencias laborales necesarias para algunos de los puestos de trabajo más habituales en el ámbito de la gestión integrada de los recursos hídricos. Los ejemplos han sido amablemente proporcionados por los expertos siguientes: el Sr. P. Chola (Zambia), la Sra. C. Farías (Venezuela), los Sres. D. Rabuffetti y S. Barbero (Italia), el Sr. I. Shiklomanov (Federación de Rusia) y el Sr. B. Stewart (Australia).



## CAPÍTULO 6

### EJEMPLOS DE PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA

---

6.1 Ejemplos de programas de enseñanza básica para hidrólogos

6.2 Ejemplos de programas de enseñanza básica para técnicos en hidrología

Como continuación del Capítulo 3, en el que se describía un marco para los programas de enseñanza básica destinados a profesionales complementarios, en el presente capítulo se exponen varios ejemplos de programas de enseñanza básica sobre hidrología y recursos hídricos (PEB-HRH), gestión de sistemas de datos (PEB-GSD), gestión del medio ambiente (PEB-GMA) y socioeconomía y derecho (PEB-SED) procedentes de Bélgica, Países Bajos, Australia y Reino Unido. Además, se ofrecen ejemplos de un curso de corta duración impartido en varias ocasiones en África y de un curso de formación en el trabajo de larga duración que tuvo lugar en Canadá. Ambos corresponden a las ramas de especialización de los PEB para técnicos en hidrología que se presentan en el Capítulo 4.

## 6.1 EJEMPLOS DE PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA HIDRÓLOGOS

### Ejemplo de PEB-HRH

Los ejemplos de PEB siguientes han sido seleccionados para ilustrar la gran diversidad de programas de postgrado que podrían constituir la formación de una persona que vaya a ejercer una profesión en el ámbito de la gestión integrada de los recursos hídricos. No podemos garantizar que toda la información presentada en el momento de la publicación de estas *Directrices* sea exacta al cien por cien; los lectores que deseen obtener información más reciente pueden hacerlo acudiendo a las direcciones de sitios web que se indican en el texto.

La Universidad Libre de Bruselas y la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) ofrecen conjuntamente un programa de maestría, de dos años de duración, en ingeniería de los recursos hídricos, conocida por el acrónimo IUPWARE (Programa Interuniversitario de Ingeniería de Recursos Hídricos). El programa consiste en un primer año de estudios complementarios, seguido de un segundo año en el que los temas básicos se completan con una de cuatro ramas optativas, que constan a su vez de otros dos temas. Una de estas ramas se denomina Hidrología. Aunque la estructura del programa que incluye esta rama difiere de la del PEB-HRH resumido en el Capítulo 3, el contenido de los programas de estudio respectivos es esencialmente el mismo. El PEB-HRH forma parte del marco de las ciencias de la Tierra, mientras que la opción de Hidrología del IUPWARE pone un mayor énfasis en las aplicaciones técnicas. Este ejemplo ha sido elegido en particular para ilustrar que puede encontrarse el contenido de un programa que se adapte al PEB-HRH en instituciones académicas diferentes, que harán mayor hincapié en uno u otro aspecto de la actividad profesional según la institución.

Los programas de estudio completos de los distintos cursos podrán encontrarse en la documentación correspondiente (<http://www.iupware.be>), que se actualiza con regularidad en caso de cambios en la estructura y en el contenido de los programas de estudio. La descripción que se ofrece más adelante constituye sólo un resumen general del contenido de los cursos. La importancia relativa de cada curso se expresa en créditos, mediante la anotación del Sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos (ECTS). En ese sistema, la carga de trabajo total asignada a una hora de clases por semana más una hora de ejercicios, cursillos o clases prácticas para un semestre nominal de 14 semanas se cifra en aproximadamente 2,5 créditos.

Para ofrecer una información más completa, se detallan también a continuación las otras tres opciones del programa IUPWARE, que abarcan los temas de irrigación, calidad del agua y ecología acuática.

#### *Programa de estudio y estructura del IUPWARE*

#### **Cursos del primer año (45 créditos ECTS, 5 por curso)**

- C1 Cálculo básico (curso puente que no permite obtener créditos)  
*Revisión de las técnicas matemáticas básicas utilizadas o aplicadas frecuentemente en el campo de la ingeniería de recursos hídricos; abarca cálculo, álgebra lineal, vectores y escalares.*
- C2 Métodos matemáticos  
*Introducción a las técnicas matemáticas avanzadas necesarias para analizar y resolver problemas de mecánica de fluidos, entre ellas, las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y los métodos numéricos para su resolución.*
- C3 Métodos estadísticos  
*Introducción a los conceptos de probabilidad y estadística aplicados a la hidrología y a la gestión del agua, entre ellos, la estadística descriptiva; teoría de la probabilidad; distribuciones de probabilidad y estimación de parámetros; comprobación de hipótesis; análisis de frecuencias; regresión y correlación; e introducción al análisis de series temporales.*
- C4 Evaluación de los suelos  
*Métodos para predecir la idoneidad de las tierras para fines específicos en función de los suelos y el clima, y aspectos de sostenibilidad con respecto a la agricultura de regadío y a la conservación del suelo.*

- C5 Hidráulica  
*Técnicas para el análisis y diseño de tuberías y redes de tuberías; canalizaciones abiertas y redes de canalizaciones abiertas; bombas y estaciones de bombeo; y canales de drenaje.*
- C6 Hidrología de superficie  
*Conocimientos básicos sobre el ciclo hidrológico y los procesos hidrológicos, incluida la relación entre las precipitaciones y la escorrentía, y el encaminamiento de las crecidas.*
- C7 Hidrología de aguas subterráneas  
*Principios y propiedades de la existencia y dinámica de las aguas subterráneas y técnicas para la exploración, explotación y gestión del agua subterránea.*
- C8 Agronomía de irrigación  
*Introducción a la agroclimatología, relaciones entre el suelo, el agua y las plantas, estimación de las necesidades de agua para el riego y principios de planificación de cultivos en el tiempo.*
- C9 Ecología acuática  
*Introducción a la estructura y funciones de los ecosistemas de agua dulce y marinos y, en particular, a la evaluación de la calidad del agua y a la gestión y rehabilitación de los entornos acuáticos naturales.*
- C10 Calidad y tratamiento del agua  
*Introducción a la evaluación de la calidad del agua, en particular, de sus características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas, y a los métodos de tratamiento del agua y de las aguas de desecho.*

#### **Cursillos (15 créditos ECTS, tres por cursillo)**

- W1 Tecnología de la información  
*Introducción a la utilización de redes de PC para la resolución de problemas (particularmente con hojas de cálculo), comunicaciones electrónicas, recuperación de datos y presentación de informes y de resultados.*
- W2 Hidrometría  
*Introducción a las técnicas de medición del nivel del agua y de su velocidad, flujo, presión y transporte de sedimento en diversas situaciones de laboratorio y en condiciones reales.*
- W3 Aspectos sociales, políticos y económicos de la ingeniería hidráulica  
*Introducción a los aspectos sociales, políticos e institucionales de los proyectos de desarrollo de los recursos hídricos, ilustrados con estudios de casos particulares en el marco de las organizaciones internacionales.*
- W4 Evaluación de impacto ambiental  
*Introducción a los procedimientos y reglamentaciones de la evaluación de impacto ambiental, determinación del alcance de los proyectos y propuestas de medidas de atenuación.*
- W5 Análisis económico de proyectos hídricos  
*Análisis económico y financiero, análisis de costo-beneficio, análisis de sensibilidad y tratamiento de la incertidumbre.*

#### **Cursos de segundo año (50 créditos ECTS)**

- G1 Sistema de información geográfica (SIG) y teledetección en ingeniería de los recursos hídricos (5 créditos)  
*Introducción al proceso de información espacial mediante SIG, teledetección y proceso de imágenes.*
- G2 Hidráulica avanzada (5 créditos)  
*Métodos de análisis y diseño basados en modelos numéricos y físicos para resolver problemas de flujo de variación rápida, de flujo no permanente y de transporte de sedimento.*
- G3 Modelización de la calidad del agua (5 créditos)  
*Tratamiento de la estructura y aplicación de modelos de la calidad del agua para ríos, lagos y estuarios.*
- G4 Enfoque sistémico de la gestión del agua (5 créditos)  
*Aplicación de herramientas modernas de análisis de sistemas a la gestión y control de los recursos hídricos y sistemas ecológicos.*
- G5 Gestión de la utilización y reutilización del agua (3 créditos)  
*Gestión del agua en relación con los recursos hídricos y con la calidad del agua; adecuación del agua; conservación del agua y tecnología aplicada a ésta; y reutilización de aguas tratadas.*



- G6 Diseño de proyectos integrados (5 créditos); seminarios (3 créditos); trabajo académico (17 créditos)  
*Ejercicios de fomento del espíritu de equipo; seminarios a cargo de ponentes invitados; y un trabajo académico individual sobre algún tema relacionado con el país de origen del participante.*

**Opción 1 - Hidrología (10 créditos ECTS, 5 por curso)**

- G7 Modelización del agua superficial  
*Cursillo destinado a familiarizar a los participantes con una herramienta genérica para la modelización y la predicción de la precipitación, la escorrentía y el transporte de sedimentos y aplicación a la evaluación de escenarios de gestión para una cuenca fluvial.*
- G8 Modelización del agua subterránea  
*Introducción a la modelización del flujo de agua subterránea y a la simulación de la contaminación del agua subterránea; aplicación de modelos disponibles al estudio de un caso particular.*

**Opción 2 - Irrigación (10 créditos ECTS, 5 por curso)**

- G9 Ingeniería y tecnología de la irrigación  
*Diseño de sistemas de riego y de drenaje, con especial hincapié en las aplicaciones de diferentes tipos de sistemas en condiciones reales, incluidos los estudios de casos particulares.*
- G10 Planificación, ejecución y gestión de proyectos de riego  
*Técnicas y procedimientos para conseguir un funcionamiento y gestión óptimos y eficaces de los sistemas de riego, con ejercicios prácticos sobre el arroz y los sistemas de cultivos múltiples.*

**Opción 3 - Calidad del agua (10 créditos ECTS, 5 por curso)**

- G11 Hidráulica de la recogida de aguas de desecho y del suministro de agua  
*Diseño técnico de sistemas de abastecimiento de agua y de recogida de aguas de desecho.*
- G12 Tratamiento de agua y de aguas de desecho  
*Características, funcionamiento y diseño de diferentes tipos de plantas de tratamiento de agua potable y de aguas de desecho, con ejercicios de diseño y visitas a plantas de tratamiento.*

**Opción 4 - Ecología acuática (10 créditos ECTS, 5 por curso)**

- G13 Control de la calidad del agua  
*Control de la calidad del agua mediante métodos físico-químicos y biológicos e introducción a la ecotoxicología.*
- G14 Ecología acuática avanzada  
*Conceptos de ecología acuática, con especial atención a los hábitats tropicales y subtropicales, y diseño de estudios experimentales y en condiciones reales para la recopilación de datos y la construcción de modelos.*

Ejemplo de PEB-GSD En 1991, el Instituto Internacional de Ingeniería de las Infraestructuras, la Hidráulica y el Medio ambiente (IHE) [ahora Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua] de Delft (Países Bajos) introdujo una titulación en hidroinformática de nivel postgrado y para estudiantes con experiencia previa. En 1997, ese programa fue relanzado con nivel de maestría y constaba de 50 créditos (un crédito equivale a 40 horas de trabajo del alumno). El resumen que se presenta a continuación hace referencia a una versión actualizada del programa, que actualmente está más orientado a la tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC) y a la gestión de conocimientos (véase [http://www.unesco-ihe.org/education/sp\\_hi.htm](http://www.unesco-ihe.org/education/sp_hi.htm)).

