

Las redes de observación de las variables del ciclo hidrológico y de la calidad de las aguas, son operadas por el sistema del INRH, organismo que administra las bases de datos que generan, y que constituyen fuente de la información oficial para toda la nación.

Las inversiones en infraestructura son financiadas por el presupuesto del Estado. Consecuentemente, **toda la infraestructura hidráulica e hidrosanitaria del país es propiedad estatal.**

### Mecanismos para la gobernabilidad del agua

La **planificación**: en las condiciones de Cuba, la piedra angular en el manejo del agua lo constituye el **Balance Anual de Uso del Agua**. Es de alcance nacional y tiene una expresión territorial: **1)** expresa los volúmenes de agua asignados para las diferentes actividades económicas y sociales, **2)** toma en cuenta las disponibilidades reales previstas para el año en las fuentes de abasto y las medidas encaminadas a la protección del agua y los ecosistemas acuáticos (tabla 5).

#### Elaboración del Balance Anual de Uso del Agua

Los usuarios vienen obligados a presentar cada año las demandas de agua argumentadas, de acuerdo con el nivel de actividad previsto en sus planes de producción o de servicios, y las normas de consumo y eficiencia establecidos.

Está referido a cada fuente de abasto, usuario y uso específico del agua, en cada trimestre del año que se planifica.

Constituye el documento rector para la operación de las fuentes y el control de las entregas, y las prescripciones que contiene, son de obligatorio cumplimiento para todas las entidades usuarias del agua.

#### Aprobación del Balance Anual de Uso del Agua

Compete al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Una vez aprobado, constituye el **Plan de Uso del Agua** para el año que corresponda, y pasa a ser parte integrante del **Plan de la Economía Nacional**.

La **ejecución**: corresponde a las **Empresas de Aprovechamiento Hidráulico** la ejecución del **Plan de Uso de las Aguas**, a través de la operación de la infraestructura hidráulica que tienen a su cargo. Además de las responsabilidades descritas en el anterior esquema, estas entidades ejecutan, entre otras actividades, en su área de actuación:

- **La medición del agua que entregan a los usuarios:** mediante el desarrollo y perfeccionamiento constantes de la hidrometría de explotación.
- El **cobro a los usuarios del servicio de provisión de agua** regulada y del derecho de uso de agua no regulada y subterránea.
- **Eventuales proposiciones para la modificación al Plan de Uso del Agua**, en condiciones no previstas del comportamiento de las variables del ciclo hidrológico, o por necesidades de la producción y los servicios
- La **prevención hidrológica**: en eventos extremos, juegan un importante papel, antes, durante y después de su ocurrencia, en la protección de la infraestructura que operan, y en la adecuación de la operación a las condiciones del momento. En estas circunstancias, su trabajo resulta clave en los planes y acciones de Defensa Civil en el territorio.

## La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)

Aun cuando desde hace muchos años, algunos de los elementos de la GIRH han estado presentes en sistemas de planificación y control del uso del agua en Cuba, a lo que han contribuido la estabilidad institucional y del modelo socio-político cubano, las autoridades nacionales del sector hidráulico, han seguido atentamente, el desarrollo conceptual sobre la gestión del agua, que ha tenido lugar en el ámbito internacional, y que han derivado en un enfoque de GIRH. Por ello, dentro del marco institucional y legal existente se han dado pasos importantes, en los últimos años,<sup>14</sup> que enriquecen las dimensiones medioambiental, política y económica de la gestión del agua, hacia el enfoque de GIRH que, de forma sucinta, se focaliza en los siguientes aspectos:

### Implementación de los enfoques actuales para la GIRH en Cuba

- **Creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas. Consejos Territoriales de Cuencas Hidrográficas (15) y Consejos específicos (6):** constituyen un importante marco para un mayor acercamiento de la gestión integrada del agua en su vínculo con los otros componentes ambientales y socioeconómicos.
- **Definición de (9) cuencas de interés nacional:** incluye 6 cuencas compartidas y 53 cuencas de interés provincial prioritario para los Consejos, a ese nivel. Elaboración y control el Plan del Uso del Agua de esas cuencas.
- **Inicio a la constitución de Comunidades de Usuarios del Agua:** propician y evitan posibles conflictos de intereses entre usuarios y su mayor participación en la toma de decisiones. Brindan apoyo a la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico en su labor de elevar la eficiencia en el uso del agua.

