Informe sobre

Curso sobre Pronóstico Hidrológico

Lugar: Centro de Formación de la Cooperación Española de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (CF-AECID-BO)

Fechas: 6 AL 10 de junio de 2016

Dirigido a:

- *Felicísima Domínguez (felicísima.dominguez@aecid.es). Dirección de Cooperación para América Latina y Caribe. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).*
- *CF-AECID-BO: santacruz@aecid-cf.bo y seminarios2@aecid-cf.bo.*
- *Miguel Rabiolo (MRabiolo@wmo.int) y Claudio Caponi (CCaponi@wmo.int). Organización Meteorológica Mundial (OMM).*
- *Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET) y Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos (CIMHET): Jorge Tamayo (jtamayoc@aemet.es)*

Autor:
Angel Luis Aldana Valverde (Coordinador de PROHIMET y coordinador del curso)
Fecha:
14 de junio de 2016

Contenido

1 Introducción 1
1.1 Justificación 1
1.2 Antecedentes. La red PROHIMET 1
2 Enfoque del curso 1
2.1 Orientación 2
2.2 Material 2
2.3 Profesores 3
2.4 Alumnos 3
2.4.1 Requerimiento para los alumnos 3
2.4.2 Perfil 3
2.4.3 Preparación de material para los casos prácticos 3
2.5 Programa 3
3 Desarrollo de contenidos 4
3.1 Enfoque metodológico 5
3.2 Objetivos generales y específicos 5
3.3 Documentación proporcionada 5
3.3.1 En formato papel 6
3.3.2 En formato electrónico 6
4 Propuestas sobre futuras actuaciones 6
4.1 Selección de alumnos 6
4.2 Revisión de los contenidos del curso 7
4.3 Revisión del programa 7
5 Valoración general 7
5.1 Perfil de participante 7
5.2 Expectativas sobre el curso anteriores a su celebración 7
5.3 Participación y relaciones 8
5.4 El papel de PROHIMET 8
5.5 El Centro de Formación, el alojamiento y los transportes 8
5.6 Diagnóstico de los Servicios Hidrológicos Nacionales 8
5.6.1 Servicios Hidrológicos Nacionales 8
5.6.2 Recursos humanos 9
5.6.3 Medios materiales 9
5.6.4 Sistemas de medida 9
5.6.5 Interés por los modelos 9
5.6.6 Sistemas de pronóstico 9
6 Conclusiones finales 9
6.1 Recomendaciones importantes 10
7 Anejo 1. Profesores del curso 11
7.1 Angel Luis Aldana Valverde (coordinador y profesor) 11
7.2 Gustavo Ferreira 12
7.3 Gloria Marín 13
7.4 Javier Narbona 15
8 Anejo 2. Listado de alumnos 17
9 Anejo 3. Detalle de contenidos 18
10 Anejo 4. Resumen acerca de PROHIMET (folleto) 23

1 Introducción

Esta experiencia formativa ha resultado de la cooperación entre diferentes instituciones: la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Red Iberoamericana para Monitoreo y Pronóstico de Fenómenos Hidrometeorológicos (PROHIMET). Ha sido un buen ejemplo de coordinación.

1.1 Justificación

Los problemas de inundaciones, sequías y los asociados a cambio climático o variabilidad climática son importantes en la región latinoamericana. Las soluciones a estos problemas exigen que cada país cuente con Servicios Hidrológicos Nacionales capaces de ofrecer información de base para el resto de acciones. Un tipo de información especial es la de pronóstico, que exige contar con otras capacidades fundamentales bien resueltas. Este curso se ha centrado en esta cuestión para la formación de miembros de los Servicios Hidrológicos Nacionales de la región.

La Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos (CIMHET) es consciente de lo anterior, y en su reunión de 2015 reconfirma su apoyo a la red PROHIMET y le solicita que organice un curso de Pronóstico Hidrológico. El que aquí se trata es la primera edición del diseñado en 2015 (http://www.prohimet.org/cursoph) por el grupo de trabajo que se creó en las jornadas PROHIMET-Costa Rica-2015 (http://www.prohimet.org/jornadas-costa-rica-2015).

1.2 Antecedentes. La red PROHIMET

PROHIMET (ver http://www.prohimet.org y capítulo 10) es una red temática, de ámbito iberoamericano, que une a especialistas en varias disciplinas especialmente preocupados por los problemas de las crecidas y las sequías, aunque también se tratan los problemas relacionados con el cambio climático.

En el año 2004 tuvo lugar en Valencia (España) un evento denominado "Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Información y Pronóstico Hidrometeorológico" que reunió un alto número de especialistas de 22 países de la región iberoamericana. Fue promovido por la Organización Meteorológica Mundial (Agua, Tiempo y Clima), dentro de su Iniciativa de Predicción de Crecidas, y apoyado por el Instituto Nacional de Meteorología de España y la Confederación Hidrográfica del Júcar. Una de las propuestas incluidas en las conclusiones del seminario de Valencia de 2004 fue la creación de una red temática en vigilancia y pronóstico hidrometeorológico. La red PROHIMET fue creada unos meses después y durante el periodo 2005-2008 disfrutó de subvención dentro del programa CYTED.

Se han organizado ya 12 eventos tipo cursos o jornadas (http://www.prohimet.org/eventos), uno de los cuales se celebró con apoyo de AECID, pero esta vez en el Centro de Formación de la Cooperación Española de Antigua (Guatemala), del 5 al 9 de junio de 2006, bajo el título de “Jornadas Iberoamericanas sobre Inundaciones y Desastres Naturales”.

2 Enfoque del curso

El curso se ha diseñado conforme a un esquema poco habitual. Por un lado, se da gran importancia al trabajo práctico. Por otro, como una semana es poco tiempo para el diseño o la

planificación de una solución completa (objetivos del caso práctico), se amplía el periodo presencial (en el CF-AECID-BO) con otros previos y posteriores al curso. Además, durante el periodo presencial, se alternan explicaciones teóricas, generales y prácticas por parte del profesorado, con tiempos dedicados a que los alumnos trabajen en los casos prácticos.

Así, el curso se estructura en dos fases no presenciales, usando recursos en línea a través de Internet, y una presencial, acompañadas por unas evaluaciones.

- Fase preparatoria (no presencial).- El objetivo es asegurar una base de conocimiento por parte del alumno trabajando con el material de referencia. Además, el profesorado ayudará al alumno a preparar material de trabajo para las sesiones prácticas que se desarrollarán durante la fase presencial y la no presencial del curso completo.
- Evaluación previa de alumnos.- Después de la fase preparatoria, se evaluará al alumno con el objetivo de valorar si está en condiciones de un aprovechamiento del curso.
- Fase presencial.- Los profesores expondrán temas y casos prácticos y ayudarán a los alumnos en los trabajos con el material preparado en la fase preparatoria. Otras actividades prácticas se basarán en el trabajo con herramientas y casos comunes sencillos que faciliten la capacitación en cuestiones fundamentales
- Fase práctica en línea.- Los alumnos seguirán trabajando en sus casos prácticos con apoyo en línea por parte de los profesores.
- Evaluación final.- El profesorado evaluará los resultados alcanzados por cada alumno, después de la fase práctica. En caso de valoración positiva, se otorgará al alumno un diploma de aprovechamiento.