**1. Conceptos básicos (11 créditos)**

- 1.1 Introducción a la hidroinformática y al curso
- 1.2 Hidráulica y mecánica de fluidos: *flujos en una, dos y tres dimensiones; conservación de masa y de la cantidad de movimiento; turbulencia y rozamiento; programas de modelización; flujos variables; aproximaciones de onda cinemática y de onda difusiva; problemas de transporte; análisis dimensional.*

- 1.3 Utilización de computadoras: *paquetes de programas y sistemas de programación para trabajo de oficina; MATLAB.*
- 1.4 Técnicas matemáticas: *matemáticas básicas; estadística; ecuaciones diferenciales en derivadas parciales; análisis y transformadas de Fourier; técnicas de optimización; análisis funcional; matemáticas modernas.*
- 1.5 El entorno natural: *biología y calidad del agua; propiedades de los sistemas naturales; formulación matemática de los procesos químicos y biológicos; producción primaria y ciclos de nutrientes; metales pesados y microcontaminantes; ecohidráulica.*
- 1.6 Modelización matemática: *naturaleza y contexto de la modelización; conceptualización; validación de programas informáticos; la modelización en el contexto de proyectos; creación, calibración y verificación de modelos; incertidumbre de los modelos; la modelización en la práctica.*

## 2. Modelización física (11 créditos)

- 1.7 Modelización de sistemas fluviales: *teoría de propagación de onda y mecanismos de almacenamiento en ríos; efectos de la rugosidad y de la geometría; teoría de las características; ejercicios con redes simples.*
- 1.8 a) Modelización de costas y modelización avanzada de ríos: *sistemas costeros, de estuario y de puerto; morfología de los ríos y transporte de sedimento; modelización bidimensional de la hidrodinámica fluvial y costera; o*  
b) Modelización de sistemas hídricos urbanos: *sistemas hídricos urbanos; modelización de la distribución del agua; modelización de la recogida de aguas de desecho y de aguas de tormenta; plantas de tratamiento de aguas de desecho; modelización del impacto del agua; rehabilitación del alcantarillado.*
- 1.9 Modelización del flujo y transporte de aguas subterráneas: *enfoque de medios continuos; modelización del flujo en suelo saturado y no saturado; modelización del transporte de contaminantes; programas de modelización.*
- 1.10 Procesos y modelización hidrológicos: *procesos hidrológicos e hidrogeológicos; modelización hidrológica; modelización física de cuencas.*
- 1.11 Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales: *diferencias finitas para ecuaciones diferenciales ordinarias; esquemas implícito y explícito; coherencia, estabilidad y convergencia; problemas multidimensionales; elementos finitos; volúmenes finitos.*
- 1.12 Métodos numéricos avanzados e hidráulica computacional (opción): *redes unidimensionales y cuestiones topológicas; problemas multidimensionales; técnicas aplicadas a los flujos discontinuos; leyes de conservación; métodos de resolución de Riemann; esquemas de Godunov; metodologías multidimensionales.*

## 3. Tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC) (8 créditos)

- 1.13 TIC: *la TIC en el sector del agua; equipos internos y periféricos de las computadoras; computación en paralelo; sistemas operativos; entornos de programación; arquitectura de Windows; redes de área local y de área extensa; Internet; programación Internet; algoritmos; estructura de los datos; búsqueda y ordenación lineal y no lineal; inteligencia artificial; aprendizaje automático; computación soft.*
- 1.14 Ingeniería de programas informáticos: *entornos de desarrollo de programas informáticos; lenguajes; tipos de datos; operadores y expresiones; instrucciones; prototipos; especificación y diseño de programas informáticos; diseño funcional y orientado al objeto; diseño de interfaces; documentación y validación de programas informáticos.*
- 1.15 Elaboración de sistemas de modelización: *elaboración de modelos y componentes gráficos de sistemas relacionados con el agua mediante cajas de herramientas gráficas estándares, tanto numéricas como computacionales.*
- 1.16 Bases de datos, sistemas de información y sistemas expertos: *información y conocimientos; el papel que desempeña Internet; modelos de datos jerárquicos, de red y relacionales; diseño de sistemas de información y bases de datos; sistemas de bases de datos distribuidas y cliente-servidor; comercio electrónico; gestión de conocimientos; gestión de documentos y sistemas colaborativos.*
- 1.17 Sistemas de información geográfica: *información distribuida en el espacio y tipos de mapas; sistemas de coordenadas y proyecciones; operaciones básicas.*
- 1.18 Sistemas de vigilancia: *dispositivos de vigilancia modernos y tradicionales; transporte, almacenamiento y visualización de datos; conceptos, medios y protocolos de las*

*comunicaciones; validación, etiquetado y reconstrucción de datos; preparación para su utilización en modelización.*

- 1.19 Ingeniería avanzada de programas informáticos y sistemas de bases de datos, información y conocimientos (opción): *programación orientada a objetos; encapsulación, herencia y polimorfismo; técnicas de vinculación y de inclusión de objetos (embedding); tecnologías de Internet; gestión de documentos y sistemas colaborativos.*

#### **4. Modelización y aprendizaje automático a partir de datos (3 créditos)**

- 1.20 Estadística aplicada: *filtrado de datos; análisis de frecuencias; regresión y correlación; regionalización; introducción al análisis de series temporales; autocorrelación y análisis espectral; procesos de autoregresión ARIMA; procesos multivariantes y de desagregación.*
- 1.21 Modelización a partir de datos: *modelos basados en datos y en modelos físicos; proyección de datos, aprendizaje automático y computación soft; diagramas de decisiones y de asociación; aprendizaje bayesiano; redes de neuronas artificiales (RNA); sistemas borrosos; agrupamiento y clasificación; series temporales caóticas; redes RNA competitivas; redes de Kohonen.*
- 1.22 Algoritmos evolutivos y autómatas inteligentes: *algoritmos de búsqueda; algoritmos evolutivos; programación evolutiva; autómatas inteligentes; cómputos emergentes.*

#### **5. Integración y gestión (8 créditos)**

- 1.23 Control en tiempo real: *el control en tiempo real de los sistemas hídricos urbanos, rurales y regionales; creación de modelos; estrategias de control; marco conceptual para los sistemas de control; sistemas de control de vigilancia y adquisición de datos; teoría del control; controladores borrosos; ejecución práctica de sistemas de control.*
- 1.24 Cursos magistrales sobre hidroinformática: *la hidroinformática y la modelización numérica; encapsulación y delimitación de conocimientos; semiótica y postmodernismo; la era simbólica y post-simbólica; aspectos sociotécnicos de la hidroinformática; la hidroinformática y las cuestiones de género.*
- 1.25 La industria del agua en Europa: *introducción histórica; análisis de sistemas; legislación; administración; privatización; proyectos y financiación.*
- 1.26 Evaluación de impacto ambiental: *introducción; herramientas; métodos de valoración.*
- 1.27 Análisis de sistemas y apoyo a las decisiones: *definición y papel del análisis de sistemas en la planificación técnica; conceptos básicos; modelos de simulación y de optimización; funciones y restricciones relativas a los objetivos; objetivos múltiples y opciones; incertidumbre; procesos estocásticos; control en tiempo real; sistemas de apoyo a la decisión.*
- 1.28 Ingeniería colaborativa y gestión de conocimientos: *organización; estructuras; comunicación; documentación; coordinación; herramientas colaborativas y compartición de las aplicaciones; instalaciones y servicios de plataforma.*
- 1.29 Estudio individual

#### **6. Otras asignaturas (9 créditos)**

- 1.30 Capita Selecta y oradores invitados
- 1.31 Redacción técnica
- 1.32 Trabajo de campo en hidrometría y microbiología
- 1.33 Excursiones de trabajo de campo

#### **Ejemplo de PEB-GMA**

Los programas de maestría en ingeniería (MEngSc) de la Universidad de Nueva Gales del Sur, en Sydney (Australia) se ofrecen en modalidades de docencia muy diversas y con diferentes unidades de crédito. Destaca, entre ellos, el programa de especialización en gestión de la calidad del agua, cuyo programa de estudio constituye un ejemplo real de programa de enseñanza básica sobre gestión del medio ambiente. Las 36 unidades de créditos troncales y obligatorios de este curso se imparten en un curso breve de tres días. Los 12 créditos restantes pueden asignarse a un proyecto o a una combinación de otros cursos. Las materias troncales, con las que se consigue tres unidades de crédito (una unidad de crédito es equivalente a siete horas de docencia), son las siguientes:

**1. CVEN7819 Procesos hidrológicos**

*El ciclo hidrológico; circulación atmosférica; sistemas meteorológicos y circulación oceánica; humedad de la atmósfera; medición de parámetros meteorológicos; cálculo de evaporación potencial y de evapotranspiración.*

**2. CVEN7807 Hidrología de aguas subterráneas**

*Propiedades físicas del agua subterránea. Flujo de Darcy; pruebas de laboratorio y en condiciones reales. Principios del flujo de aguas subterráneas. Almacenamiento y transmisividad. Redes de flujo; sistemas de flujo locales y regionales –manantiales; interacciones con el agua superficial. Modelización de aguas subterráneas. Flujo en zonas no saturadas y cálculo de la infiltración. Mecanismos de recarga de las capas subterráneas y cálculos del balance hídrico.*

**3. CVEN7811 Humedales naturales y artificiales**

*Procesos morfológicos en cuencas aportadoras y ríos; respuesta de los ríos al cambio de condiciones; ingeniería fluvial y gestión de ríos. Transporte de sedimento de materiales cohesivos y no cohesivos; programas de modelización por computadora.*

**4. CVEN7825 Química acuática aplicada a la ingeniería**

*Introducción a los principios de la química de las aguas naturales y de los sistemas contaminados; acidez y alcalinidad, precipitación de minerales, complejación, oxidación/reducción y química de superficies y de coloides. Herramientas para la resolución de problemas de química del agua e introducción a los códigos de computadora de especialización química.*

**5. CVEN7826 Microbiología aplicada a la ingeniería**

*Principios básicos de la química del agua y de las aguas de desecho; grupos microbiológicos y reacciones en diversos entornos; conceptos de equilibrio químico, velocidad de reacción, de pH, de alcalinidad, de oxidación-reducción y complejación; crecimiento microbiano, diversidad metabólica y persistencia de microorganismos patógenos.*

**6. CVEN7806 Gestión de cuencas aportadoras y de la calidad del agua**

*Conceptos fundamentales; gestión total de cuencas aportadoras; cuestiones relativas a las cuencas aportadoras no urbanas y, en particular, sobre la contaminación y erosión de fuentes no localizadas; gestión de la calidad del agua de las cuencas aportadoras, ríos, lagos, embalses, estuarios y en la zona costera.*

**7. CVEN7815 Introducción a los modelos de cuencas aportadoras**

*Conceptos y planteamiento reduccionista de la modelización de los procesos de las cuencas aportadoras que influyen en la cantidad y calidad de la escorrentía superficial en una cuenca. Diferentes tipos de modelos y sistemas de modelización de cuencas aportadoras y su aplicación; fuentes de información y de datos necesarios para la utilización de sistemas de modelización. Calibración, validación y fiabilidad de los sistemas de modelización de cuencas aportadoras.*

**8. CVEN7824 Análisis de riesgos en ingeniería del agua**

*Introducción a la teoría de la probabilidad; probabilidad conjunta, marginal y condicional; distribuciones de probabilidad utilizadas habitualmente; valores probables y estimación de parámetros de los modelos; comprobación de hipótesis y límites de confianza; usos en la ingeniería del agua y en la ingeniería costera - aplicaciones a los modelos de crecida, simulación de Monte Carlo, programas informáticos y evaluación de riesgos hidrológicos, humanos y medioambientales.*

**9. CVEN7816 Modelos de superficie de cuencas aportadoras**

*Procesos que influyen en la generación de escorrentía superficial y en el transporte de componentes contaminantes con la escorrentía. Modelos de escorrentía superficial: método del hidrograma unitario, métodos espacio-temporales, modelos de embalses lineales y no lineales y modelos de ondas cinemáticas. Modelos de calidad del agua: carga unitaria por superficie, métodos simples y modelos basados en procesos. Selección de modelos apropiados.*

**10. CVEN7805 Gestión de zonas costeras**

*Causas de peligro en las costas y evaluación de opciones de gestión en el ámbito local, estatal y federal. Aspectos medioambientales y ecológicos, incluido el cambio climático y la biota marina. Dragado y evacuación de desechos. Gestión de bienes y evaluación de riesgos en la zona costera.*

**11. CVEN7827 Transporte de contaminantes en el medio ambiente**

*Principios básicos de la dispersión comunes a todos los medios naturales (aire, agua, tierra). Procesos de dispersión: naturaleza de los procesos de dispersión, advección y difusión. Modelización de la dispersión en la atmósfera, en masas de agua y en el suelo. Procesos de transporte en humedales, lagos, embalses, estuarios y aguas costeras. Recopilación de datos sobre transporte y dispersión.*

**12. CVEN7828 Transformación y destino de los contaminantes**

*Grandes variables y principios generales de la transformación y destino de los contaminantes. Química del aire: interacción y degradación de contaminantes gaseosos en la atmósfera. Química del agua: transformación y destino de las partículas, contaminantes orgánicos, nutrientes y metales liberados en aguas costeras.*

**Ejemplo de PEB-SED**

En 2000, el Centro de Legislación y Política sobre la Energía, el Petróleo y los Minerales (CEPMLP) de la Universidad de Dundee (Reino Unido) creó un programa de maestría en administración de empresas (MBA) sobre reglamentación y políticas del agua. Para obtener ese título es necesario un total de 24 créditos, que pueden obtenerse de diferentes maneras (dedicación completa, dedicación parcial o aprendizaje a distancia). Hay tres disciplinas especializadas optativas (de dos créditos cada una) que han de cursarse en el CEPMLP y nueve cursos de gestión con el mismo número de créditos cada uno que constituyen las materias básicas del programa de MBA. Las tres disciplinas optativas especializadas se resumen a continuación (véase <http://www.dundee.ac.uk/cepmlp>):

**1. Derecho internacional de los recursos hídricos**

*Conceptos básicos del derecho internacional sobre los usos de los recursos hídricos internacionales con fines de navegación o de otros tipos; el uso del agua en el contexto del derecho internacional: nociones de soberanía; normas fundamentales sustantivas y de procedimiento que rigen el uso y la asignación de aguas internacionales; el papel de las comisiones internacionales; solución de diferencias y diplomacia preventiva. Labor desempeñada por la Comisión de Derecho Internacional de las Naciones Unidas, la Asociación de Derecho Internacional y el Instituto de Derecho Internacional.*

**2. Derecho y reglamentación de aguas nacionales**

*Conceptos históricos y actuales del derecho del agua; sistemas existentes de derecho del agua: países con derecho civil, países con derecho común y países musulmanes; cuestiones de propiedad y de derechos individuales; regímenes jurídicos que rigen el derecho a utilizar el agua; reglamentación de los usos beneficiosos de los recursos hídricos y de la calidad del agua y su contaminación; administración de los recursos hídricos y privatización de la industria del agua.*

**3. Economía de los recursos naturales**

*Conceptos económicos para analizar cuestiones relacionadas con los recursos naturales; información previa al estudio de los recursos naturales; la toma de decisiones a lo largo del tiempo; derechos de propiedad; el bienestar y el papel de los gobiernos; utilización de recursos no renovables: teoría del agotamiento; utilización de recursos renovables: gestión de recursos; efectos externos y contaminación; la política sobre contaminación en la práctica; reglamentación y políticas gubernamentales sobre los recursos naturales.*