En Cuba, las políticas de financiamiento, basadas en tarifas de los servicios de suministro de agua, tanto para uso doméstico, como comercial, industrial o agrícola, están regidas por el principio de la recuperación de los costos. Dentro de este marco, el diseño de tarifas tiene como objetivo el uso eficiente del agua, a través de una escala de precios que estimulan los menores consumos y penalizan el exceso de consumo.

### La dimensión económica en la gestión del agua. Uso eficiente:

El pleno desarrollo de estas políticas lleva implícito la medición de las entregas de agua. En el caso cubano, es en el sector residencial donde resulta pobremente desarrollada (solo un 4 % de cobertura). En la actualidad, se encuentran en marcha inversiones que deben incrementar esta cobertura en más de un 20 % en los próximos años. El resto de los sectores presentan coberturas de medición aceptables.

### Una experiencia

Con el propósito esencial de incorporar tecnologías de punta en la gestión de los servicios de acueducto y alcantarillado, desde 1994, operan dos modalidades de contratos: el contrato de Asociación Económica Internacional, para el servicio de acueducto y alcantarillado en el polo turístico de Varadero, Empresa Acueducto y Alcantarillado de Varadero y La Sociedad Concesionaria para la Gestión y Fomento de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado, Saneamiento y Drenaje Pluvial, S.A., que atiende estos servicios en 8 municipios de La Habana, a los efectos comerciales, Aguas de La Habana, ambos con el Grupo Aguas Barcelona resultados económicos favorables y beneficios sociales importantes.

Una de las evidencias de los cambios globales en la región del Caribe, es el aumento de la frecuencia de los huracanes, en los últimos años: Michelle (2001), Lily, Isidora (2002), Claudette (2003), Charley, Iván (2004), Dennis, Rita, Wilma, Katrina (2005).

La previsión, y estrategias para la mitigación/adaptación, que permitan enfrentar las consecuencias que acarrearán los impactos de los evidentes cambios globales, sobre la economía y supervivencia de los Estados insulares, y, en particular, en lo que a Cuba respecta, es motivo de ocupación actual del Gobierno, y las instituciones involucradas, con las acciones que se acometen en la actualidad. El sector de la Ciencia, y la Defensa Civil, integran los estudios pertinentes. El gobierno dota a instituciones claves, de los recursos materiales y financieros, y del apoyo necesario para la elaboración de las recomendaciones y medidas que la sociedad cubana tiene que ir adoptando, con vistas a su preparación ante los efectos de los cambios globales. Los sectores de la economía, entre ellos, el encargado de los **recursos hídricos**, forman parte de la instrumentación de esta estrategia, que incluye las medidas para la adaptación y decrecimiento de la vulnerabilidad, mediante el denominado "Programa de Recursos Hídricos".

### Medidas seleccionadas de adaptación y decrecimiento de la vulnerabilidad: Programa de Recursos Hídricos:

- Ejecutar con calidad, y en el tiempo previsto, las nuevas inversiones destinadas a incrementar la satisfacción de las necesidades del recurso para la economía, sociedad y el medio ambiente.
- Disminuir las pérdidas de agua en redes y conductoras de acueducto, canales y equivalentes (riego) y su rehabilitación y renovación.
- Elevar la eficiencia en el mantenimiento de la importante infraestructura hidráulica creada, así como en la administración del agua.
- Modernizar y fortalecer la capacidad de observación de los componentes cualitativos y cuantitativos del ciclo hidrológico.
- Reevaluar, sistemáticamente, los actuales recursos hidráulicos disponibles para decidir el Plan Anual de Uso de las Aguas del país.
- Aplicar al caso cubano, los nuevos indicadores sobre disponibilidad de agua existentes, tales como la Huella Hídrica, Agua Virtual, Indicador de Estrés Hídrico.
- Implementar proyectos de ciencia e innovación tecnológica en cuencas y otros ecosistemas vulnerables, con el fin de mejorar la prevención y protección hidrológica.
- Desarrollar los estudios necesarios para la introducción de las modificaciones a los proyectos de obras hidráulicas, a tenor de los nuevos impactos que se producirán por los cambios climáticos.

- Reevaluar las actuales potencialidades hídricas en función de incrementar el empleo de la hidroenergía.
- Continuar profundizando en la aplicación del enfoque de ecosistema a la gestión integrada del recurso agua, teniendo como unidad básica de gestión, la cuenca hidrográfica. Fortalecer el funcionamiento y el alcance de los Consejos de Cuencas.
- Reducir, gradualmente, la carga contaminante que se dispone en los cuerpos receptores superficiales y subterráneos, mediante la construcción de sistemas de tratamiento y elevar el reuso de las aguas residuales tratadas, como vía para el incremento de las disponibilidades de agua.
- Promover la introducción de tecnologías apropiadas para satisfacer demandas locales del recurso.
- Elevar el rol de los medios masivos nacionales, provinciales y municipales, en la divulgación y toma de conciencia de que el recurso **agua** es renovable, pero limitado.
- Elevar la concienciación y educación el ahorro y uso sostenible del agua.