Por requerimientos de AECID, el presente informe se entrega antes del final de la segunda fase no presencial, para la que se dan dos semanas y otras dos más para las evaluaciones. El coordinador preparará un informe complementario acerca de esta fase final.

Por otra parte, lo ajustado de los plazos para la organización de esta edición del curso ha imposibilitado que se siga el proceso recomendado por PROHIMET para la selección de candidatos (ver apartado 4.1).

2.1 Orientación

El curso está orientado a la capacitación de personal con un cierto grado de formación y experiencia en la materia, profundizando en aspectos básicos y prácticos del pronóstico hidrológico en la hidrología operacional. El problema se aborda desde un punto de vista pragmático con la finalidad de mejorar la formación de profesionales. Se tiene en consideración que hay otros cursos que aportan formación en las cuestiones teóricas y en otras especializadas. Se da un enfoque práctico con dedicación de tiempo a casos reales y al uso de herramientas para reforzar las bases conceptuales.

2.2 Material

El material de trabajo y referencia:

- 1072 de la OMM (Manual on Flood Forecasting and Warning, WMO-No. 1072), que en breve se dispondrá en español.

  - Versión en inglés (http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=5841#.VulFWvnhC00)
- Bases SPH 2015 de A. L. Aldana
  - http://www.bubok.es/libros/240907/BASES-SPH-2015-Bases-conceptuales-y-organizativas-para-los-sistemas-de-prediccion-hidrologica
- Material específico de la red PROHIMET que incluye casos prácticos.
- Información del caso práctico que prepare cada alumno.

2.3 Profesores

Se seleccionan de cuatro a seis profesores, miembros de la red PROHIMET, para cada edición del curso. En este caso han sido cuatro (ver Anejo 1. Profesores del curso).

2.4 Alumnos

Se prepara el curso para un número aproximado de 20 alumnos. En esta edición fueron 14 (ver Anejo 2. Listado de alumnos)

2.4.1 Requerimiento para los alumnos

Se requiere que los alumnos tengan una formación, al menos básica en la materia, y deben llevar preparado material de casos prácticos de su país o institución.

Se seleccionan candidatos (esta parte, como se indicó anteriormente, no pudo aplicarse en esta edición del curso) en función de su perfil (el profesorado valorará el CV de los candidatos), de la información que aporten (en la fase preparatoria) y de la evaluación previa a la fase presencial.

2.4.2 Perfil

Se exige la presentación de un CV y se valora:

- Conocimientos básicos en hidrología
- Alguna experiencia previa
- Funciones en su trabajo con responsabilidades en monitoreo y pronóstico hidrológico

2.4.3 Preparación de material para los casos prácticos

Se proporciona al alumno una ficha con los requerimientos de la información que será necesaria para el curso. Durante el mismo se realizarán ejercicios de planificación y programación de soluciones para el caso concreto de cada alumno, que corresponda con su país o institución. Estos casos prácticos, cuyos desarrollos se continúan en la fase final del curso, serán valorados por los profesores al final.

2.5 Programa

Las siguientes tablas ilustran el programa del curso adaptado a este caso

	Capítulo	**Horas**	**Profesor**
1	Generalidades y aspectos principales	2	Angel Luis Aldana
2	Técnicas y herramientas auxiliares	3	Gustavo Ferreira
3	Tratamiento básico de datos	5	Javier Narbona
4	Métodos y modelos de monitoreo y pronóstico	6	Gloria Marín

5	Relaciones entre meteorología e hidrología	4.5	Gloria Marín
6	Tratamiento de la incertidumbre	3	Angel Luis Aldana
7	Generación de productos hidrológicos y su difusión	4	Javier Narbona
8	Organización de procesos y equipos de especialistas	2	Gustavo Ferreira
	Suma	*29.5*	
T	Traslados hotel-centro		

Programa					
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
8:00	T				
8:15	Registro	T	T	T	T
8:30	1	3	4	5	7
9:00	1	3	4	5	7
9:30	1	3	4	6	7
10:00	1	3	4	6	8
10:30	Descanso				
11:00	2	3	4	6	8
11:30	2	3	4	6	8
12:00	2	3	5	6	8
12:30	Almuerzo				Clausura
13:00					Almuerzo
13:30	2	4	5	6	
14:00	2	4	5	7	T
14:30	2	4	5	7	
15:00	3	4	5	7	
15:30	Descanso				
16:00	3	4	5	7	
16:30	3	4	5	7	
17:00	T	T	T	T	

El programa es orientativo, pues se fueron alternando explicaciones por parte de los profesores con prácticas de los alumnos, guiados por los anteriores.

3 Desarrollo de contenidos

Los contenidos reflejados en el capítulo anterior y detallados más adelante (Anejo 3. Detalle de contenidos) se impartieron tal y como fue previsto, aunque los profesores redujeron los tiempos previstos dedicados a explicaciones en favor de más tiempo dedicado a trabajar en los casos prácticos. Las explicaciones generales se centraron en los aspectos más relevantes y en insistir en aquello que se percibía como difícil para los alumnos durante el trabajo con los casos prácticos. Hubo tiempo para exponer temas generales acompañados de soluciones existentes. Además, se incluyeron explicaciones sobre:

- Red PROHIMET (http://www.prohimet.org)
- Programa Asociado de Gestión de Crecidas (http://www.apfm.info)
- Biblioteca electrónica de la OMM (http://library.wmo.int/opac)
- Utilidades de cálculo y programación creadas y difundidas por el coordinador (http://www.bubok.es/libros/246109/BASES-SPH-P-2016-Bases-de-programacion-para-los-sistemas-de-prediccion-hidrologica)

3.1 Enfoque metodológico

La orientación del profesorado fue la de insistir en la importancia de **cuestiones fundamentales** para el pronóstico hidrológico, restando importancia a problemas o cuestiones específicos como la modelación. Se observa con frecuencia que pronóstico se asocia a modelación, lo que es un error conceptual importante (ver 5.2). Los profesores orientan a los alumnos basándose en sus conocimientos, sus experiencias y los enfoques reflejados en el material de referencia que se emplea.

Uno de los retos más importantes de un especialista en la materia es la concepción de una solución completa de pronóstico hidrológico. El diseño del curso, con apoyo en los casos prácticos, persigue que el alumno, a menudo acostumbrado a afrontar soluciones parciales o la realización de tareas concretas, acabe el curso con capacidad de **planificar una solución completa** con consideración de sus distintos componentes.

El método se basa especialmente en la correcta **identificación, análisis y descripción del problema**, seguidas de la búsqueda, selección e implementación de una solución apropiada al caso que tenga en consideración los **medios materiales y humanos disponibles** y las singularidades asociadas a su empleo **operacional en tiempo real** teniendo en cuenta las necesidades de los **usuarios de la información**.

3.2 Objetivos generales y específicos

Los objetivos generales del curso se corresponden con los implícitos en el enfoque metodológico (apartado anterior).

Los objetivos específicos fueron las cuestiones que se consideran de mayor dificultad o interés para el correcto enfoque de una solución:

- Estudios básicos.
- Trabajo con incertidumbre.
- Calidad de la información.
- Generación de productos y relaciones con los usuarios de la información.
- Análisis de tiempos en problemas y soluciones.
- Metodología de trabajo por aproximaciones sucesivas siguiendo procesos cíclicos de planificación, diseño e implementación de soluciones.