<b>Volumen 1</b>	<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción a la hidrología</b>	<b>Volumen 3</b>	<b>Capítulo 6</b>	<b>Hidrogeología</b>
	1.1	Definiciones		6.1	Introducción
	1.2	El ciclo hidrológico		6.3	Geología básica
	1.3	Disciplinas relacionadas		6.4	Suelos y agua del suelo
	1.4	Técnicas de hidrología		6.5	Aparición de agua subterránea
	1.5	Problemas de hidrología aplicada		6.6	Formaciones geológicas, por ejemplo, acuíferos
	1.6	Puntos de partida y escalas temporales		6.7	Movimiento de aguas subterráneas
	1.7	Crecidas y tempestades		6.8	Análisis de pruebas de bombeo
	1.8	Clasificación de cuencas según su ecología		6.9	Exploración de aguas subterráneas
	1.9	Cuando no hay datos		6.10	Extracción de aguas subterráneas
	1.10	Hidrología de contaminantes			
	1.11	El hidrólogo en el desarrollo integrado		<b>Capítulo 7</b>	<b>Calidad del agua</b>
				7.1	Introducción
				7.2	Definiciones químicas básicas
				7.3	Características físicas
				7.4	Parámetros de calidad del agua
				7.5	Clasificación química de las aguas
				7.6	Muestreo y conservación
				7.7	Análisis básico del agua
				7.8	Normas de calidad del agua
	<b>Capítulo 2</b>	<b>Agua y medio ambiente</b>		<b>Capítulo 8</b>	<b>Desarrollo de recursos hídricos</b>
	2.1	El medio ambiente y el concepto de sostenibilidad		8.1	Concepto de cuenca fluvial
	2.2	El enfoque ecosistémico		8.2	Evaluación de recursos hídricos
	2.3	Efectos medioambientales de la explotación de los recursos del agua		8.3	Modelos de crecida
	2.4	Estudio de impacto ambiental (EIA)		8.4	Utilización de recursos hídricos por el ser humano
	2.5	Gestión racional de las aguas interiores desde el punto de vista ecológico		8.5	Suministro de agua y saneamiento
				8.6	Intrusión de agua salina
	<b>Capítulo 3</b>	<b>Materias básicas</b>	<b>Volumen 4</b>	<b>Capítulo 9</b>	<b>Análisis hidrológico</b>
	3.1	Unidades de medida		9.1	Almacenamiento y recuperación de datos
	3.2	Matemáticas básicas		9.2	Análisis elemental de datos hidrológicos
	3.3	Estadística		9.3	Crecidas y sequías
	3.4	Levantamiento de mapas			
	3.5	Lectura de mapas y fotografías aéreas		<b>Capítulo 10</b>	<b>Introducción a las microcomputadoras</b>
<b>Volumen 2</b>	<b>Capítulo 4</b>	<b>Meteorología e hidrometeorología</b>		10.1	Introducción
	4.1	Introducción		10.2	Equipo físico de la microcomputadora
	4.2	Circulación del aire en regiones tropicales		10.3	Programas informáticos
	4.3	Lugares de observación meteorológica		10.4	Introducción a la programación básica
	4.4	Precipitación		10.5	Instalación y cuidado del equipo informático
	4.5	Temperatura del aire		10.6	Introducción a la utilización de hojas de cálculo
	4.6	Humedad atmosférica		10.7	Aplicación de las microcomputadoras a los datos
	4.7	Viento		10.8	Las microcomputadoras en la hidrología operativa
	4.8	Insolación y radiación		10.9	Las microcomputadoras en la teledetección
	4.9	Presión atmosférica			
	4.10	Evapotranspiración y evaporación			
	4.11	Estaciones meteorológicas automáticas			
	<b>Capítulo 5</b>	<b>Hidrometría</b>			
	5.1	Hidráulica básica			
	5.2	Flujo en canales abiertos			
	5.3	Medición de caudal			
	5.4	Tratamiento primario de datos			
	5.5	Transporte de sedimentos			

Cuadro 6.1 — Índice resumido del curso de corta duración "Hidrología aplicada para técnicos" (Balek et al., 1994)

6.2 EJEMPLOS DE PROGRAMAS DE ENSEÑANZA BÁSICA PARA TÉCNICOS EN HIDROLOGÍA

Ejemplo de curso de corta duración para técnicos en hidrología

En el presente apartado, se presenta un ejemplo de curso destinado a técnicos en hidrología que se impartió en varias ocasiones en África y una formación en el lugar de trabajo llevada a cabo en Canadá.

En el marco del Programa Hidrológico Internacional (PHI), la UNESCO ha publicado una serie de apuntes del curso de corta duración sobre hidrología aplicada para técnicos (Balez *et al.*, 1994) que se impartió en varias ocasiones en África durante un período de tres meses. Los principales grupos de destinatarios del curso eran técnicos de nivel superior de países en desarrollo, particularmente de zonas tropicales semiáridas y húmedas. El Cuadro 6.1 forma parte de esa publicación. Para organizar un curso basta con actualizar el contenido de este ejemplo siguiendo las pautas del Capítulo 4 y agregar material pertinente en función de las condiciones climáticas locales o de determinadas situaciones hidrológicas. Naturalmente, las enseñanzas y actividades de formación en el aula deberían completarse con demostraciones y trabajos de campo.

Ejemplo de formación de larga duración

El siguiente ejemplo ha sido tomado de un programa de formación para técnicos en hidrología del Ministerio del Medio Ambiente de Canadá, que ha sido extensamente documentado y descrito por T. Winkler (1994). Asimismo se han recopilado, publicado y revisado periódicamente los apuntes del curso preparados por los profesores.

El programa canadiense es esencialmente un programa de larga duración para la formación en el lugar de trabajo: en total, unos 90 días de formación a lo largo de cuatro años y medio. El contenido del mismo es equivalente al que se impartiría en cuatro meses y medio o cinco de formación con cursos cinco días a la semana. De ella, en torno al 80% se imparte en el aula y el 20% restante sobre el terreno. Hay que señalar que el programa de larga duración contempla la posibilidad de realizar prácticas y recibir orientación continua durante todo el proceso de formación. El programa de formación contempla también, por ejemplo, la posibilidad de seguir ciclos estacionales.

La formación se organiza, como se indica en el Cuadro 6.2, en un período quinquenal. El año indicado en el cuadro es el año en que comienza la formación y los números se refieren a los programas didácticos. Se utiliza un calendario de formación para planificar la enseñanza y para seguir los progresos del alumno (Figura 6.1). El calendario permite al supervisor y al técnico conocer el período en que tendrá lugar la formación, a fin de que se organicen en consecuencia. El calendario es de especial importancia cuando la formación se imparte durante períodos largos, en que sería posible olvidar tanto las materias impartidas como las que quedan por impartir.

La información expuesta en el Cuadro 6.2 y en la Figura 6.1 fue actualizada por el Ministerio del Medio Ambiente de Canadá en 2002.

Año	Curso	Título	Año	Curso	Título		
1	0	Descripción general	2	6	Escuela de conducción defensiva/control de derrapaje		
	1	Tipos de estaciones de medición		25	Seguridad y conocimientos de fauna y flora		
	4	Medición de altura (calibradores manuales)		3	Introducción a la salud y seguridad en el lugar		
	5	Medición de altura (sensores flotantes)		13	Supervivencia y rescate en aguas rápidas		
	5.1	Registrador gráfico del nivel del agua			Ergonomía		
	5.2	Sistema electrónico de adquisición de datos: medición de altura		3	6	Medición de altura (servomanómetro)	
	7	Instrumentos y procedimientos de nivelación			21	Suministro de datos a los usuarios	
	8	Cómputos de altura de la escala			12	Puntos de referencia y datos de calibración	
	10.1	Mediciones de caudal (principios)			33	Descripción de la estación (en las oficinas y en el lugar)	
	10.2	Mediciones de caudal (medidores actuales)			4	9	Logística (viajes de observación)
	10.3	Aforo en un vado				17	Cómputos del caudal diario (condiciones del hielo)
	10.4	Mediciones de caudal desde teleférico				24	Formulario de análisis de la estación
	10.5	Mediciones de caudal desde puentes				28	Muestreo de sedimentos en suspensión
	10.6	Mediciones de caudal desde embarcaciones	30			Transporte de sedimentos en suspensión (cómputos)	
	10.7	Mediciones de caudal desde la capa de hielo	5		23	Revisión de datos históricos	
	11	Seguridad de los cables				Cómputos, registros y modelos de la calidad del agua	
	14	Operaciones en vehículos					
	18	Relación altura-caudal					
	19	Cómputo del caudal diario (aguas abiertas)					
	26	Sedimentación fluvial (introducción)					
	32	Programas informáticos					
	40	Electricidad básica y electrónica					
		Primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar (RCP)					
		Transporte de mercancías peligrosas					
		Seguridad fluvial y en pequeñas embarcaciones					
		Usuario de pequeñas embarcaciones					
		Supervivencia en invierno					
		Sistema de información sobre materiales peligrosos en el lugar de trabajo					

Cuadro 6.2 — Plan de estudios para un programa de formación de técnicos en hidrología (Ministerio del Medio Ambiente de Canadá, 2002)



Bloque didáctico	EG-3		EG-4				EG-5			Resumen	Notas
	Meses										
	6	12	18	24	30	36	42	48	54		
0	Descripción general										
1	Tipos de estaciones de medición										
2	Elección del lugar										
3	Puntos de referencia										
4	Medición de altura										
5	Generalidades: registro de altura										
5.1	Registrador gráfico del nivel del agua										
5.2	Sistema electrónico de adquisición de datos: medición de altura										
6	Manómetros										
7	Nivelación										
8	Cómputos de altura de escala										
9	Embalses										
10.1	El caudal en general										
10.2	Medidores actuales										
10.3	Aforo en un vado										
10.4	Teleféricos										
10.5	Puentes										
10.6	Embarcaciones										
10.7	Capa de hielo										
11	Seguridad de teleféricos										
12	Gestión de estaciones										
13	Descripción de estaciones										
14	Vehículos										
15	Logística										
16	Climatología										
17	Internacional										
18	Relación altura/caudal										
19	Cómputos de aguas abiertas										
20	Cómputo de hielos										
21	Registros anuales										
22	Análisis de estaciones										
23	Revisión de datos										
24	Datos a la sede										
25	Datos a los usuarios										
26	Sedimentación fluvial										
27	Muestreo de sedimentos en suspensión										
28	Muestreo de material de fondo										
30	Análisis en laboratorio del sedimento										
31	Cómputos de sedimento										
32	Sistemas de computación										
40	Electricidad básica y electrónica										
	Primeros auxilios y RCP										
	Transporte de mercancías peligrosas										
	Seguridad en el agua y en pequeñas embarcaciones										
	Usuario de embarcaciones										
	Supervivencia en invierno										
	Sistema de información sobre materiales peligrosos en el lugar de trabajo										
	Escuela de conducción defensiva/control de derrapaje										
	Seguridad y conocimiento de la fauna y flora										
	Introducción a la salud y seguridad en el lugar										
	Supervivencia y rescate en aguas rápidas										
	Ergonomía										
	Seguridad de aeronaves										si fuera necesario
	Acceso a espacios reducidos										si fuera necesario
	Seguridad en el uso de motosierras										si fuera necesario
	Seguridad en el uso de armas de fuego										si fuera necesario
	Protección contra caídas										si fuera necesario
	Operaciones con vehículos todo terreno, motonieves, etc.										si fuera necesario

Figura 6.1—Calendario de un programa de formación de técnicos en hidrología (Ministerio del Medio Ambiente de Canadá, 2002)

## CAPÍTULO 7

# EJEMPLOS DE COMPETENCIAS LABORALES REQUERIDAS PARA LAS PRINCIPALES RAMAS DE ACTIVIDAD

---

- 7.1 Gestión de estaciones hidrometeorológicas
- 7.2 Recopilación y proceso de datos hidrometeorológicos
- 7.3 Gestión de la información y de los sistemas relativos a los recursos hídricos
- 7.4 Vigilancia de riesgos naturales y alerta
- 7.5 Evaluación de la calidad del agua

El presente capítulo aborda las competencias laborales, los conocimientos y la pericia que deberá tener el personal que trabaje en gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), en especial, en las ramas de actividad identificadas en el Capítulo 2. Expertos procedentes de instituciones relacionadas con el agua han proporcionado ejemplos reales que responden a las necesidades específicas de la OMM. Salvo ciertas modificaciones de la forma de los textos proporcionados, se ha mantenido la estructura de los mismos. Así pues, existen pequeñas diferencias en cuanto al grado de detalle y hay una cierta duplicación en la cobertura temática de algunos ejemplos. El Apéndice 2 contiene un ejemplo representativo de descripción de empleo para el puesto de director regional, que ha servido de modelo para la redacción de los demás ejemplos.

Estos cinco ejemplos pueden ayudar a docentes y gestores a identificar los conocimientos especializados y aptitudes que necesitan sus instituciones y a definir a partir de éstos los resultados esperados de la formación. Es posible que tengan que adaptar los ejemplos a las prioridades locales específicas otorgando una mayor o menor prioridad a algunos temas. Puede incluso ocurrir que algunos ejemplos no sean aplicables a un país determinado.

Evidentemente, no es de esperar que alguien posea todas las competencias ejemplificadas en este capítulo. Sin embargo, sería de esperar que los gestores y docentes hicieran lo posible por lograr que todo el personal de su institución como conjunto posea los conocimientos especializados y las aptitudes necesarias.