De acuerdo con lo reportado<sup>15</sup> por el Centro de Investigaciones Hidráulicas del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, los estudios de Ingeniería Hidráulica (CIH), Facultad de Ingeniería Civil, están indisolublemente ligados al origen y posterior desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil en Cuba.

Para la elaboración de este reporte fueron consultadas diferentes fuentes informativas<sup>16; 17 y 18</sup>.

## Un poco de historia

Durante la época de la dominación española, la enseñanza de la hidráulica en Cuba estuvo ausente de los planes de estudio, en los niveles medio y universitario.

No fue hasta el 1<sup>er</sup> de octubre de 1900, en que comenzó la enseñanza de la Ingeniería y la Arquitectura en la Universidad de La Habana, cuando apareció esta disciplina en los planes de estudio universitarios.

Desde 1900 hasta 1958, los pocos temas de hidráulica que se impartían en la Universidad de La Habana, estaban incluidos, fundamentalmente, en el currículo de la carrera de Ingeniería Civil, de manera que, hasta 1925, se impartió una única asignatura denominada "Hidromecánica". De ahí en adelante, se amplió el contenido con otra asignatura adicional: Ingeniería Hidráulica y Sanitaria. A partir de 1937, las asignaturas alcanzaron el número de tres, hasta 1957, en que llegaron a cuatro.

Con el triunfo de la Revolución, en 1959, y hasta 1968, la Hidráulica continuó formando parte de la carrera de Ingeniería Civil. Aunque ahora amparada en los avances de la Reforma Universitaria de 1962, constituía uno de sus tres perfiles terminales, a partir de un tronco común, que varió entre los cuatro y tres primeros años de la carrera. Como es conocido, es muy frecuente, aún en la actualidad, encontrar variantes similares a este modelo en muchas universidades del mundo.

Las condiciones peculiares de la geografía de la Isla Principal del archipiélago cubano, la necesidad de abordar el estudio integral del recurso agua, no solo desde el enfoque del diseño y construcción de obras para su aprovechamiento, así como el impetuoso desarrollo de la infraestructura hidráulica del país, entre otros factores, constituyeron las bases para crear la carrera de Ingeniería Hidráulica en la Universidad de La Habana en 1968. Desde ese momento, hasta la actualidad, y en unos 40 años, se han graduado más de 2 000 ingenieros hidráulicos en el país.

El perfeccionamiento permanente de los planes de estudio en la Educación Superior Cubana se basa en la estrategia de evaluar, periódicamente, la calidad de las titulaciones, y en la proposición de planes que la mejoren. El cumplimiento de esta estrategia se ha venido materializando desde antes de la creación del Ministerio de Educación Superior (MES), y su red de instituciones, en 1976, ello continúa, en la actualidad, en todas las carreras universitarias en Cuba.

En el caso concreto de la Ingeniería Hidráulica deben mencionarse, por la trascendencia de sus cambios, los denominados planes A (curso 1978-1979), B (curso 1982-1983), C (curso 1990-1991) y el actual y novedoso Plan D. Su implantación comenzó en el curso 2007-2008, en 3 universidades cubanas: Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (CUJAE), Universidad de Oriente (UO) y Universidad de Ciego de Ávila (UNICA). Posteriormente, en el curso 2010-2011, comenzó a impartirse en la Universidad Central de Las Villas "Marta Abreu" (UCLV). El proceso de diseño de este plan se basó en las siguientes premisas:

a) Necesidades actuales y futuras del entorno nacional y regional.

b) Tendencias a nivel internacional de la enseñanza superior y el análisis de los enfoques, concepciones, perfiles y tecnologías de la Ingeniería Hidráulica y los Recursos Hidráulicos.