3.3 Documentación proporcionada

Ya se había comunicado a los alumnos la conveniencia de consultar un par de referencias (las indicadas en 2.2) que pueden descargarse de Internet. No obstante, se proporcionaron éstas y otras complementarias, una en formato papel y otras en el dispositivo de almacenamiento digital que repartió AECID en los últimos días de curso.

3.3.1 En formato papel

Además del material en soporte informático, se entregó a cada participante un ejemplar impreso del

- Manual 1072 de la OMM ("Manual on Flood Forecasting and Warning", WMO-No. 1072) en inglés

Se entregaron tres ejemplares de este manual al personal de CF-AECID-BO, para su archivo y uso en su biblioteca.

Adicionalmente, la OMM enviará un ejemplar del manual en español, cuando esté terminado, a cada participante, para lo que se recopiló la información de correo postal de cada uno.

3.3.2 En formato electrónico

- Libro de MS-Excel para la estimación de parámetros de escorrentía
- Libro de MS-Excel para la estimación de parámetros de propagación
- Manual 1072 de la OMM ("Manual on Flood Forecasting and Warning", WMO-No. 1072) en inglés
- Borrador del manual 1072 en español
- "Bases SPH 2015. Bases conceptuales y organizativas para los sistemas de predicción hidrológica" de A. L. Aldana
- "Bases SPH P 2016. Bases de programación para los sistemas de predicción hidrológica" de A. L. Aldana
- "Gestión Integrada de Crecidas: Documento Conceptual". OMM nº 1047.
- Folleto sobre PROHIMET

En el dispositivo de almacenamiento proporcionado por AECID también se incluían fotografías, listado de participantes y el programa del curso.

4 Propuestas sobre futuras actuaciones

Dado el interés y el éxito de esta primera edición del curso, se considera conveniente repetir con futuras ediciones para ampliar el número de especialistas formados. En principio, de nuevo destinado a personal de los SHN, pero también cabría aspirar a ofrecer el curso en otros ámbitos (personal de protección civil, servicios hidrológicos de empresas hidroeléctricas o de ámbitos administrativos inferiores al nacional), en cuyo caso, quizás, habría que hacer pequeñas adaptaciones.

4.1 Selección de alumnos

En el diseño del curso se fijaron un conjunto de requerimientos para los alumnos (apartado 2.4) con el objetivo de que se logre un aprovechamiento satisfactorio. Se propone que, para futuras ediciones (tal y como estaba previsto en el diseño del curso), cada institución proponga tres candidatos, de los cuales el profesorado seleccionará a uno en función de su CV. Para esto es necesario contar con tiempos de anticipación para el anuncio del curso y márgenes para los diferentes procesos, que deberán estar programados con consideración a los plazos necesarios.

4.2 Revisión de los contenidos del curso

Los detalles de contenido del curso (ver capítulo 9), sólo en sus aspectos más específicos, van a ser revisados por los profesores y el resto de los miembros de PROHIMET involucrados en la actividad. Se definirá un nuevo contenido con menos atención a los detalles de forma tal que refleje más claramente los aspectos más importantes del pronóstico hidrológico. Se pretende así transmitir más claramente los objetivos generales y específicos del curso, a la vez que condicionar en menor medida los contenidos de las exposiciones de los profesores. El coordinador del curso procurará que las diferentes ediciones del curso sean homogéneas, aunque dentro de lo razonable pues se considera que es necesario adaptar cada caso a las singularidades de cada grupo de alumnos.

4.3 Revisión del programa

Para dejar más claros los objetivos apuntados en el apartado 3 y por lo que se indica en el capítulo 5, se modificará el programa del curso de modo que se reduzcan considerablemente los tiempos dedicados a los modelos. De hecho, gran parte del programa (apartado 2.5) que, aparentemente, se dedica a este capítulo se ha consumido en lo relacionado con los casos prácticos.

5 Valoración general

A pesar de las preocupaciones iniciales por parte de los profesores, incluido el coordinador, acerca del éxito del curso (pues se asumió el reto de un esquema singular y unos objetivos ambiciosos), el resultado final ha sido completamente satisfactorio, tanto para alumnos como para profesores. El último día de clase, justo antes de la clausura del curso, se hizo una ronda de intervenciones en la que cada participante expresaba su opinión acerca del curso. Las conclusiones de lo expuesto son que el resultado ha sido exitoso: los alumnos han aprendido cosas nuevas, ahora identifican lo importante y se ven en condiciones de afrontar la solución de problemas con nuevos enfoques integrales.

5.1 Perfil de participante

Una de las dificultades previstas y, finalmente, confirmadas estaba relacionada con las diferencias importantes entre perfiles profesionales de alumnos, posiblemente asociadas a las realidades de sus respectivos países. Esto se identifica por conocimientos generales y específicos. También contaban con distintos niveles de experiencia profesional. No obstante, el curso pudo llevarse a cabo según lo previsto, aunque en algún caso hubo que prestar apoyo especial a algunos de los alumnos.

5.2 Expectativas sobre el curso anteriores a su celebración

Algunos asistentes se inscribieron al curso con la convicción equivocada de que se dedicaría mucho tiempo a modelos de simulación y previsión. Esto puede estar relacionada con la concepción errónea de asociar pronóstico y modelación (ver también el apartado 5.6.5). La modelación no es sino una pequeña parte de las muchas tareas necesarias para el pronóstico y requiere tener bien resueltas otras cuestiones fundamentales.

Por lo demás, lo esperado y lo experimentado por los alumnos parece haber sido más o menos coincidente. Cabría indicar como excepción, si puede calificarse así, lo descrito en el capítulo 3, que, de algún modo, sorprendió, pero ello formó parte importante de su aprendizaje.

5.3 Participación y relaciones

Las personas reunidas con motivo de este curso congeniaron rápidamente, la comunicación alumno-alumno y alumnos-profesores fue muy buena. Esto facilitó el desarrollo de las actividades pues se creó una atmósfera agradable, cordial y estimulante.

5.4 El papel de PROHIMET

PROHIMET ha demostrado una vez más su utilidad e interés, gracias a sus principales fortalezas, que pueden resumirse en:

- El desarrollo y transferencia de tecnología se produce de forma efectiva.
- Reúne conocimiento de los problemas específicos de la región.
- Se cuenta con un grupo de especialistas con capacidad de asesoramiento, con enfoque integral, en todo lo relacionado con los sistemas de monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos y los sistemas de alerta temprana.
- Constituye una valiosa plataforma de apoyo en acciones de ayuda al desarrollo

5.5 El Centro de Formación, el alojamiento y los transportes

Todas las facilidades, servicios y apoyos facilitados por AECID han sido especialmente satisfactorios, sin que quepa crítica negativa, ni siquiera consejo para mejora. Esto es directamente aplicable al CF-AECID-BO y también a los proveedores de servicios contratados. El hotel (Los Tajibos) es excelente, tanto por instalaciones como por servicios, y los servicios de transportes fueron completamente satisfactorios.

Es de resaltar el carácter amable, educado y resolutivo de todo el personal, destacando el del CF-AECID-BO.