## 7.1 GESTIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS

Ejemplo proporcionado por I. Shiklomanov (Federación de Rusia)

Descripción del puesto

PUESTO	Ingeniero hidrólogo superior para estación hidrometeorológica
SUPERIOR DIRECTO	Jefe de la estación hidrometeorológica
PERSONAL BAJO SU DIRECCIÓN	De 5 a 15 o más ingenieros y técnicos en hidrología
FUNCIONES/ COMUNICACIONES	Organizar y participar en las tareas de seguimiento de los observadores que ejercen funciones en hidrología (formación, inspección, verificación <i>in situ</i> del equipo de observación).
OBJETIVOS PRINCIPALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar y participar en las tareas de seguimiento de los observadores que ejercen funciones en hidrología (formación, inspección, verificación <i>in situ</i> del equipo de observación);</li> <li>• Organizar la labor de desarrollo y control del equipo de observación mediante tecnología informática y compilar anuarios hidrológicos, estudios sobre fenómenos hidrometeorológicos, boletines sobre el estado de las masas de agua, etc.;</li> <li>• Organizar la optimización de la red hidrológica (clausura, transferencia y creación de puestos de trabajo sobre hidrología).</li> </ul>
FORMACIÓN	Educación superior, normalmente una especialización en hidrología cursada en un instituto hidrometeorológico o una titulación universitaria en hidrología o geografía física.

Cometidos principales y resultados esperados (ingeniero hidrólogo superior)

Cometidos principales	Resultados esperados
Organizar y realizar la verificación de los datos primarios de observación procedentes de la red de puestos hidrológicos que utiliza la estación.	Verificación de registros de observaciones <i>in situ</i> de los elementos del régimen hidrológico de las masas de agua.
Controlar, en los anuarios hidrológicos, la evolución de los componentes del régimen hidrológico mediante hojas de cálculo: nivel, caudal (medido y calculado), turbidez de los ríos, flujo aluvial y su composición granulométrica, hielos y régimen de temperaturas, etc.	Anuarios hidrológicos que contengan datos sobre los elementos medidos del régimen hidrológico de las masas de agua.
Organizar y supervisar el registro de datos de medición en soportes técnicos.	Registro en soportes técnicos de datos de observación y de los anuarios hidrológicos registrados en soportes técnicos.
Organizar seminarios de formación continua para ingenieros y técnicos en hidrología sobre el estudio de los procesos hidrológicos y sobre la aplicación de la informática al proceso y control de datos, etc.	Ejercicios prácticos con ingenieros y técnicos en hidrología para ampliar sus conocimientos.
Compilar boletines sobre el estado de las masas de agua en las principales etapas del régimen hidrológico (subida de nivel, crecidas, estiaje) y para intervalos diferentes (en función de las necesidades).	Boletines sobre el estado de las masas de agua en las principales etapas del régimen hidrológico (subida de nivel, crecidas, estiaje) y para intervalos diferentes (en función de las necesidades).
Procesar y sistematizar datos de observación correspondientes a varios años mediante tecnología informática.	Obras de referencia que contengan datos sobre los elementos medidos del régimen hidrológico de las masas de agua, resumidos para un período de varios años.
	Competencias requeridas de un ingeniero hidrólogo superior en una estación hidrometeorológica

Competencias requeridas de un ingeniero hidrólogo superior en una estación hidrometeorológica

- Conocer las principales leyes que rigen la formación del régimen hidrológico de la región, la hidrología básica, la hidráulica, la hidrografía, la geomorfología, la meteorología y la climatología;
- conocer los principios organizativos más importantes de las redes de observación hidrológica, hidroquímica y meteorológica; estar familiarizado con los instrumentos, equipos (instalación y seguimiento de los progresos) y métodos para efectuar medidas y procesar los datos de las observaciones; saber controlar la calidad del equipo de observación en condiciones reales y en la estación hidrometeorológica; estar familiarizado con la tecnología informática para procesar la información hidrometeorológica; capacidad para supervisar la preparación de bases de datos en soporte técnico y su transferencia al archivo estatal de información hidrometeorológica de la Federación de Rusia;
- ser capaz de preparar las publicaciones relativas a los datos anuales sobre regímenes y recursos hídricos superficiales, los equipos de observación, los datos multianuales sobre regímenes y recursos hídricos en superficie y la publicación meteorológica mensual, etc.; al resumir los datos correspondientes al período multianual, habrá que establecer la relación entre los elementos del régimen hidrológico y sus principales factores determinantes: precipitación, suelos, cubierta vegetal, etc.; y preparar diversas gráficas que confirmen esas relaciones;
- conocer la teoría básica de la probabilidad y el análisis estadístico de las variaciones de los factores hidrológicos y meteorológicos en el espacio y en el tiempo a lo largo de varios años y ser capaz de controlar la calidad del equipo de observación (completitud y fiabilidad de las observaciones) mediante programas informáticos;
- saber analizar la representatividad de los puestos hidrometeorológicos y de las estaciones meteorológicas:
  - en condiciones reales, comprobando la completitud y fiabilidad de los cálculos del flujo (particularmente en praderas encharcadas) y evaluando la pérdida de alcance de las estaciones meteorológicas tras la construcción de edificios residenciales, industriales, etc.;
  - en el laboratorio, realizando análisis hidrológicos y estadísticos de las observaciones para determinar con certeza todo error de medición sistemático y aleatorio;
- conocer las técnicas de medición de los flujos de agua y de control del resultado en las diferentes fases del régimen hidrológico y en caso de deformaciones del lecho fluvial, aumento del volumen de los ríos, etc., y en particular:
  - medición de la velocidad de la corriente utilizando métodos detallados (cinco o más puntos verticales) y básicos (dos puntos verticales);
  - proceso de las mediciones, producción del cuadro de flujos de agua medidos y trazado de las curvas  $Q = f(H)$ ,  $w = f(H)$  y  $V = f(H)$  para calcular el flujo de agua diario;
- estar familiarizado con las técnicas de medición del sedimento suspendido y de la descarga del lecho; saber supervisar la aplicación de métodos que permitan tomar muestras del agua y del lecho y analizarlas en el laboratorio para determinar la composición granulométrica y la turbidez del agua; saber controlar el equipo con el que se calcula el depósito aluvial suspendido y recopilar los cuadros de "Flujo aluvial";
- estar familiarizado con las técnicas de:
  - medición de la temperatura del agua y del aire, determinación del espesor del hielo y definición del régimen de hielo para las masas de agua;
  - determinación del espesor de la cubierta de nieve en una estación meteorológica o hidrológica y en los alrededores;
  - determinación de las reservas de agua presentes en la cubierta de nieve y del nivel de contaminación de ésta;
- saber controlar los parámetros de referencia de los diagramas en un puesto hidrometeorológico y determinar la elevación de la estación con respecto a la red geodésica y mediante un nivel o teodolito;

- saber preparar un informe de isohipsa y actualizar el informe sobre las características geográficas;
- conocer los principios en que se basa el estudio del régimen hidroquímico del agua superficial y su nivel de contaminación;
- conocer los mecanismos de migración de los contaminantes en el medio ambiente y saber analizar los datos sobre la contaminación de las masas de agua, a fin de conocer sus posibles repercusiones;
- ser capaz de organizar e intercambiar datos obtenidos de observaciones y de registros hidrológicos de referencia con los organismos interesados (gestión del agua, transporte, energía hidroeléctrica, ecología y agricultura, etc.);
- poder trabajar en un equipo de especialistas y de responsables de diversos sectores de la protección del medio ambiente.

## 7.2 RECOPIACIÓN Y PROCESO DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Ejemplo proporcionado por C. Farías (Venezuela)

Descripción del puesto	Bajo supervisión general, realizar tareas de dificultad media relacionadas con el manejo y mantenimiento de estaciones hidrometeorológicas y/o calcular e interpretar datos recopilados en esas estaciones. Supervisar la labor del personal a su cargo.
Principales tareas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar, calcular y corregir gráficos obtenidos mediante instrumentos utilizados en hidrometeorología;</li> <li>• revisar y calcular datos hidrometeorológicos y mediciones de caudal en ríos de tamaño medio;</li> <li>• utilizar instrumentos topográficos;</li> <li>• preparar inventarios de equipos, instrumentos y material gráfico;</li> <li>• analizar muestras de sedimento para determinar la concentración y granulometría de los sedimentos fluviales;</li> <li>• calcular el caudal diario de aliviaderos de presa y otras estructuras hidráulicas;</li> <li>• guardar en soporte magnético datos obtenidos mediante el proceso primario de los registros hidrometeorológicos.</li> </ul>
Requisitos mínimos	<p>Formación y experiencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• educación secundaria, el primer nivel del curso de hidrometeorología de la Universidad Central (120 horas), más 3 años de experiencia en hidrometeorología;</li> <li>• dos años de trabajo como auxiliar de hidrometeorología, más el curso anteriormente indicado.</li> </ul>
Conocimientos y aptitudes requeridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento adecuado de las técnicas utilizadas en hidrometeorología;</li> <li>• conocimiento adecuado de los instrumentos utilizados en hidrología y meteorología;</li> <li>• capacidad para supervisar a otros empleados;</li> <li>• conocimiento de cálculos aritméticos;</li> <li>• natación;</li> <li>• manejo de vehículos;</li> <li>• utilización de instrumentos topográficos.</li> </ul>

## 7.3 GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y DE LOS SISTEMAS RELATIVOS A LOS RECURSOS HÍDRICOS

Ejemplo proporcionado por B. Stewart (Australia)

Puesto, programa y supervisor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionario principal de proyectos (información sobre recursos hídricos y gestión de sistemas);</li> </ul>
-------------------------------	---

- gestión integrada de los recursos hídricos;
- director de vigilancia e información hídrica.

**Finalidad del puesto** Se trata de un cargo de dirección en lo que respecta a las labores técnicas relacionadas con todos los aspectos de la vigilancia del agua (cantidad y calidad) en todo el país. La persona que ocupe el cargo será responsable de proporcionar la formación, la información y el asesoramiento necesarios para prestar apoyo al personal regional, de establecer y mantener normas de vigilancia del agua y de prestar asesoramiento experto a los responsables de la dirección general sobre políticas y directrices relativas a la recopilación de datos hidrométricos en función de la evolución de las necesidades.

**Entorno organizativo** La misión del departamento consiste en apoyar el desarrollo económico mediante el uso, mejora y gestión sostenibles de las tierras, el agua y los recursos de vegetación autóctona protegiendo al mismo tiempo los derechos e intereses de las personas y de la colectividad.

El departamento aspira a la sostenibilidad de las tierras, el agua y la vegetación autóctona y a proporcionar productos y servicios de calidad para conseguir un país más próspero.

Se ocupa de los servicios relacionados con la tierra, la gestión de los recursos naturales, el desarrollo de los recursos hídricos, los servicios comerciales y la información integrada.

El departamento deberá tener una marcada presencia regional y establecer vínculos estrechos con los clientes.

El programa de gestión de los recursos hídricos es uno de los sectores empresariales del departamento. Los responsables del programa se encargan principalmente de las cuestiones relativas a la vigilancia, evaluación, gestión integrada y protección de los recursos de la tierra, el agua y los bosques.

Los principios básicos del programa reflejan una conciencia cada vez mayor de la disponibilidad finita de recursos, su fragilidad, el alcance de la degradación y la rapidez con que se enajena la base de recursos naturales de la que dependen la productividad agrícola y forestal, así como las comunidades urbanas y rurales. Tiene como finalidad la utilización, desarrollo y gestión de los recursos terrestres, hídricos y forestales del país de manera sostenible desde un punto de vista social, económico y medioambiental.

La eficacia de la prestación de servicios a los clientes se consigue mediante una gestión regional coordinada de los subprogramas en cada una de las cinco regiones. Los directores generales y el personal regional están en contacto y colaboran estrechamente para conseguir un desarrollo eficaz de estrategias y políticas así como una prestación de servicios operacionales, en el marco descrito a continuación.

Los gestores generales son responsables de la política nacional de gestión de los recursos, la política sobre la gestión y los resultados de los subprogramas y la prestación de servicios, así como las estrategias y la garantía de calidad. Las regiones son responsables de la ejecución de los subprogramas de conformidad con las políticas, prioridades, estrategias y normas aprobadas.

Ciertos factores, como el aumento de la demanda de agua, el uso y gestión sostenible de los bosques, la degradación de los recursos de la tierra, la propagación de plagas animales y vegetales, la sensibilización y preocupación de la comunidad por los valores medioambientales y por los efectos de la reforma microeconómica sobre la industria hídrica han dado lugar a una compleja amalgama de intereses que compiten entre sí. Por esa razón, las expectativas de los gobiernos y de las

Cometido y responsabilidades principales

comunidades con respecto a la gestión de los recursos naturales han aumentado considerablemente en poco tiempo. Para responder a la mayor demanda de directrices políticas, será necesario consultar con las partes interesadas y conocer sus distintas perspectivas. Estos factores hacen que la elaboración de políticas sea un proceso complejo y espinoso desde el punto de vista político.

Dirigir y coordinar la elaboración, revisión y aplicación de políticas, normas, directrices e indicadores de rendimiento para la recopilación de datos hidrométricos en todo el país y organizar la presentación de informes al respecto.

Elaborar estrategias de evaluación y directrices para evaluar con regularidad el cumplimiento de las normas relativas a las actividades de vigilancia hídrica en todo el país.

Asesorar regularmente al director del Servicio de vigilancia del agua e información sobre cuestiones de política, normas y actividades.

Aportar información detallada para preparar el presupuesto nacional destinado a la mejora, revisión, utilización y mantenimiento continuo de las redes hidrométricas, en consulta con el personal de la región. Supervisar regularmente los gastos originados por las actividades de vigilancia del agua y proporcionar asesoramiento experto al respecto.

Establecer una colaboración con los responsables de otros programas del departamento en todos los aspectos de la recopilación de datos hidrométricos.