Se estudiaron estos importantes aspectos, según experiencias de varias universidades europeas, estadounidenses y de América Latina. Una referencia de importancia primordial lo constituyó el reporte conjunto elaborado por expertos de la International Association for Hydraulic Research (IAHR) y la United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO), a mediados de la década de los '90 sobre Formación del Ingeniero Hidráulico, (Kobus, 1994).

c) Las transformaciones que tenían lugar en el país con especial énfasis en:

- La universalización de la educación superior y los Programas de la Revolución.
- Las tendencias en la enseñanza universitaria cubana.
- Las transformaciones de la economía cubana en las últimas décadas.
- Los escenarios actuales y previstos para los próximos años del desarrollo hidráulico del país, los cuales de manera resumida, fueron descritos por el Consejo Técnico Asesor del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) de la siguiente manera:

-La conservación de la amplia infraestructura de obras hidráulicas edificada en Cuba, en la que casi el 60 % de las presas tienen 30 años o más.

-La necesidad de elevar la eficiencia en el servicio de abastecimiento de agua.

-La reducción de las grandes pérdidas en conducción y distribución, mediante la rehabilitación de los sistemas envejecidos y su completamiento.

-La necesidad imperiosa de elevar la eficiencia en el uso del agua y la eficiencia energética en la explotación de los sistemas.

-La necesidad de solucionar el importante déficit en alcantarillado y drenaje, que constituyen el escenario actual en la hidráulica en Cuba.

Por supuesto, se realizaron encuestas a los principales empleadores del graduado en la carrera de Ingeniería Hidráulica, en cuanto a conocimientos, cualidades y habilidades requeridas.

El objetivo general del trabajo de esta profesión es el recurso agua y, por ello, consecuentemente, en Cuba, se forman los técnicos de nivel superior que sean capaces de la explotación sostenible de este recurso.

En resumen, se pretende graduar un ingeniero formado en valores tales como responsabilidad, honestidad, patriotismo, profesionalidad, compromiso, justicia, humanismo, laboriosidad, audacia creativa y solidaridad, que pueda desempeñarse en aquellos organismos y entidades vinculados al aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos lo que implica la ejecución de actividades profesionales tales como: realización de estudios sobre demandas y recursos aprovechables; su evaluación y balance, cuyos resultados se concretan en obras hidráulicas que deben ser concebidas, diseñadas, construidas, explotadas y mantenidas para captar, conducir, utilizar, conservar, controlar y proteger ese imprescindible recurso, que es el agua, en zonas urbanas o rurales.

En cuanto a la estructura y contenidos del diseño curricular de la carrera de Ingeniería Hidráulica, en la determinación de los contenidos del plan de estudios, se identifican tres niveles de prioridad, a saber:

- Contenidos precisados por las Comisiones Nacionales de Carrera (**estatales**), de obligatorio cumplimiento para todas las universidades, que aseguran los objetivos esenciales del modelo del profesional y de las diferentes disciplinas. A estos contenidos también se les denomina "**Currículo Base**".
- Contenidos, precisados por cada Universidad (**propios**), en correspondencia con las particularidades del proceso de formación en cada carrera y centro y que, igualmente, deben ser cursados, de manera obligatoria, por todos los estudiantes. Esta parte del currículo se conoce como "**Currículo Propio**".
- Contenidos que son escogidos por cada estudiante (**optativos/electivos**), a partir de las ofertas que la Universidad le brinda, que sirven de complemento para su formación integral y que, incluso, pueden ser seleccionados de entre las asignaturas que se imparten en otras carreras. Se denomina "**Currículo Optativo/Electivo**".

**También las disciplinas y asignaturas están organizadas en tres ciclos:**

Ciclo de Formación General

Ciclo de Formación Básica

Ciclo de Formación Especializada

Como aspectos novedosos más importantes del actual currículo de Ingeniería Hidráulica pueden mencionarse:

- la consideración de la **cuenca hidrográfica** como célula fundamental o invariante que se aborda a lo largo de toda la carrera;
- la **disciplina principal integradora**; y
- la realización de un **proyecto integrador, de carácter profesional, a lo largo de la carrera**, a partir de concebir la cuenca hidrográfica, como la célula fundamental del plan de estudio.

La disciplina principal integradora constituye el eje central de la carrera y tiene como propósito desarrollar el modo de actuación y las habilidades profesionales del Ingeniero Hidráulico, en los campos de acción fundamentales, vinculados a los conceptos modernos de servicios, tales como los de ingeniería, diseño, de construcción y montaje, así como en la etapa importante de operación, o negocio, y en Pedagogía.

(El plan de estudio correspondiente a esta carrera, en la modalidad presencial, con su distribución por asignaturas por año y semestre, aparece en el anexo 1.)



*Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, CUJAE (Vista aérea)*



*Instituto Superior Politécnico  
José Antonio Echeverría, CUJAE  
(Vista aérea)*



*Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH)*



*Vista exterior del edificio principal del CIH*



*Laboratorio de Modelos Hidráulicos*