Sirvan estas líneas de agradecimiento y felicitaciones por la labor que realizan. En especial a Óscar Herrera Ortiz (Coordinación de Actividades Formativas), a Salvador García (responsable de sala) y a José Lorenzo García-Baltasar (Director del Centro), por sus responsabilidades en el caso y sus atenciones, pero sin olvidar al resto de personas que apoyaron este evento.

5.6 Diagnóstico de los Servicios Hidrológicos Nacionales

La experiencia ha servido también para que el grupo de profesores hicieran un diagnóstico de los SHN de los diferentes países representados. Aunque las conclusiones no se extraen únicamente de lo percibido durante el curso, sino también de los más de diez años de existencia de la red PROHIMET (ver, por ejemplo, http://www.prohimet.org/diagnostico-2010) y de la experiencia particular de cada uno de los profesores.

5.6.1 Servicios Hidrológicos Nacionales

Hay que empezar por llamar la atención sobre el hecho de que muchos países no cuentan con SHN, al menos no lo tienen conforme a las definiciones y recomendaciones de la OMM, según las referencias siguientes:

- Reglamento Técnico. VOLUMEN III. Hidrología. OMM–Nº 49. 2006
- Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I. Hidrología – De la medición a la información hidrológica. OMM-N° 168. Sexta edición. 2011

- Guía de prácticas hidrológicas. Volumen II. Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas. OMM-N° 168. Sexta edición. 2011

5.6.2 Recursos humanos

Las plantillas de los SHN son, en general, absolutamente insuficientes para atender a todas las necesidades que surgen del agravamiento progresivo de los problemas asociados a fenómenos hidrológicos adversos, tanto de crecidas como de sequías. Faltan hidrólogos y éstos requieren mayor formación y entrenamiento.

5.6.3 Medios materiales

Los SHN suelen contar con ordenadores, software y sistemas de comunicaciones, aunque se estima que no siempre con los suficientes medios materiales. Hay fundadas sospechas de que las bases de datos son inexistentes o deficientes y, en ocasiones, pueden considerarse inexistentes por la gravedad de sus defectos.

5.6.4 Sistemas de medida

Las deficiencias en cuanto a sistemas de medidas se consideran especialmente importantes. En unos tiempos en los que hay gran preocupación por cuestiones derivadas de las inundaciones, las sequías, el cambio climático y la variabilidad climática, resulta especial y sorprendentemente contradictoria la falta de interés que muestran los diferentes países por contar con la información necesaria para afrontar soluciones. Cualquier acción orientada a esos tipos de problemas tiene que basarse en un sistema de medidas hidrológicas completo y fiable desde muchos puntos de vista (cantidad de información, calidad de la misma, disponibilidad a tiempo, etc.).

Los especialistas en esta materia no dudan que estas inversiones, sin son apropiadas al caso, pueden soportar cualquier análisis coste beneficio, pero alertan sobre la necesidad de programas de operación y mantenimiento que garantice la sostenibilidad de las redes y la calidad de los servicios apoyados en ellas.

5.6.5 Interés por los modelos

Los modelos de simulación y pronóstico son herramientas muy útiles y necesarias. Pero su uso en condiciones marcadas por las deficiencias anteriores es inútil, incluso desaconsejable. Los modelos requieren información de calidad, en cantidad suficiente, disponible a tiempo y recursos humanos suficientes en número y en capacidades.

5.6.6 Sistemas de pronóstico

Las deficiencias anteriores llevan a la imposibilidad de que los países afectados por ellas cuenten con sistemas de pronóstico que contribuyan a la solución de los diferentes problemas. Es imposible implementar sistemas de pronóstico sin buenos sistemas de medidas, sin los recursos materiales complementarios necesarios y sin los recursos humanos apropiados al caso.

6 Conclusiones finales

Se recuerdan aquí las valoraciones y sugerencias de los capítulos 4 y 5, lo que se amplía con el siguiente apartado.

6.1 Recomendaciones importantes

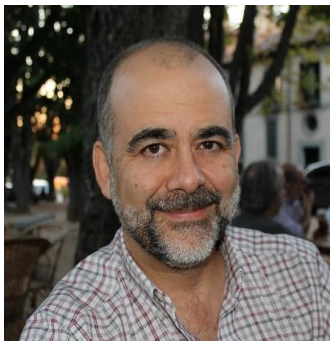
El coordinador del curso, en su nombre y en el de los profesores, y en representación de la opinión generalizada o unánime entre los miembros de PROHIMET, recomiendan:

- Repetir periódicamente el curso con el objetivo de que más integrantes de los servicios hidrológicos nacionales cuenten con la formación y entrenamiento necesarios para sus funciones
- Que las instituciones involucradas, haciendo uso de sus propias capacidades y responsabilidades, actúen en concordancia y transmitan los siguientes mensajes a otras entidades o personas con capacidad de decisión, para que se corrijan los errores o defectos diagnosticados gracias a actividades como este curso y a otras realizadas por PROHIMET y sus integrantes:
    - Se constituyan Servicios Hidrológicos Nacionales (SHN) conforme a los conceptos y recomendaciones de la OMM.
    - Que las redes de medida cuenten con programas de mantenimiento y operación que garanticen su sostenibilidad y aseguren que pueden proporcionar información a tiempo, de calidad alta y en cantidad suficiente.
    - Se dote a los SHN de los recursos humanos suficientes y se lleven a cabo programas de capacitación y fortalecimiento institucional que los conviertan en entidades con capacidades acordes a las necesidades de la región.
    - La selección de software y modelos, y, en general, el diseño de las soluciones finales que se implementen como sistemas de ayuda a la decisión o sistemas de alerta temprana, deben tener en cuenta los recursos disponibles en los SHN, la disponibilidad de información y la naturaleza de los problemas específicas de cada caso.
    - Lo anterior debe aplicarse también al problema concreto de las redes de medida, para las que además es especialmente importante considerar los recursos y capacidades institucionales para los programas de operación y mantenimiento.

7 Anejo 1. Profesores del curso

Por orden alfabético

7.1 Angel Luis Aldana Valverde (coordinador y profesor)



ANGEL LUIS ALDANA VALVERDE

Consultor independiente internacional.
Consultor OMM y BM
Coordinador de PROHIMET
angel.l.aldana@prohimet.org
https://docs.com/angel-luis-aldana-valverde

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos desde 1997. Inicia (1990) su carrera profesional en la Universidad Politécnica de Madrid, como becario y colaborador en proyectos de investigación y desarrollo, y continúa (1993-2013) en el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). En este centro lleva a cabo actividades relacionadas con su especialización y aborda además otras materias que pueden englobarse en dos grandes bloques: 1) aplicaciones de las tecnologías de la información y las comunicaciones en ingeniería civil, especialmente en teledetección y sistemas de información geográfica, y 2) obras hidráulicas, en el que cubre un amplio rango de temas que incluye análisis de inversiones, experimentación hidráulica, explotación, operación y seguridad.

Ha sido desarrollador o responsable de equipos de desarrollo de programas informáticos, la mayoría de ellos para el pronóstico hidrológico y la operación de embalses en situaciones de crecida.