Preparar programas de vigilancia del agua y revisarlos periódicamente, cuando proceda, y preparar su puesta en práctica.

Identificar las necesidades relacionadas con la modificación de normas, procedimientos y técnicas de vigilancia del agua y supervisar la aplicación de dichos cambios.

Instaurar sistemas apropiados de gestión y de presentación de informes y asegurar su continuidad.

Establecer redes internas y externas adecuadas y asegurar su mantenimiento.

Proporcionar información técnica y conocimientos especializados para la elaboración y aplicación de acuerdos en el contexto de los servicios entre los responsables de la gestión de recursos y los de otros programas, así como con clientes privados, y vigilar regularmente la aplicación de esos acuerdos.

En colaboración con el personal regional, definir prácticas profesionales y directrices respecto de los principales aspectos de la vigilancia del agua.

Diseñar, elaborar y aplicar estrategias de formación para asegurar la aplicación de las normas técnicas y la actualización de los conocimientos sobre tecnologías de recopilación de datos.

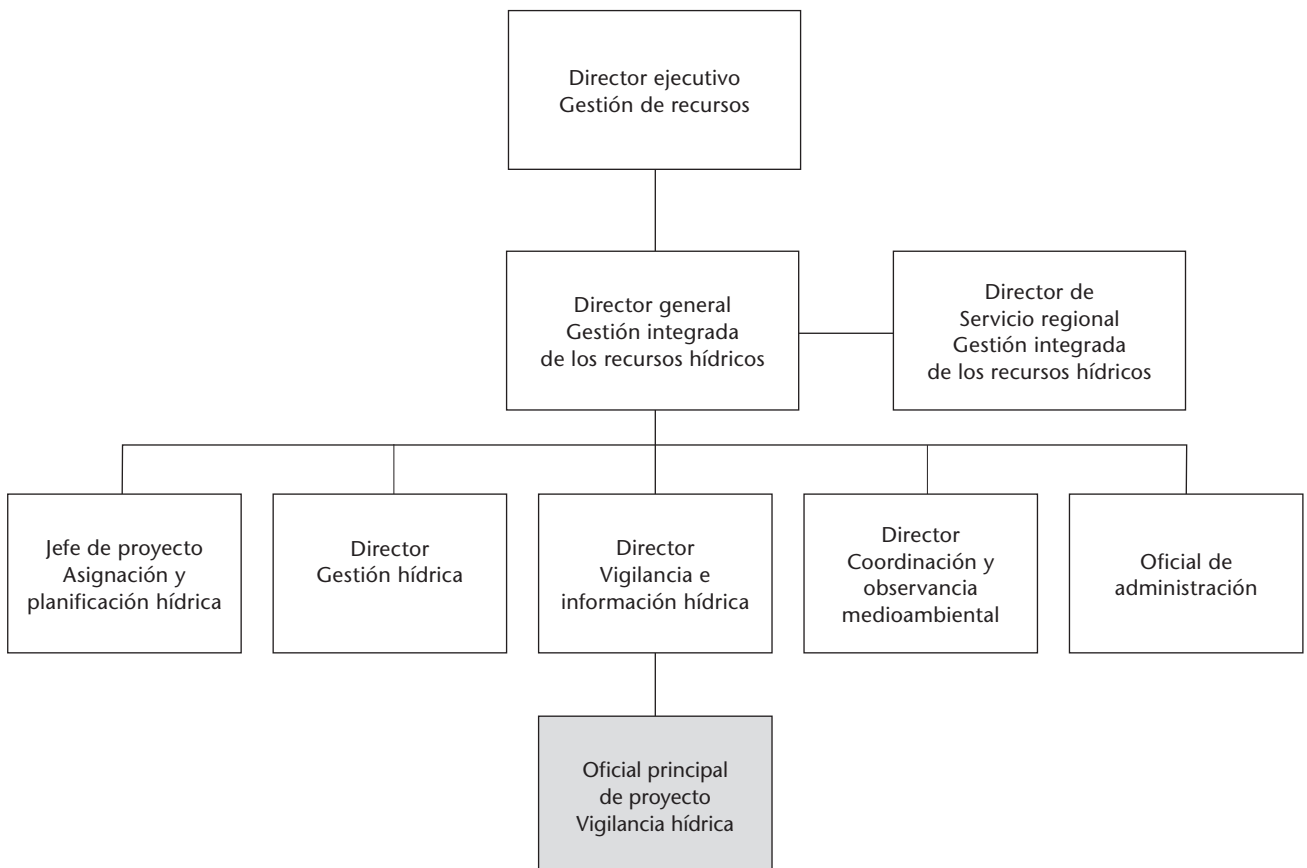
Asegurarse de que se mejora y se mantiene la garantía de calidad, la seguridad y la trayectoria profesional del personal.

Supervisar la compra y distribución de equipo hidrométrico en todo el país y planificar con antelación las necesidades de equipo y material para la vigilancia.

Estar al corriente de los avances en el campo de la vigilancia del agua, en contacto con miembros del personal de otros organismos hidrométricos e introducir nuevas tecnologías cuando proceda.

- Principales delegaciones y responsabilidades
- Financieras: según las delegaciones financieras del departamento.
  - De personal: según las delegaciones del departamento en materia de gestión de recursos humanos.
- Criterios de selección
- 1 Dotes de mando, capacidad para gestionar proyectos y amplios conocimientos de todos los aspectos relacionados con la vigilancia del agua.
  - 2 Aptitudes conceptuales, analíticas, de investigación y de evaluación, y capacidad demostrada para elaborar y aplicar normas y procedimientos y redactar informes complejos para clientes, personal superior y personal regional.
  - 3 Experiencia demostrada en la realización de actividades de vigilancia del agua y en la prestación de asesoramiento experto autorizado a clientes, personal directivo y personal regional.
  - 4 Aptitudes de comunicación, creación de redes de contactos, presentación y negociación y capacidad para representar profesionalmente al departamento en reuniones y eventos.
  - 5 Capacidad demostrada para concebir material de formación y para preparar y realizar actividades pedagógicas; así como un conocimiento y compromiso claro respecto de los principios y prácticas de igualdad laboral, conducta ética y salud y seguridad en el trabajo.
- Otras informaciones El departamento aplica el principio de la igualdad de oportunidades.

**Gestión de recursos naturales  
ADMINISTRACIÓN CENTRAL  
ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**





Para solicitar este puesto, se recomienda presentar:

- un formulario debidamente cumplimentado de solicitud del puesto anunciado;
- un original y tres fotocopias de una declaración por escrito en la que el candidato expone sus aptitudes con arreglo a los criterios de selección. No obstante, si no le es posible aportar más de una copia de ésta, esa circunstancia no afectará negativamente a su solicitud.

Las solicitudes para este puesto llevarán la indicación "Privado y confidencial".

## 7.4 VIGILANCIA DE RIESGOS NATURALES Y ALERTA

Ejemplo proporcionado por D. Rabuffetti y S. Barbero (Italia)

Descripción general del puesto

Puesto	Técnico
Ubicación	Oficina de vigilancia de riesgos naturales
Responsables directos	Supervisor técnico, directores de unidad regional
Personal bajo su dirección	n/a
En colaboración con	Otros técnicos de la plantilla del personal
Principales objetivos	Controlar en tiempo real las mediciones que llegan a la Oficina procedentes de la red de vigilancia regional (medidores, radar meteorológico). Asegurarse de que la red de computadoras de la unidad meteohidrológica funciona adecuadamente en todo momento.
Categoría de personal	Técnico en hidrología
Nivel de estudios	Técnico en hidrología

Otras informaciones

**Principales tareas**

**Resultados esperados**

Difundir predicciones hidrometeorológicas y boletines de alerta o de alarma.

Informar a todas las autoridades competentes con antelación (Departamento nacional y regional de protección civil, prefecturas, etc.) sobre posibles situaciones críticas causadas por lluvias intensas o crecidas.

Comprobar que la red de observación hidrometeorológica funciona adecuadamente en todo momento.

Informar a los directores de unidad regional sobre cualquier problema de los medidores o de los repetidores de radio para transmitir datos y asegurar que se efectúe el mantenimiento programado.

Seguir la evolución de la situación hidrometeorológica.

Informar a los directores de unidad regional sobre la evolución de la situación hidrometeorológica con respecto a los umbrales fijados por los hidrólogos, 365 días al año y 24 horas al día durante situaciones críticas, de modo que puedan emitirse boletines especiales cuando sea necesario.

Validar y archivar datos.

Actualizar la base de datos meteorológicos con arreglo a las normas de calidad definidas por los hidrólogos.

Extraer datos.

Preparar datos y productos específicos exportando datos archivados en la base de datos, conforme a las peticiones de los clientes internos o externos.

- Competencias necesarias
- Buenos conocimientos de informática, gestión de redes informáticas y administración de sistemas;
  - principios generales de transmisión, proceso y archivado de datos;
  - funcionamiento de las estaciones y de los instrumentos hidrometeorológicos;
  - conocimientos básicos de hidrología y meteorología;
  - interpretación de imágenes obtenidas de METEOSAT, radares meteorológicos y redes de obtención de datos;
  - comprensión de gráficas producidas mediante modelos hidrológicos;
  - comunicación de datos mediante gráficos, proceso de datos de archivo y de un SIG.

## 7.5 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Ejemplo proporcionado por P. Chola (Zambia)

Descripción general del puesto

Puesto	Funcionario encargado de la calidad del agua
Ministerio	Ministerio de Desarrollo de la Energía y del Agua
Departamento	Departamento de asuntos hídricos
Sección	Gestión de recursos hídricos
Unidad	Gestión de la calidad del agua
Finalidad del trabajo	Compilar y analizar datos sobre la calidad del agua para facilitar una evaluación eficaz de ese recurso.

Principales tareas y resultados esperados

Principales tareas	Cometidos principales (obligaciones esenciales)
Compilación y análisis de datos	Recopilar datos sobre la calidad del agua para facilitar su análisis. Realizar el análisis de los datos en tiempo oportuno.
Producción de informes	Elaborar informes técnicos sobre la situación de la calidad del agua en el país.
Coordinación	Coordinar regularmente las actividades de los laboratorios provinciales para facilitar su funcionamiento eficaz.
Servicios técnicos	Prestar servicios técnicos oportunos sobre la calidad del agua para facilitar la toma de decisiones.
Gestión	Gestionar eficazmente el laboratorio nacional para asegurar su buen funcionamiento.

Organización jerárquica

Superior directo: funcionario superior de calidad del agua.  
 Otras tareas: ninguna, a excepción de la precedente.  
 Número y categoría de subordinados: técnico de laboratorio (TS/4).  
 Contactos: contactos regulares con el personal de todos los servicios para recopilar y difundir datos que faciliten una ejecución eficaz de los programas sobre la calidad del agua; contactos regulares con las partes interesadas durante la recopilación de datos.

Responsabilidades	<p><i>La salud y la seguridad de los demás:</i> hacerse cargo del cumplimiento de las normas de seguridad relativas a la evaluación de la calidad del agua.</p> <p><i>Responsabilidades en materia de recursos estatales:</i> material utilizado para la evaluación de la calidad del agua.</p> <p><i>Nivel de autoridad y de toma de decisiones:</i> control de las actividades diarias del laboratorio.</p> <p><i>Consecuencias de los errores:</i> compilación incorrecta de los datos, que conllevaría una evaluación inadecuada de la situación de los recursos hídricos.</p> <p><i>Aptitudes de comunicación:</i> aptitudes de redacción: capacidad para preparar, analizar y presentar informes técnicos completos y bien redactados. Aptitudes orales: capacidad para expresarse con claridad en el idioma oficial.</p>
Conocimientos y aptitudes necesarios	<p><i>Educación primaria/secundaria mínima:</i> cinco niveles '0' o equivalente.</p> <p><i>Cualificación profesional mínima:</i> licenciatura en química, bioquímica, ingeniería de medio ambiente o equivalente; diploma nacional superior en tecnología de laboratorio, con dos años de experiencia.</p> <p><i>Experiencia previa mínima:</i> licenciatura o diploma, con dos años de experiencia profesional.</p> <p><i>Aptitudes físicas:</i> capacidad para realizar pruebas de la calidad del agua y para utilizar el equipo adecuado.</p> <p><i>Otras aptitudes y capacidades:</i> buenas dotes analíticas; conocimientos básicos de informática.</p>
Entorno de trabajo y otros factores	<p><i>Entorno de trabajo:</i> oficina, laboratorio y sobre el terreno.</p> <p><i>Esfuerzo físico necesario para desempeñar el trabajo:</i> esfuerzos moderados para el análisis y la recopilación de muestras.</p> <p><i>Esfuerzo mental necesario para desempeñar el trabajo:</i> esfuerzo mental considerable para compilar y analizar datos.</p> <p><i>Riesgos en el desempeño de la tarea:</i> posibilidad de accidente en el laboratorio y sobre el terreno.</p>

## APÉNDICES

---

1. Garantía y evaluación de la calidad
2. Ejemplo de descripción de empleo - director regional
3. Glosario
4. Referencias y bibliografía anotada



## GARANTÍA Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

---

El siguiente texto, que aborda los procedimientos de garantía y evaluación de calidad, está adaptado de Van den Berghe (2000, págs. 165-170), con algunas referencias adicionales a la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET).

### ¿QUÉ ES LA CALIDAD?

La calidad es un concepto multidimensional y relativo que no es nuevo en el ámbito de la enseñanza y de la formación profesional. La calidad siempre ha sido una de las preocupaciones de instituciones, docentes, administradores y responsables de políticas. Sin embargo, ese concepto no siempre se ha definido de manera precisa o simplemente no se ha definido. Las distintas perspectivas desde las que se contempla la calidad en el contexto de la enseñanza y la formación profesional pueden resumirse como sigue:

- la calidad, desde un punto de vista didáctico y pedagógico, se entiende como la optimización del proceso de enseñanza y aprendizaje;
- la calidad, desde un punto de vista macroeconómico, se entiende como la optimización de los costos derivados de la enseñanza y formación;
- la calidad, desde un punto de vista social o sociológico, es la optimización de la respuesta a la demanda social de enseñanza y formación;
- la calidad, desde la perspectiva del usuario, es la optimización de la demanda;
- la calidad, desde el punto de vista de la gestión, es la optimización de la organización y del proceso de enseñanza y formación.

En la norma ISO 8402, la garantía de calidad se define como:

*Todas las actividades planificadas y sistemáticas aplicadas dentro del sistema de la calidad y manifiestamente necesarias para inspirar la confianza adecuada en que una organización cumplirá los requisitos de la calidad.*

En la práctica, para poder aplicar un sistema de garantía de calidad es necesario:

- definir normas de calidad;
- disponer de procedimientos adecuados;
- controlar la conformidad de los procedimientos;
- analizar las causas de no conformidad;
- erradicar los problemas mediante medidas correctivas apropiadas.

Por consiguiente, la aplicación de los principios de garantía de calidad exige un consenso con respecto a los principales atributos de la calidad. Estos últimos no siempre son evidentes en los programas de enseñanza y formación profesional: principalmente porque no sólo es importante el "producto", es decir, el material del curso, sino también el "proceso de aprendizaje".

La calidad debería evaluarse con regularidad. En el ámbito de la enseñanza y de la formación profesional, la calidad viene determinada por sus efectos o repercusiones al cabo de cierto tiempo. Dicho de otro modo:

*La calidad de la enseñanza y de la formación profesional se mide en función de sus efectos al cabo de seis meses.*

Sin embargo, en realidad estas mediciones resultan costosas y muy difíciles de realizar, por lo que rara vez son aplicadas por el proveedor o el usuario. La medida más frecuente de evaluar la calidad es el grado de satisfacción de los alumnos al término del curso o de su formación profesional.

**PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD**

Una alternativa para medir la calidad es poner en marcha un proceso de autoevaluación periódica tanto del que imparte la enseñanza y la formación profesional como de los usuarios que las reciben. En ese proceso, la organización deberá definir en primer lugar cierto número de normas de calidad, de requisitos de entrada deseables y de resultados esperados del programa de enseñanza y formación profesional. A continuación, se evalúa en qué medida se han respetado esas normas de calidad y si se han alcanzado los resultados esperados.

La autoevaluación puede obedecer a un doble propósito:

- mediante una autoevaluación periódica, la organización llegará a comprender mejor los efectos y repercusiones de la enseñanza y formación profesional impartidas y, por consiguiente, perfilará mejor criterios de valoración de la calidad docente;
- un buen proceso de autoevaluación aportará muchas ideas y sugerencias para mejorar la calidad, que contribuirán también a crear un ambiente de aprendizaje dinámico.

Estas reflexiones suponen la necesidad de establecer una "organización inteligente", es decir, una organización que tenga la capacidad intrínseca de aprender y evolucionar en su conjunto y no sólo como un grupo de personas.

Además de la autoevaluación, puede recurrirse a la evaluación externa, es decir, a una evaluación a cargo de terceros, por ejemplo, un organismo público o una organización de certificación/acreditación. Otro tipo de evaluación consiste en pedir a los usuarios que evalúen la enseñanza y formación recibidas. Estos tipos de procedimientos de evaluación de la calidad presentan ventajas y desventajas, como se resume en el Cuadro A.1.

Desde el punto de vista de la gestión de la calidad, la autoevaluación es la mejor opción. En efecto, las evaluaciones realizadas por organismos externos y por los usuarios suelen centrarse en las aportaciones y resultados de la formación, mientras que la verdadera fuente de mejora radica en una evaluación de los procesos internos, que sólo pueden valorarse adecuadamente mediante la autoevaluación. Además, todo tipo de evaluación externa o llevada a cabo por los usuarios puede dar lugar a una reacción defensiva y no constructiva de las personas evaluadas. La mejora de la calidad implica una motivación positiva, para lo cual es más útil la reflexión personal que la evaluación externa. Por último, la autoevaluación, que es la manera más económica y eficaz de evaluar la calidad, es aún más eficaz cuando va acompañada de un examen crítico externo.

En resumen, la autoevaluación es aplicable tanto a los que imparten como a los que reciben la enseñanza y la formación profesional. Permite a ambos:

*Cuadro A.1 — Comparación de procedimientos de evaluación de la calidad*

- mejorar la calidad;
- convertirse en una organización que favorece el aprendizaje;
- avanzar hacia una sociedad del aprendizaje.

Tipo de evaluación	Ventajas	Desventajas
Autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Relativamente económica</li> <li>– Abarca la organización en su conjunto</li> <li>– Puede participar todo el mundo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Puede no ser creíble</li> <li>– Puede carecer de rigor y de fiabilidad</li> <li>– Puede interferir con otras actividades</li> </ul>
Evaluación basada en el usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Responde a los intereses reales de los usuarios</li> <li>– Económica</li> <li>– Pueden medirse los efectos reales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sólo características resultantes</li> <li>– Alta variabilidad en la satisfacción de los usuarios</li> <li>– Los usuarios pueden no conocer sus propias necesidades</li> </ul>
Evaluación externa	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alta credibilidad</li> <li>– Punto de vista objetivo y perspectiva original</li> <li>– Posibilidad de evaluaciones comparadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Muy costoso</li> <li>– Evaluadores no necesariamente cualificados</li> <li>– Puede interferir con otras actividades</li> </ul>

MARCO PARA LA  
EVALUACIÓN Y  
LA ACREDITACIÓN

Los criterios EC-2000 (Criterios de ingeniería-2000) de ABET constituyen un ejemplo útil de los aspectos que hay que examinar para la autoevaluación de un programa de enseñanza o de formación profesional. Se exponen a continuación los criterios adoptados para el ciclo de acreditación 2002-2003 que se presentan en el sitio web de ABET.

Compete a la institución que solicita la acreditación de un programa de ingeniería demostrar claramente que el programa cumple los criterios siguientes.

- Criterio 1. Estudiantes La calidad y rendimiento de los estudiantes y titulados son consideraciones importantes para la evaluación de un programa de ingeniería. La institución deberá evaluar, aconsejar y supervisar a los estudiantes para determinar si ha conseguido alcanzar los objetivos del programa. La institución deberá tener y aplicar políticas con respecto a la aceptación de estudiantes procedentes de otro establecimiento y a la validación de los créditos obtenidos en otras instituciones. La institución deberá también definir y aplicar procedimientos que permitan que todos los estudiantes cumplan íntegramente los requisitos del programa.
- Criterio 2. Objetivos docentes del programa Todo programa de ingeniería para el cual una institución solicite acreditación o la renovación de ésta deberá contar con:
- a) objetivos docentes detallados y publicados, que sean coherentes con la misión de la institución y con estos criterios;
  - b) un proceso basado en las necesidades de los diferentes componentes del programa mediante el cual se determinen y evalúen periódicamente los objetivos;
  - c) un plan de estudio y un proceso que aseguren la consecución de tales objetivos;
  - d) un sistema de evaluación continua que demuestre que se han alcanzado dichos objetivos y que utilice los resultados para mejorar la efectividad del programa.
- Criterio 3. Resultados y evaluación del programa Los programas de ingeniería deberán poder demostrar que sus titulados:
- a) son capaces de aplicar sus conocimientos de matemáticas, ciencias y tecnología;
  - b) son capaces de concebir y realizar experimentos, así como de analizar e interpretar datos;
  - c) son capaces de diseñar un sistema, componente o proceso que responda a las necesidades;
  - d) son capaces de trabajar en equipos multidisciplinares;
  - e) son capaces de identificar, formular y resolver problemas técnicos;
  - f) son conscientes de sus responsabilidades profesionales y éticas;
  - g) son capaces de comunicarse de manera efectiva;
  - h) poseen la formación general necesaria para comprender los efectos de las soluciones técnicas en un contexto mundial y social;
  - i) reconocen la necesidad de formación continua y son capaces de asumirla;
  - j) están al corriente de los asuntos de actualidad;
  - k) poseen la formación necesaria para utilizar las técnicas y herramientas modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

Cada programa deberá contar con un proceso de evaluación cuyos resultados estén documentados. Deberá demostrarse que los resultados importantes para la misión de la institución y los objetivos del programa, incluidos los anteriormente mencionados, han sido evaluados y que se han aplicado al desarrollo y la mejora del programa. Servirán a tal fin, por ejemplo: los trabajos de los estudiantes y en particular proyectos de diseño; exámenes de contenido temático reglamentado a nivel nacional; encuestas que documenten las realizaciones profesionales de los alumnos y sus actividades profesionales; encuestas de los empleadores; y datos sobre los empleos ocupados por los titulados.



- Criterio 4. Componente profesional** Los requisitos relativos al componente profesional incluyen las áreas temáticas apropiadas para la ingeniería, pero no prescriben cursos específicos. Los profesores de ingeniería deberán asegurarse de que el plan de estudios dedica la atención y el tiempo adecuados a cada componente, en concordancia con los objetivos del programa y de la institución. Los estudiantes deberán estar preparados para la práctica de la ingeniería tras haber cursado el programa de estudio, que culminará en una importante experiencia, basada en los conocimientos y técnicas adquiridos en los cursos sobre normas de ingeniería y limitaciones realistas en la mayoría de los ámbitos siguientes: economía; medio ambiente; sostenibilidad; posibilidades de fabricación; ética; salud y seguridad; cuestiones sociales; y políticas. El componente profesional deberá abarcar: a) un año de matemáticas y de ciencias fundamentales de nivel superior (en algunos casos con experiencia práctica) apropiadas para la disciplina en cuestión; b) un año y medio de estudios técnicos, que comprendan ciencias de la ingeniería y diseño técnico que correspondan al área de estudio del alumno; c) una formación general que complete el contenido técnico del plan de estudios y que sea coherente con el programa y los objetivos de la institución.
- Criterio 5. El profesorado** El profesorado es el centro de todo programa docente. Deberá tener un número suficiente de miembros que tengan las competencias necesarias para abarcar todas las áreas temáticas del programa. Deberá haber un número de profesores suficiente para hacer posible que éstos puedan estar en contacto con los estudiantes, aconsejarlos y orientarlos, participar en las actividades de los servicios universitarios y en actividades de desarrollo profesional y establecer contactos con representantes de la industria, miembros de profesiones liberales y empleadores de los estudiantes. El profesorado del programa deberá tener la cualificación necesaria y la autoridad suficiente para asegurar la gestión del programa y para concebir y poner en práctica procesos de evaluación y mejora constante del programa, sus objetivos docentes y sus resultados. La competencia del profesorado, en términos generales, puede juzgarse a partir de factores tales como la formación, la diversidad de sus conocimientos previos, la experiencia en ingeniería, la experiencia docente, la capacidad de comunicación, el entusiasmo para desarrollar programas más efectivos, el nivel académico, la participación en asociaciones profesionales y el registro como ingenieros profesionales.
- Criterio 6. Instalaciones** Las aulas, laboratorios y su equipo correspondiente deberán adaptarse a los objetivos del programa y crear una atmósfera propicia para el estudio. Deberá contar con instalaciones adecuadas para fomentar la interacción entre el profesorado y los estudiantes y para crear un ambiente que estimule el desarrollo y las actividades profesionales. Los programas deberán brindar a los estudiantes la oportunidad de aprender a utilizar herramientas técnicas modernas. Deberá haber una infraestructura de cálculo y de información que sirvan de apoyo para las actividades académicas y para los objetivos docentes de los criterios 2002-2003 para la acreditación de programas de ingeniería.
- Criterio 7. Apoyo institucional y recursos financieros** El apoyo institucional, los recursos financieros y la dirección deberán estar a la altura para asegurar la calidad y continuidad del programa de ingeniería. Los recursos deberán ser suficientes para atraer, conservar y prever el desarrollo profesional continuo de un profesorado cualificado. Los recursos deberán ser también suficientes para adquirir, conservar y utilizar instalaciones y equipo apropiados para el programa. Además, el personal de apoyo y los servicios institucionales deberán corresponder a las necesidades del programa.
- Criterio 8. Criterios del programa** Cada programa deberá satisfacer los criterios que se le aplican y que son lo suficientemente específicos como para interpretar los criterios básicos que se aplican a una disciplina determinada. Los requisitos estipulados en los criterios de programa se limitan a las áreas temáticas del plan de estudios y a las cualificaciones del profesorado. Si, en virtud de su denominación, un programa está sujeto a dos o más conjuntos de criterios de programa, deberá satisfacer cada uno de ellos por separado; sin embargo, los requisitos coincidentes sólo deberán cumplirse una vez.

## APÉNDICE 2

### EJEMPLO DE DESCRIPCIÓN DE EMPLEO – DIRECTOR REGIONAL

---

El ejemplo siguiente, que se ofrece sólo a título informativo, está adaptado de M. Bruen (1993, págs. 56-59). Contiene tres partes principales: A. Descripción general del puesto; B. Principales funciones y resultados esperados; C. Competencias necesarias.