Se especializa en hidrología operacional, pero evoluciona alcanzado sucesivamente una visión más general del problema de las inundaciones, hasta llegar a participar en trabajos que abordan los aspectos sociales, la ordenación del territorio y cuestiones relacionadas con creación de capacidades y fortalecimientos institucionales.

Ha participado en varios proyectos I+D+I, en la mayoría de ellos como investigador principal, financiados por sucesivos planes nacionales, y también ha tenido presencia en actuaciones relevantes relacionadas con la gestión de I+D+i.

En el ámbito internacional, ha participado en proyectos de investigación y desarrollo financiados por la Unión Europea y en varios foros y grupos de trabajo. Es cofundador y coordinador de la "Red iberoamericana para el monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos" (PROHIMET). Ha participado en varios proyectos en Latinoamérica (en varios como líder de equipos de especialistas), en Europa del Este y África. Estas actividades han estado vinculadas a

instituciones como OMM (Organización Meteorológica Mundial), CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo), AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo), el Banco Mundial (BM), CIMHET (Conferencia de Directores de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos) o CODIA (Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua). También ha colaborado con el Programa Asociado de Gestión de Crecidas (WMO/GWP Associated Programme on Flood Management-APFM).

Ha sido profesor en diferentes cursos de postgrado y ponente en un gran número de congresos, jornadas y seminarios, tanto en ámbito nacional como internacional. Ha sido organizador y director técnico de varios de estos eventos, tanto en España como en América.

Pertenece a la AME (Asociación Meteorológica Española), de la que fue vicepresidente, y a la IAHR (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research).

Actualmente trabaja como consultor independiente internacional, fundamentalmente para la OMM (Organización Meteorológica Mundial) y el BM (Banco Mundial), y como profesional libre para empresas y otras entidades.

Algunas cifras:

- Proyectos internacionales: 14, 12 de ellos en Latinoamérica
- Consultoría especializada (como profesional libre): para 12 entidades
- Proyectos I+D+i nacionales: 5 (2 como coordinador)
- Proyectos I+D+i internacionales: 1
- Proyectos nacionales como funcionario: 19 (12 como director)
- Desarrollos informáticos: 15
- Publicaciones: 9 artículos, 4 capítulos, 4 libros, 52 informes oficiales
- Comunicaciones y ponencias: 63
- Organización y dirección técnica de congresos: 2 en España y 14 en Latinoamérica
- Viajes internacionales: 71; países visitados: 24; kilómetros en avión: más de 850.000

7.2 Gustavo Ferreira

CARLOS GUSTAVO FERREIRA CORNAGLIA
Director General de Servicios Técnicos Específicos – Secretaría de Recursos Hídricos – Ministerio de Infraestructura y Transporte – Gobierno de la Provincia de Santa Fe – Argentina.
Profesor Adjunto – Universidad Nacional del Litoral – Argentina.
Miembro de PROHIMET.

gustavo.ferreira@prohimet.org

Ingeniero en Recursos Hídricos (Universidad Nacional del Litoral, Argentina, 1985) y Especialista en Gestión Ambiental (Universidad Nacional del Litoral, 2008).

Actualmente se desempeña como Director General de Servicios Técnicos Específicos (desde 2009), en la Secretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Infraestructura y Transporte de la provincia de Santa Fe, teniendo a su cargo el Área de Prevención Hídrica. Las misiones y funciones de la misma se resumen en coordinar la implementación de los sistemas de alerta hidrológico urbanos y redes de medición, articulando con la supervisión de los organismos competentes provinciales y/o de otras jurisdicciones, los planes de contingencia por inundaciones en el ámbito provincial. En este marco, desde 2007 ha desarrollado tareas de Inspector de Obra de la Instalación, Operación y Mantenimiento de dos redes telemétricas y de la paulatina recuperación de la Red Hidrológica Provincial, desactivada a partir de la década de 1990.

Con anterioridad se desempeñó en los siguientes cargos: Ingeniero de Proyectos (1985-1992), Jefe de Departamento de Estudios y Proyectos (1992-2003), Jefe de Departamento de Medidas No Estructurales (2003-2006) y Jefe de Área de Prevención Hídrica (2006-2009), trabajando en temas relativos al estudio, diseño e implementación de medidas estructurales y no estructurales para la mitigación de daños en áreas urbanas y rurales del territorio provincial (133.00 km2).

Es docente-investigador de la UNL desde 1999, habiéndose desempeñado en el Departamento de Hidrología de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Desde 2009 es Profesor Adjunto Ordinario de la asignatura Proyecto Final de las Carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Recursos Hídricos (FICH, UNL).

Se ha desempeñado como integrante de grupos de investigación y extensión, con fondos de la UNL, de la Agencia Nacional de Ciencia y Tecnología y de CYTED. Actualmente es co-director del Proyecto de Investigación: “Estimación de la fluctuación de niveles freáticos a partir de información remotamente sensada y balance hídrico”. Ha realizado como autor o co-autor 4 publicaciones en revistas internacionales y presentado 37 comunicaciones o ponencias en congresos y reuniones técnicas nacionales e internacionales.

Desde el año 2010 integra la red PROHIMET y ha participado en numerosos encuentros con la presentación de ponencias dedicadas a temas vinculados con la Instalación, Operación y Mantenimiento de Redes Telemétricas.

7.3 Gloria Marín

NOMBRE	GLORIA ESTELA MARIN CORTES.
CEDULA	43571810 DE MEDELLIN
DIRECCIÓN OFICINA	CARRERA 58 # 42-125, MEDELLÍN, EDIFICIO EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN PISO 9 OFICINA NÚMERO 089A
TELEFONO OFICINA	(574) 3802334
EMAIL	Gloria.Marin@epm.com.co
ESTADO CIVIL	CASADA.

ESTUDIOS REALIZADOS

SECUNDARIA TITULO	NORMAL ANTIOQUEÑA, MEDELLIN MAESTRA BACHILLER 1990.
UNIVERSITARIO TITULO	INGENIERO CIVIL 1996. MATRICULA PROFESIONAL N° 0520273629 ANTIOQUIA-COLOMBIA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLIN
ESPECIALIZACIÓN TITULO	ESPECIALISTA EN GERENCIA DEL AMBIENTE Y GESTIÓN PARA EL DESARROLLO 2001. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, MEDELLIN.
MAESTRÍA TITULO	MAGISTER SCIENTIAE EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA 2005 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, SAN JOSÉ DE COSTA RICA.