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUESTO

PUESTO	Director Regional.
LUGAR	–
SUPERIOR DIRECTO	Director del Servicio de vigilancia de los recursos hídricos, Ministerio del medio ambiente.
PERSONAL BAJO SU DIRECCIÓN	Tres técnicos en hidrología y personal temporero, conforme se designe.
RELACIONES DE TRABAJO	Servicio de vigilancia de los recursos hídricos. Directores y personal, otros Servicios del Ministerio del medio ambiente, personal de las Oficinas regionales del agua y clientes (empresas distribuidoras de agua, industrias, el público, etc.).
OBJETIVOS PRINCIPALES	<p>Asegurarse de que el equipo de vigilancia actúa en todo momento de manera profesional y respeta las normas de calidad solicitadas por sus clientes.</p> <p>Proporcionar, dentro de la esfera de actividad del equipo de vigilancia, información sobre el agua como recurso nacional, para archivarla en el Archivo de recursos hídrico.</p> <p>Proporcionar a otros clientes información sobre los recursos hídricos y temas afines, de calidad apropiada.</p> <p>Reducir al mínimo los costos que acarrea para el gobierno central el trabajo del equipo de vigilancia, manteniendo el buen funcionamiento del equipo y recuperando costos a un nivel que permita una estabilidad a largo plazo.</p>
CATEGORÍA DE PERSONAL	Hidrólogo; o:  profesional complementario en recursos hídricos, con la competencia necesaria; o  técnico superior en hidrología, con un mínimo de 10 años de experiencia en la vigilancia de los recursos hídricos y un historial profesional adecuado.
PRINCIPALES FUNCIONES Y RESULTADOS ESPERADOS	Véase la sección B.
COMPETENCIAS NECESARIAS	Véase la sección C.

PRINCIPALES FUNCIONES Y RESULTADOS ESPERADOS  
(PUESTO DE DIRECTOR REGIONAL)

Principales funciones	Resultados esperados
Verificar y archivar datos.	Archivar datos con arreglo a las normas especificadas. Realizar y verificar informes de auditoría anuales antes del 30 de junio del año siguiente para cada emplazamiento. Responder a las necesidades de información de los clientes.
Actualizar los registros administrativos.	Documentar claramente la ubicación de los registros. Documentar claramente la situación de emplazamientos y datos.
Comercializar servicios; realizar determinados trabajos para los clientes.	Aumentar la demanda de servicios. Dar a conocer las capacidades de servicio entre otras organizaciones. Recuperar hasta un 40% del presupuesto total destinado a la vigilancia de los recursos hídricos. Presentar con antelación un plan sobre el volumen de trabajo. Satisfacer a los clientes.
Formar y facilitar el desarrollo profesional del personal.	Formar al personal y aprovechar al máximo sus capacidades. Las aptitudes de cada uno deberán adecuarse a las exigencias del puesto. El personal estará informado sobre su nivel de eficacia y sus oportunidades profesionales. Se desarrollarán las capacidades en varios campos, tanto técnicos como administrativos. El programa anual de formación del personal estará bien estructurado y será coherente con las necesidades del trabajo. Estarán actualizadas las descripciones de empleo del personal.
Actualizar sus conocimientos técnicos y de gestión.	Conocer la existencia de las tecnologías y métodos más recientes. Apoyar a los miembros de los equipos en los aspectos técnicos. Introducir tecnología innovadora. Gestión eficaz. Los clientes recibirán el mejor servicio posible.
Manifestar compromiso con la calidad.	Finalizar a tiempo todos los trabajos solicitados por el cliente, con arreglo a las especificaciones dadas.
Elaborar programas anuales y trimestrales.	Programa anual, que comprende actividades destinadas al Ministerio del medio ambiente. Conocer los recursos necesarios para ejecutar los programas y los recursos disponibles para las actividades no programadas. Programa y objetivos trimestrales realizables, pero estimulantes.
Dirigir y administrar las actividades de los equipos de obtención de datos.	Cumplir de manera puntual los programas semanales, trimestrales y anuales con arreglo a los requisitos especificados por los clientes. Utilizar de manera eficaz todos los recursos y a todos los miembros del personal. Despliegue óptimo de los miembros del personal. Hay una comunicación fluida y relaciones armoniosas entre los miembros del personal. Las instalaciones y proyectos funcionan bien. Se fijan los gastos en función del presupuesto del que se dispone.
Obtener recursos.	Los presupuestos anuales son suficientes para realizar trabajos programados y no programados. El equipo y los recursos son adecuados e idóneos para que el personal cumpla con los objetivos. Personal disponible para cumplir dichos objetivos.
Instalar, mantener y utilizar el equipo.	Todas las instalaciones funcionan correctamente y los proyectos siguen su curso de manera adecuada. Los registros están completos, actualizados y acordes en todo momento a las normas estipuladas.
Revisar y mantener los sistemas de trabajo.	Los equipos y cada uno de los miembros del personal desempeñan su trabajo con competencia y eficacia. Los objetivos se cumplen puntualmente con arreglo al presupuesto. Los clientes están satisfechos. El personal sugiere y aporta mejoras.

COMPETENCIAS  
REQUERIDAS  
(PUESTO DE  
DIRECTOR REGIONAL)

- Comprender los principios básicos de la hidrología y de la meteorología.
- Conocer los sistemas de control, registro y transmisión de datos. Conocer los principios generales de gestión de datos y de los sistemas de información para la gestión del agua. Proceso de datos: introducción y modificaciones formales, validación, corrección, conclusión, transformación, compilación y análisis; necesidades funcionales para los sistemas de gestión y de proceso de bases de datos.
- Transmisión de información: presentar informes de datos en forma gráfica; informes. Utilizar sistemas de bases de datos: sistemas autónomos o relacionados con los modelos de simulación y de los SIG. Intercambiar datos entre modelos, sistemas de información geográfica, hojas de cálculo y bases de datos.
- Garantizar la calidad de los conjuntos de datos, análisis de frecuencia y regionalización de las series temporales hidrológicas. Medir todas las variables hidrometeorológicas. Mantener, comprobar y corregir los registros.
- Seleccionar emplazamientos y técnicas de medición. Seleccionar tipos de medidores y de registradores; diseñar pozos de amortiguación y asegurar la exactitud de las mediciones del nivel del agua. Niveles de fondo: determinar la posición, en particular mediante GPS y mediante goniómetros y sextantes; sondeo de secciones transversales y, en particular, utilización de instrumentos de sondeo.
- Efectuar mediciones de caudal, con especial atención a los métodos más importantes: métodos que utilizan molinetes y, en particular, el perfilador de corrientes por efecto Doppler (ADCP), el método de dilución, el método de relación altura-caudal y el método acústico.
- Transporte de sedimentos: métodos e instrumentos para medir el arrastre de fondo, el arrastre en suspensión y la carga en suspensión; muestreo del fondo.
- Estructuras de medición del flujo: selección del tipo de estructura; relación altura-caudal.
- Apreciación clara de la importancia de recopilar datos hidrológicos de manera sistemática y rentable y de las técnicas de diseño de una red de observaciones hidrológicas.
- Comprensión de los principios en que se basan la calidad del agua y la calidad ecológica. Mediciones *in situ* y muestreo de la calidad del agua de los ríos. Muestreo y medición de aguas subterráneas. Comprensión de la importancia de la prevención y protección frente a la contaminación de las aguas subterráneas.
- Comprensión del contexto institucional, socioeconómico y jurídico en que se realiza la planificación y la gestión de recursos hídricos. Conocimiento de los principios de evaluación de impacto ambiental.
- Capacidad para colaborar con equipos multidisciplinares.



## APÉNDICE 3

### GLOSARIO

---

<i>ABET</i>	Véase <i>Accreditation Board for Engineering and Technology</i> .
<i>Acreditación</i>	Reconocimiento de que un organismo educativo o de formación cumple con las normas mínimas de calidad que permiten a los estudiantes diplomados matricularse en instituciones de enseñanza de un nivel superior o más especializado o entrar en la vida activa.
<i>Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)</i>	Organización no gubernamental basada en Baltimore, Maryland (Estados Unidos de América), que acredita programas de estudio de ingeniería y tecnología en los Estados Unidos y, previa solicitud, en otros países.
<i>ADD</i>	Véase Aprendizaje abierto y a distancia.
<i>Aprendizaje abierto y a distancia</i>	Modalidad de formación continua que abarca un conjunto organizado de objetivos, contenidos y procesos de enseñanza concebidos para ser impartidos a alumnos que están alejados (en el espacio y/o en el tiempo) del docente o de las aulas tradicionales.
<i>Aptitudes</i>	Capacidad de rendimiento mental y físico para llevar a cabo las tareas cotidianas. Las aptitudes son cualidades esenciales para que una persona se desenvuelva eficazmente en una sociedad determinada.
<i>Autoevaluación</i>	Documentación detallada, análisis y evaluación de un programa educativo o de formación, llevados a cabo por personal del propio programa.
<i>Certificación</i>	Documentación que da fe de la asistencia y finalización satisfactoria de las actividades de enseñanza y formación institucional o no. A diferencia de los títulos y diplomas universitarios, los certificados no suelen estar reconocidos como calificaciones laborales.
<i>Competencia</i>	Pericia y aptitudes necesarias para desempeñar correctamente un trabajo determinado. La competencia implica también un gran número de cualidades personales, como la actitud, la aptitud, el comportamiento, el sentido ético, el criterio, la opinión, etc.
<i>Conocimientos</i>	Capacidad para comprender y para razonar de manera crítica, racional y estratégica. Permiten a una persona adaptarse más fácilmente a la evolución de su entorno.
<i>Crédito</i>	Unidad de valoración del trabajo del estudiante en el marco de la enseñanza institucional o no institucional.
<i>Desarrollo profesional continuo (DPC)</i>	Actividades de formación continua en una profesión determinada que sirven para adquirir las competencias necesarias para el desempeño de nuevas tareas.
<i>DPC</i>	Véase Desarrollo profesional continuo.
<i>EC- 2000</i>	Criterios de acreditación basados en los resultados, adoptados por la Comisión de acreditación de ingeniería de ABET.

<i>Ecosistema</i>	Unidad que comprende organismos vivos o no que interactúan para formar un sistema estable. Algunos de los conceptos fundamentales de un ecosistema son el flujo de energía a lo largo de la cadena alimentaria, las estructuras reticulares de la nutrición y el ciclo biogeoquímico de los nutrientes (Tercer borrador de la tercera edición del Glosario de hidrología de la UNESCO y la OMM).
<i>ECTS</i>	Véase Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos.
<i>Educación académica o institucional</i>	Enseñanza escolar o universitaria regular impartida o acreditada por instituciones privadas o públicas. La educación académica o institucional se obtiene mediante formación en las aulas, cursos introductorios y exámenes, con arreglo a un programa de estudio estipulado.
<i>Educación no institucional</i>	Educación basada en la formación en el lugar de trabajo, la tutela profesional, las actividades dentro de la empresa, etc.
<i>Educación permanente</i>	Formación continua en una profesión determinada que permite la adquisición de las aptitudes necesarias para desempeñar nuevas tareas. Concepto que refleja el ritmo creciente de la renovación de los conocimientos y de la ampliación de las aptitudes personales y que convierte la vida profesional en un proceso continuo de formación académica y continua, de desarrollo profesional continuo (DPC) y de formación basada en la competencia (FBC).
<i>Enseñanza</i>	Proceso de aprendizaje asociado a la transferencia de conocimientos a una persona.
<i>Evaluación</i>	Valoración de un aspecto cualquiera de un programa académico (admisión, resultados, estudiantes, etc.) con respecto a unos criterios establecidos.
<i>Facies</i>	Carácter de una formación rocosa, con respecto a su composición, textura, contenido en fósiles, etc.; formación o masa que posee un conjunto unificado de propiedades.
<i>FBC</i>	Véase Formación basada en la competencia.
<i>Fluviología</i>	Rama de la hidrología que estudia los ríos.
<i>Formación basada en la competencia (FBC)</i>	Formación del personal, estructurada y no institucional, concebida principalmente para el personal en su lugar de trabajo.
<i>Formación continua</i>	Todo tipo de enseñanza o de formación institucional o no destinada a personas que poseen ya una cualificación profesional o un título académico en la disciplina correspondiente o en otra similar.
<i>Formación profesional</i>	Proceso de aprendizaje institucional o no asociado a la transferencia de aptitudes y destrezas a una persona. Cualquier actividad que conduzca a la mejora de las destrezas de una persona.
<i>Garantía de calidad</i>	Sistema para asegurar la calidad de los resultados mediante la evaluación, el análisis y la introducción de los cambios necesarios. Este concepto está relacionado con la evaluación de la calidad, el control de la calidad y la gestión total de la calidad.
<i>Gestión de sistemas de datos (GSD)</i>	Adquisición, proceso, difusión y archivado de datos, incluidos la adquisición y el mantenimiento de equipo y programas informáticos.
<i>Gestión del medio ambiente (GMA)</i>	Gestión de la calidad del medio ambiente a escala de la cuenca hidrográfica o fluvial; incluye la evaluación de impacto ambiental.