OTROS ESTUDIOS DE FORMACIÓN

TÉCNICA (7)	ÚLTIMO: CURSO HIDROMETEOROLOGÍA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA MEDELLÍN (Febrero 2003)
AMBIENTAL (9)	ÚLTIMO: FORMACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL EN ISO 14000:1996 GRUPO REGIONAL ISO-UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. MEDELLÍN (Noviembre 2002)
TEMAS ENERGÉTICOS (5)	ÚLTIMO: II JORNADAS TÉCNICAS DEL CONOCIMIENTO, GESTIÓN DE ACTIVOS DE GENERACIÓN: PALANCA DE CRECIMIENTO Y SOSTENIBILIDAD DEL GRUPO EPM" (Junio29 a Julio 3-2015)
SISTEMAS (7)	ÚLTIMO: SOFTWARE LIBRE 1 Y 2 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. MEDELLÍN, 2008
OTROS (7)	ÚLTIMO: FORMACIÓN DE PENSADORES BILATERALES. CLAUDIA VICTORIA LLANO. MEDELLÍN (Diciembre 2001)
IDIOMAS	INGLÉS: NIVEL N°20 (AVANZADO). CENTRO COLOMBO AMERICANO, MEDELLÍN. (Agosto 2002) PORTUGUÉS: PASANTÍA EN BRASIL Y NIVEL N°1 UNIVERSIDAD BOLIVARIANA (2007)

PARTICIPACIÓN EN SEMINARIOS Y PASANTÍAS INTERNACIONALES EN REPRESENTACIÓN DE EPM
LAS DOS ÚLTIMAS DE 17:

6 A 10 DE JULIO DE 2015	JORNADAS IBEROAMERICANAS SOBRE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN Y EL PRONÓSTICO HIDROMETEOROLÓGICO, SAN JOSÉ, COSTA RICA. (PONENTE)
13 A 24 DE JULIO DE 2015	PASANTÍA EN EL INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL DE COSTA RICA. (ASISTENTE)

PARTICIPACIÓN EN REDES INTERNACIONALES.

RED PROHIMET (RED IBEROAMERICANA PARA EL MONITOREO Y PRONÓSTICO DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS): COORDINADORA DEL PROYECTO PILOTO PROHIMET-COLOMBIA "SISTEMA HIDROMETEOROLÓGICO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NARE Y GUATAPÉ"

GRUPO FOCAL EN SATÉLITES METEOROLÓGICOS DEL LABORATORIO VIRTUAL DE LA ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL: PARTICIPACIÓN EN REUNIONES MENSUALES VIRTUALES CON CIRA, NOAA/NWS/NCEP/ INTERNATIONAL DESK, & TRAINING DIVISION Y LOS DIFERENTES REPRESENTANTES DE AMÉRICA Y EL CARIBE PARA EL ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DEL TIEMPO EN EL CARIBE Y CENTRO Y SUR AMÉRICA

RECONOCIMIENTOS

PROFESIONAL DE EXCELENCIA	Empresas Públicas De Medellín	Año 2003
GRADUACIÓN DE HONOR	Universidad De Costa Rica	Año 2005
MENCIÓN DE HONOR PROYECTO DE GRADO	Universidad De Costa Rica	Año 2005

PUBLICACIONES
LAS DOS ÚLTIMAS DE 23:
SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA PARA LOS EMBALSES DE EPM. INFORME TÉCNICO EPM. OCTUBRE 2012.
PROGRAMA PARA LA ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS PARA REALIZACIÓN DE AFORO "TARABITAS" INFORME DE ACCIONES IMPLEMENTADAS EN LAS TARABITAS DESCARGA PORCE 2 Y EL ZAFIRO. INFORME TÉCNICO EPM. FEBRERO 2015.

7.4 Javier Narbona

JAVIER NARBONA NARANJO

Ingeniero civil. Universidad de Chile

Jefe División Hidrología - Dirección General de Aguas desde 1994

MOP Chile

Javier.narbona@prohimet.org

Desarrolla su labor profesional en la DGA.

La División de Hidrología tiene como función principal mantener y operar el Servicio Hidrométrico Nacional. Esto comprende las redes de monitoreo de caudales, meteorológicas, aguas subterráneas, sedimentos y nivales a través de todo el país. Además, incluye el análisis y procesamiento de la información generada para disponibilidad de los distintos usuarios.

COMO JEFE DE LA DIVISION HIDROLOGIA CORRESPONDEN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES PRINCIPALES:

- Diseño de la Organización de la Red Hidrométrica Nacional.
- Cursos de perfeccionamiento al personal técnico como organizador y profesor.
- Dictación permanente de normas operativas.
- Mantención, implementación y renovación de la red hidrométrica nacional (1800 estaciones de control) Costo infraestructura.
- Formulación de programas de operación a corto y mediano plazo que comprenden la adecuación de nuevas técnicas y equipos modernos.
- Análisis de programas regionales anuales, manejo de los recursos financieros y asignación de fondos para operación.

- Inspección y control de la ejecución de los programas a nivel nacional.
- Diseño, implementación y desarrollo del programa de modernización de la red hidrometeorológica nacional que comprende tecnología digital con transmisión satelital y GPRS.

8 Anejo 2. Listado de alumnos

	País	**Nombre**	**Apellidos**	**Institución**
1	Argentina	Gonzalo Martín	Díaz	Institución Servicio Meteorológico Nacional
2	Bolivia	Hugo	Cutile Copa	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
3	Bolivia	Erick Víctor	Sossa Sánchez	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
4	Chile	José	Miñano Copano	Dirección General de Aguas
5	Costa Rica	Juan Diego	Naranjo Díaz	Instituto Meteorológico Nacional
6	Ecuador	Lester Joel	Pérez Lozada	INAMHI-Ecuador
7	El Salvador	Roberto Adolfo	Cerón Pineda	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
8	Guatemala	Manuel de Jesús	Sales Rodriguez	INSIVUMEH
9	Honduras	Mario Alonso	Centeno Paz	Servicio Meteorologico Nacional de Honduras
10	Panamá	María Belén	Rodríguez De León	Empresa de Transimisión Eléctrica (ETESA)
11	Paraguay	Óscar Hugo	Rodriguez Salcedo	DMH – DINAC Paraguay
12	Perú	Jesús	Sosa Sarmiento	SENAMHI-Perú
13	Uruguay	María Soledad	Bonner Pérez	DINAGUA, MVOTMA.
14	Venezuela	Martin Alejandro	Blanco Pérez	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH)

9 Anejo 3. Detalle de contenidos

1. Generalidades y aspectos principales
2. Técnicas y herramientas auxiliares
   - 2.1. Estudios previos
     - 2.1.1. Topografía y cartografía
     - 2.1.2. Estudios del área de interés e influencia
   - 2.2. Software
     - 2.2.1. Sistemas de información geográfica
     - 2.2.2. Fundamentos de programación. Lenguajes y bibliotecas de programas y utilidades.
     - 2.2.3. Plataformas y modelos hidrológicos
     - 2.2.4. Sistemas de gestión de información. Bases de datos
     - 2.2.5. Software libre y software comercial
   - 2.3. Hardware
     - 2.3.1. Útiles para la recepción y almacenamiento de datos, procesamiento, difusión y transmisión
     - 2.3.2. Servidores, ordenadores personales y estaciones de trabajo
   - 2.4. Observación, estimación y medida de variables meteorológicas
     - 2.4.1. Radar meteorológico (terrestre y aéreo)
     - 2.4.2. Productos de satélite a escala global
     - 2.4.3. Información de satélites de onda corta
     - 2.4.4. Hidroestimadores
3. Tratamiento básico de datos
   - 3.1. Diseño de la red hidrometeorológica
     - 3.1.1. Análisis crítico según requerimientos
     - 3.1.2. Determinación de variables a medir
     - 3.1.3. Frecuencia de las mediciones
     - 3.1.4. Emplazamiento de las estaciones
     - 3.1.5. Priorización de las estaciones a implementar
   - 3.2. Operación regular de la red
     - 3.2.1. Control de estaciones (terreno)
       - 3.2.1.1. Mediciones directas
       - 3.2.1.2. Calibración de los instrumentos
       - 3.2.1.3. Registro de los controles
     - 3.2.2. Realización de aforos directos
     - 3.2.3. Registro de datos
       - 3.2.3.1. Manual
       - 3.2.3.2. Bandas gráficas
       - 3.2.3.3. Digital
     - 3.2.4. Transmisión de datos
       - 3.2.4.1. Tipos de transmisión
       - 3.2.4.2. Ventajas y aplicaciones
   - 3.3. Mantenimiento de la red
     - 3.3.1. Programa de mantenimiento regular de las estaciones
       - 3.3.1.1. Bitácora por estación
       - 3.3.1.2. Almacén de recambios de instrumentos
       - 3.3.1.3. Mantenimiento de la infraestructura
       - 3.3.1.4. Verificación del funcionamiento de las estaciones