<i>Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)</i>	Paradigma general de la (nueva) filosofía de gestión de los recursos hídricos que propugna un planteamiento integral. La GIRH es un proceso que aspira al desarrollo y gestión coordinados de los recursos hídricos, terrestres y similares para optimizar el bienestar económico y social sin amenazar la sostenibilidad de los sistemas medioambientales. En su sentido más amplio, la GIRH consiste en abordar simultáneamente los aspectos de la cantidad y la calidad del agua tanto superficial como subterránea, en el marco de una metodología analítica sistémica y con referencia a otras actividades sectoriales como la industria, la hidroicultura, la agricultura, la salud pública, la protección del medio ambiente, etc. La GIRH implica planteamientos inter y multidisciplinares, así como la participación del público, la sensibilización de éste, etc. Es evidente la necesidad de enseñanza y formación profesional para formar a expertos que sean capaces de llevar a la práctica este concepto.
<i>GIRH</i>	Véase Gestión integrada de los recursos hídricos.
<i>GMA</i>	Véase Gestión del medio ambiente.
<i>GSD</i>	Véase Gestión de sistemas de datos.
<i>H</i>	Véase Hidrólogo.
<i>Hidráulica</i>	Rama de la mecánica de fluidos que estudia el flujo de agua (u otros líquidos) en conductos y canales abiertos (UNESCO/OMM, 1992).
<i>Hidrología aplicada</i>	Rama de la hidrología que se ocupa de la aplicación de esta última a campos relacionados con el desarrollo y gestión de los recursos hídricos.
<i>Hidrología y recursos hídricos (HRH)</i>	Planificación, vigilancia, predicción, diseño, construcción, mantenimiento y gestión de instalaciones y sistemas para la explotación productiva del agua.
<i>Hidrología</i>	Ciencia que estudia las aguas superficiales y subterráneas de la Tierra, y su aparición, circulación y distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, sus propiedades biológicas, químicas y físicas, sus reacciones con el entorno, incluyendo su relación con los seres vivos (UNESCO/OMM 1992).
<i>Hidrólogo (H)</i>	Persona con formación especializada, en la que se utiliza conceptos y técnicas de ingeniería para observar y predecir el ciclo hídrico, desde el momento en que el agua se precipita sobre la tierra hasta que retorna a los océanos. La formación especializada del hidrólogo puede ser, entre otros, un título superior de ingeniería civil, física, geofísica, ingeniería agrícola o silvicultura seguido, por lo general, de un curso institucional de postgrado en hidrología de un año, acorde con las necesidades estipuladas en el programa de enseñanza básica para hidrólogos.
<i>HRH</i>	Véase Hidrología y recursos hídricos.
<i>Ingeniería hidrológica</i>	Rama de la hidrología aplicada que se ocupa de la utilización de información hidrológica para la planificación y el diseño de instalaciones, así como su utilización y el mantenimiento de obras hidráulicas.
<i>Materia</i>	Subdivisión de una unidad temática.
<i>Metrología</i>	Rama de la ciencia que estudia las mediciones.
<i>Partes interesadas</i>	Término general que describe a quienes imparten la formación continua (escuelas, universidades, centros de formación) y a sus "usuarios" (organismos públicos, grupos de interés, empresas, individuos, consumidores de agua y colectividades o sus representantes) que participan en actividades de formación continua y que



integran, de ese modo, la sociedad del aprendizaje. El término se aplica también a la gestión integrada de los recursos hídricos y a otros procesos participativos conexos.

*PEB* Véase Programa de enseñanza básica.

*Profesionales complementarios especializados en recursos hídricos* Profesionales que trabajan en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en relación con la gestión de sistemas de datos, la gestión de ecosistemas y los aspectos socioeconómicos y jurídicos.

*Programa de enseñanza básica (PEB)* Programa de estudio de referencia recomendado para la formación profesional inicial del personal que trabajará en el ámbito de la hidrología y los recursos hídricos. Según la nueva clasificación del personal de la OMM, existen dos PEB diferentes: uno para la formación de hidrólogos titulados que acaban de acceder a un empleo (PEB-H) y otro para la formación de técnicos en hidrología que acaban de acceder a un empleo (PEB-TH).

*Programa de estudio* Conjunto de asignaturas y actividades académicas organizadas para un perfil profesional específico. Establece la estructura conceptual, determina el período de tiempo necesario para adquirir una titulación reconocida y define su contenido general. Por ejemplo, el programa de estudio de una carrera de cinco años de ingeniería civil en una institución superior determinada: el programa de estudio contiene las materias elegidas por el estudiante de todo el programa ofrecido por el establecimiento. Un curso está integrado por el conjunto de actividades académicas organizadas para una materia específica, por ejemplo, un curso sobre dinámica de fluidos dentro del programa de estudio de ingeniería civil.

*Recursos hídricos* Recursos disponibles o potencialmente disponibles, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable (UNESCO/OMM, 1992).

*Resultados* Competencia real de los estudiantes que llevan a término un programa de enseñanza o de formación.

*SED* Véase Socioeconomía y derecho.

*Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS)* Sistema armonizado de asignación de créditos académicos, que se utiliza en las universidades de la Unión Europea.

*Socioeconomía y derecho (SED)* Marco jurídico, económico e institucional para la legislación relativa al agua, la asignación de recursos hídricos, la fijación de precios del agua, la resolución de conflictos relacionados con el agua, etc.

*Técnico en hidrología (TH)* Persona que, después de la enseñanza obligatoria (nueve años de escolarización como mínimo), ha finalizado una formación académica en hidrología conforme a los requisitos estipulados en el programa de enseñanza básica para técnicos en hidrología.

*Tecnología de instrumentos y mediciones (TIM)* Medición, utilización y mantenimiento de instrumentos para la adquisición de datos relativos a los sistemas hidrográficos, incluido el proceso y la transmisión de datos.

*Tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC)* Aplicación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones a la gestión integrada de los recursos hídricos.

*TH* Véase Técnico en hidrología.

*TIC* Véase Tecnología de la información y de las comunicaciones.

- TIM* Véase Tecnología de instrumentos y mediciones.
- Unidad didáctica* Grupo de unidades temáticas a efectos organizativos.
- Unidad temática* Grupo de temas dentro de una disciplina dada.



## APÉNDICE 4

### REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA ANOTADA

---

- Alaerts, G. J., F. J. A. Hartvelt y F.-M. Patorni (eds.) (1999), *Water Sector Capacity Building: Concepts and Instruments*, Actas del segundo coloquio del PNUD sobre creación de capacidad en el ámbito de los recursos hídricos, Delft, 1996, Rotterdam/Brookfield, Balkema, 455 págs. (Esta monografía aborda todas las cuestiones relativas a la creación de capacidad de instituciones y de personas).
- Balek, J., M. Bruen, W. H. Gilbrich, G. Jones, D. Lundquist y E. Skofteland (1994), *Applied Hydrology for Technicians*, Volúmenes I-IV, PHI-IV, Proyecto E-1.2, Documentos técnicos de hidrología, París, UNESCO.
- Banco Mundial (1993), *Water resources management*, Documento de trabajo del Banco Mundial, Washington, D. C., Banco Mundial, 140 pp.
- Bogardi, J. (ed.) (2000), *Water-Education-Training (W-E-T): Towards a sector vision of educators and those to be educated*, Documento marco sobre la visión a largo plazo con respecto al agua, la vida y el medio ambiente en el siglo XXI, 54 págs. (Este documento puede encontrarse en el CD-ROM de Cosgrove y Rijsberman, 2000, y existe también un informe sobre los debates del Foro Mundial sobre el Agua en <http://www.worldwaterforum.net>).
- Bogardi, J. (ed.) (2001), *W-E-T: Towards a strategy on human capacity building for integrated water resources management and service delivery*, publicación presentada y debatida en el coloquio internacional sobre la creación de capacidad humana en el ámbito de los recursos hídricos a través de la innovación y la colaboración, Delft, noviembre de 2001, 44 págs. (Los resultados de este coloquio y los documentos correspondientes pueden encontrarse en <http://www.ihe.nl/news/wet/index.htm>).
- Bruen, M. (1993), *Education systems for hydrology technicians*, PHI-IV Proyecto E-1.1, Documentos técnicos de hidrología, París, UNESCO.
- Collis, B. (1996), *Tele-learning in a digital world: the future of distance learning*, Londres, International Thomson Publishing.
- Comisión Europea, Sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos (ECTS - European Credit Transfer System), Guía del candidato e información disponibles en [http://ec.europa.eu/comm/education/programmes/socrates/ects/index\\_es.html](http://ec.europa.eu/comm/education/programmes/socrates/ects/index_es.html).
- Contrato Mundial del Agua (2001) (Iniciativa del Grupo de Lisboa que, junto con varias asociaciones nacionales, lo promovió y presentó en la Cumbre Mundial de la Tierra, Río+10, Johannesburgo, septiembre de 2002).
- Cosgrove, W. J. y F. R. Rijsberman (2000), *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*, para el Consejo Mundial del Agua, Londres, Earthscan Publications, 108 págs. (Resultados del Segundo Foro Mundial sobre el Agua, celebrado en La Haya (Países Bajos), marzo de 2000. Está basado en contribuciones de expertos que participan en consultas regionales, nacionales y sectoriales; ofrece un diagnóstico de los recursos hídricos y la presión a que están sometidos y presenta las medidas que se tendrían que adoptar. El CD-ROM adjunto contiene todos los documentos de referencia).
- Fattorelli, S., G. Dalla Fontana y D. Da Ros (1999), "Flood hazard assessment and mitigation", en: R. Casale y C. Morgottini (eds.), *Floods and landslides: integrated risk assessment*, Berlín, Springer Verlag, págs. 19-38.
- Hassan, T. (2002), "Appropriate mix of online and in-class delivery of management training and development", *Human Resources Development Quarterly*, N° 86, Ginebra, Unión Internacional de Telecomunicaciones, págs. 5-15.
- Kobus, H., E. Plate, H. W. Shen y A. Szollosi-Nagy (1994), "Education of hydraulic engineers", *Journal of Hydraulic Research*, 32 (2), págs.163-181.
- Linsley, R. K. (1967), "The relation between rainfall and runoff", *Journal of Hydrology*, 5, págs. 297-311.
- Maniak, U. (1989), *Model curriculum for short-term training courses for senior hydrology technicians*, PHI: SC.89/WS/16, Documentos técnicos de hidrología, París, UNESCO.

- Ministerio de Medio Ambiente de Canadá (2002), *Hydrometric Technician Career Development Programme*, National Water Quantity Survey Programme (véase <http://www.msc.ec.gc.ca>).
- Mulvaney, T. J. (1851), "On the use of self-registering rainfall and flood gauges in making observations on the relation of rainfall and of flood discharges in a given catchment", *Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland*, 4 (2), págs. 18-31.
- Nash, J. E. (1992), "Hydrology and hydrologists – reflections", capítulo 12 de J. P. O'Kane (ed.), *Advances in theoretical hydrology: A tribute to James Dooge*, Ámsterdam, Elsevier, págs. 191-199.
- Nash, J. E., P. S. Eagleson, J. R. Philip y W. H. Van der Molen (1990), "The education of hydrologists", *Hydrological Sciences Journal*, 35 (b), págs. 597-607.
- National Research Council (1991), *Opportunities in the Hydrologic Sciences*, Washington, D.C., National Academic Press, 348 págs. (Este informe, preparado por un Comité de la Comisión sobre geociencias, medio ambiente y recursos del National Research Council, está principalmente dedicado a cuestiones de investigación, aunque contiene un capítulo bastante extenso sobre la educación en las ciencias hidrológicas).
- OMM (2002), *Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa*, Volumen I: Meteorología, 4ª edición, OMM-Nº 258.
- Selborne, J. (2000), *The ethics of freshwater use: a survey*, Informe de UNESCO-COMEST (Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología) y de su Subcomisión sobre la ética del agua dulce, 49 págs. (El informe puede descargarse en [http://portal.unesco.org/shs/es/ev.phpURL\\_ID=1956&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/shs/es/ev.phpURL_ID=1956&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)).
- Sherman, L. K. (1932), "Streamflow from rainfall by unit-graph method", *Engineering News-Record*, 108, págs. 501-505.
- UNESCO/OMM, Glosario hidrológico internacional, segunda edición, 1992.
- Van den Berghe, W. (1995), *Achieving Quality in Training. European guide for collaborative training projects*, Wetteren, Tilkon, 308 págs, (ISBN 90-75427-01-8). Publicado también en italiano con el título *La qualità della formazione*, Padua, Diade (ISBN 88-87157-01-4). (Libro de referencia, guía y manual para el trabajo de gran utilidad, con 80 herramientas listas para su uso, para todos cuantos participen en la concepción, ejecución y seguimiento de proyectos de formación).
- Van den Berghe, W. (1999) *Self-assessment as the cornerstone of quality management in training*. Artículo en: Van der Beken *et al.* (2000), págs.165-170.
- Van der Beken, A. (1993), *Continuing education in hydrology*, Documentos técnicos de hidrología, SC-93/WS.27, París, UNESCO, 47 págs.
- Van der Beken, A. (2000), "Methods and strategies of continuing education and training", *Boletín de la OMM*, Vol. 49, Nº 2: 138-142.
- Van der Beken, A., M. Mihailescu, P. Hubert y J. Bogardi (eds.) (2000), *The Learning Society and the Water environment*, Actas del Simposio Internacional celebrado en París del 2 al 4 de junio de 1999, organizado por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, European Thematic Network of Education and Training (ETNET) Environment-Water, Technology for Water Resources (TECHWARE), la Asociación internacional de investigación e ingeniería hidráulica (AIIH), la Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas (AICH), la Oficina Internacional de Educación (OIE), y copatrocinado por la OMM y el PNUMA, Luxemburgo, Comisión Europea, 512 págs. (Este libro contiene las ponencias principales, artículos, resúmenes ampliados de las contribuciones en carteles y el resumen de los ponentes de los siete temas expuestos. Se ofrece una lista de CD-ROM y de cursos por Internet, obtenida de los artículos. El libro puede descargarse de Internet en <http://etnet.vub.ac.be>, en el apartado dedicada a ETNET 1996-1999).
- Wessel, J. (1999), *A guide to the needs of education and training in the water sector. Towards a compendium of water related competencies*, publicado por ETNET Environment-Water, Bruselas, VUB, 64 págs. (Esta publicación puede descargarse del sitio web <http://etnet.vub.ac.be/ePUBLICATIONS/>).
- Winkler, T. (1994), *Curriculum for long-term training of hydrology technicians*. Documentos técnicos de hidrología, París, UNESCO.