- 3.4. Procesamiento de los datos
  - 3.4.1. Relleno y validación
    - 3.4.1.1. Revisión primaria (errores gruesos)
    - 3.4.1.2. Revisión final
    - 3.4.1.3. Análisis de consistencia
  - 3.4.2. Obtención de variables derivadas
  - 3.4.3. Cálculos estadísticos
  - 3.4.4. Almacenamiento de los datos
  - 3.4.5. Generación de productos
    - 3.4.5.1. Para el seguimiento y control del sistema
    - 3.4.5.2. Para la difusión
- 4. Métodos y modelos de monitoreo y pronóstico
  - 4.1. Aspectos y enfoques generales
    - 4.1.1. Condicionantes de parámetros temporales
    - 4.1.2. Según tamaño de cuenca
    - 4.1.3. Según topología de la red de medición
    - 4.1.4. Enfoque de soluciones para crecidas
      - 4.1.4.1. Según tipo de fenómeno
        - 4.1.4.1.1. Fusión nival
        - 4.1.4.1.2. Precipitación
        - 4.1.4.1.3. Operación de obras hidráulicas
        - 4.1.4.1.4. Otros fenómenos (rotura de presas, etc.).
      - 4.1.4.2. Enfoque para la gestión de recursos
    - 4.1.5. Estudios hidrológicos para apoyar el desarrollo de modelos
      - 4.1.5.1. Generalidades
      - 4.1.5.2. Comprensión de la hidrología de crecidas
      - 4.1.5.3. Requisitos para estudios de crecidas
      - 4.1.5.4. Requerimientos de apoyo continuo a los modelos
    - 4.1.6. Disponibilidad de modelos
  - 4.2. Modelos generales
    - 4.2.1. Modelos de propagación
      - 4.2.1.1. Generalidades
      - 4.2.1.2. Tránsito (propagación o traslado) hidrológico
      - 4.2.1.3. Tránsito hidráulico
    - 4.2.2. Modelos de transformación lluvia-escorrentía
      - 4.2.2.1. Modelos entrada-salida o de caja negra
      - 4.2.2.2. Modelos distribuidos (físicamente basados)
      - 4.2.2.3. Modelos conceptuales a parámetros concentrados
      - 4.2.2.4. Modelos combinados de cuenca y tránsito
  - 4.3. Modelos y herramientas para gestión recursos
    - 4.3.1. Situaciones ordinarias
    - 4.3.2. Sequías
      - 4.3.2.1. Indicadores de sequía
  - 4.4. Modelos de crecidas
    - 4.4.1. Tipos de modelos. Modelación de eventos y de simulación continua
    - 4.4.2. Selección de métodos o modelos adecuados para previsión de crecidas
      - 4.4.2.1. Factores que afectan la selección
      - 4.4.2.2. Selección del modelo adecuado

- 4.4.2.3. Modelos concentrados/agregados versus distribuidos
- 4.5. Modo de operación de modelos en tiempo real. Calibración y autocalibración.
  - 4.5.1. Parámetros en modelos hidrológicos
  - 4.5.2. Calibración de modelos e información requerida
    - 4.5.2.1. Objetivos
    - 4.5.2.2. Métodos de calibración
    - 4.5.2.3. Pasos básicos de la calibración
    - 4.5.2.4. Información necesaria
    - 4.5.2.5. Requisitos generales
  - 4.5.3. Modo de funcionamiento de los modelos. Actualización y autocalibración
  - 4.5.4. Verificación de modelos
    - 4.5.4.1. Criterios numéricos de verificación de modelos
    - 4.5.4.2. Criterios gráficos de verificación de modelos
    - 4.5.4.3. Criterios de verificación de previsiones
- 4.6. Las soluciones "multimodelo"
  - 4.6.1. Enfoque general
  - 4.6.2. Formas de sistemas multimodelo
  - 4.6.3. Previsiones por conjuntos o probabilísticas
- 4.7. Modelos para casos especiales
  - 4.7.1. Modelos para llanuras de inundación
  - 4.7.2. Modelos de deshielo-escorrentía
  - 4.7.3. Predicción de niveles freáticos
  - 4.7.4. Mareas de tormenta
  - 4.7.5. Crecidas repentinas
    - 4.7.5.1. Características y principales impactos
    - 4.7.5.2. Posibilidades de pronóstico y la divulgación a los potenciales afectados
  - 4.7.6. Inundaciones urbanas
    - 4.7.6.1. El fenómeno de la creciente urbanización
    - 4.7.6.2. Impactos en áreas urbanas
    - 4.7.6.3. Alcances de los pronósticos
  - 4.7.7. Control de avenidas en embalses

5. Relaciones entre meteorología e hidrología
   - 5.1. Necesidades comunes
     - 5.1.1. Campos de precipitaciones
     - 5.1.2. Campos de temperaturas
     - 5.1.3. Coberturas nivales
     - 5.1.4. Evapotranspiraciones
     - 5.1.5. Humedad del terreno
   - 5.2. Diferencias
   - 5.3. Ampliación del horizonte de previsión hidrológico
     - 5.3.1. Reducción de la incertidumbre sobre precipitaciones
   - 5.4. Interpretación del pronóstico meteorológico
   - 5.5. Condicionantes organizativos e institucionales
6. Tratamiento de la incertidumbre
   - 6.1. Incertidumbre en las medidas y cálculos hidrológicos
   - 6.2. Error e incertidumbre en la hidrología operacional
     - 6.2.1. Realidades inevitables
     - 6.2.2. Ejemplos de incertidumbres

- 6.2.3.Necesidades en cuanto a la calidad de la información
- 6.2.4.La solución a través del diseño y la organización
- 6.2.5.Cantidad y calidad (una reflexión obligada)

6.3. Fuentes de incertidumbres en la previsión

- 6.3.1.Datos de entrada para previsiones
- 6.3.2.Errores de observación
- 6.3.3.Errores en parámetros, condiciones de borde y condición inicial

7. Generación de productos hidrológicos y su difusión
   - 7.1. Definición de productos y su uso
   - 7.2. Modos y medios
   - 7.3. Selección de magnitudes relevantes
   - 7.4. Umbrales de amenaza (peligro) hidrológica
     - 7.4.1.Umbrales de nivel, caudal y precipitación
     - 7.4.2.Consideración del riesgo
     - 7.4.3.Información registrada
     - 7.4.4.Pronóstico meteorológicos o escenarios
   - 7.5. Presentación de la información
   - 7.6. Boletines y partes
   - 7.7. Acceso a bases de datos
   - 7.8. Atlas e informes especiales
8. Organización de procesos y equipos de especialistas
   - 8.1. Clasificación de especialistas y profesionales
   - 8.2. Tabla de procesos y recursos humanos
   - 8.3. Detalles de procesos y recursos asociados
     - 8.3.1.Diseño de la red de monitoreo
     - 8.3.2.Adquisición de equipos
     - 8.3.3.Instalación y puesta en operación de la red de monitoreo
     - 8.3.4.Mantenimiento preventivo y correctivo
     - 8.3.5.Recepción de información y almacenamiento de datos
     - 8.3.6.Control de calidad de la información
       - 8.3.6.1. Análisis e interpretación básica de la información
       - 8.3.6.2. Automatización del proceso del control de calidad
       - 8.3.6.3. Análisis e interpretación especial
       - 8.3.6.4. Realización de aforos
     - 8.3.7.Almacenamiento en dase de datos históricos
     - 8.3.8.Utilización de la información
       - 8.3.8.1. Cálculo de caudales; desarrollo de curvas de gasto, planificación de jornadas de aforo
       - 8.3.8.2. Estudios hidrometeorológicos
       - 8.3.8.3. Elaboración de informes y boletines (información histórica y actual)
     - 8.3.9.Necesidades para la difusión de la información. (Histórica y actual).
       - 8.3.9.1. Suministro de productos
     - 8.3.10. Desarrollo del pronóstico hidrológico
       - 8.3.10.1. Selección del modelo de pronóstico hidrológico
       - 8.3.10.2. Adquisición, instalación y calibración del modelo de pronóstico
       - 8.3.10.3. Elaboración y divulgación del pronóstico
   - 8.4. Capacitación continua. Formación y entrenamiento
     - 8.4.1.Cursos y talleres

8.4.2.Manuales, guías y normas técnicas
8.4.3.Evaluación regular del personal
8.4.4.Gestión y administración

10 Anejo 4. Resumen acerca de PROHIMET (folleto)

PROHIMET
http://www.prohimet.org

Red iberoamericana para el monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos

Acciones para la divulgación de conocimientos y la promoción de soluciones para la gestión de riesgos hidrometeorológicos

¿Qué es?

- Es una red temática, de ámbito iberoamericano, que une a especialistas en varias disciplinas especialmente preocupados por el problema de las crecidas y las sequías, aunque también se tratan los problemas relacionados con el cambio climático

¿Cuáles son sus objetivos?

- Cooperación entre meteorólogos, hidrólogos y otros especialistas
- Cooperación multinacional
- Formación y capacitación
- Diagnóstico de los problemas
- Proyectos de demostración.
- Desarrollo, extensión y mejora de los sistemas de medida y observación

¿Cuáles son sus características?

- Multidisciplinar y multisectorial
- La red se orienta a personas e instituciones
- Se exige participar, aportar y compartir
- Los intercambios se concretan en soluciones específicas
- Se constituyen foros de discusión de temas específicos y transversales.

Eventos

- Desde 2005 se han organizado 12 jornadas con cursos, talleres y reuniones de coordinación en diferentes países

Proyectos

- Se han ejecutado dos proyectos hasta 2012

Beneficios

- Transferencia tecnológica efectiva
- Conocimiento de los problemas de la región
- Especialistas con capacidad de asesoramiento
- Apoyo en acciones de ayuda al desarrollo

Apoyos

- OMM (http://www.wmo.int).- Desde 2005
- CYTED (http://www.cyted.org).- 2005-2008
- AECID (http://www.aecid.es).- 2006
- Conferencia de Directores de los SMHN Iberoamericanos (CIMHET, http://www.cimhet.org).- Desde 2007
- Empresas: Telvent y Typsa (2005); ICSA (2006), Abengoa (2011, 2015), Rossbach (2011), Aquarius (2011-2013), Gematronik (2011-2016) y Creatividad y Tecnología CYTSA (2011)
- Anfitriones de los eventos: numerosas instituciones de diferentes países
- Otros: CEDEX (http://www.cedex.es), AEMET (http://www.aemet.es), AME (http://www.ame-web.org)

PROHIMET

http://www.prohimet.org

Red iberoamericana para el monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos

Proyectos

- 1) Proyecto PROHIMET-Yí
  - Título: Proyecto piloto de alerta temprana para la ciudad de Durazno ante las avenidas del rio Yí
  - País: Uruguay
  - Ciudad: Durazno
  - Río: Yí
- 2) Proyecto PROHIMET-Colombia
  - Título: Sistema hidrometeorológico en las cuencas de los ríos Nare y Guatape, ubicados en Antioquia-Colombia
  - País: Colombia
  - Ciudades: El Retiro, Guarne, Rionegro, La Ceja, Carmen de Viboral, Marinilla, Santuario, San Vicente, El Peñol, Guatapé y San Rafael.
  - Ríos: Nare y Guatapé

Eventos

- "Curso Internacional de capacitación sobre Fundamentos para el monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos". República Dominicana. 2005.
- "Taller Iberoamericano sobre Inundaciones y Desastres Naturales". Perú. 2005.
- "Jornadas Iberoamericanas sobre Inundaciones y Desastres Naturales". Guatemala. 2006.
- "Taller Iberoamericano sobre Inundaciones y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos". Argentina. 2006
- "Jornadas Internacionales sobre Gestión del Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas". Brasil. 2007
- "Taller de eventos hidrometeorológicos extremos: crecidas y sequías". Chile. 2008
- "Taller sobre el Pronóstico hidrometeorológico y los problemas de las inundaciones urbanas". El Salvador. 2009
- Jornadas sobre "Sistemas regionales de observación hidrometeorológicos. Intercambios de información". Costa Rica. 2010
- Jornadas "Operación de las redes hidrometeorológicas para la prevención de desastres". México. 2011
- Jornadas "Retos de la hidrometeorología ante las posibles variaciones de clima y los eventos extremos". República Dominicana. 2012
- Jornadas "Alerta temprana ante fenómenos hidrometeorológicos". Aguascalientes (México). 11 al 15 de noviembre de 2013
- Jornadas "La calidad de la información y el pronóstico hidrometeorológico". San José. Costa Rica. 6 al 10 de julio de 2015

Miembros (74)

- Administraciones públicas (A)
- Universidades (U)
- Centro de investigación (I)
- Empresas (E)
- Organizaciones e independientes (O)

	Hidrólogos	Meteorólogos	Otros
Alemania		E	E
Argentina	A,U, I	A	
Bolivia	A		
Brasil	A, U, I		U
Canadá	E		
Chile	A		A
Colombia	A, U	A	
Costa Rica	A	A	U
Ecuador	A		
El Salvador	A		
España	A, U, I, E	A	
Guatemala	O		
Honduras			
México	A, U	A	
Paraguay			
Perú	A, E	A	A
República Dominicana	E	A	
Uruguay	A, U		U
Venezuela	U		U

Coordinador

- Angel Luis Aldana Valverde
  - *Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*
  - *Angel.L.Aldana@prohimet.org*