



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES  
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO  
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

## XXIV SEMANA DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN DE MADRID

8 de noviembre de 2024



**CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS DEL CEDEX**



## EL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX)

El CEDEX es un organismo público de vanguardia aplicado a la ingeniería civil, la edificación y el medio ambiente. Nace como organismo autónomo por Decreto de 23 de agosto de 1957 y está adscrito orgánicamente al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y funcionalmente al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

El Organismo proporciona apoyo multidisciplinar en las tecnologías de la ingeniería civil, la edificación y el medio ambiente, y asiste tanto a las administraciones e instituciones públicas como a empresas privadas.

Se compone de una serie de unidades técnicas especializadas denominadas Centros y Laboratorios, que proporcionan asistencia técnica de alto nivel, investigación aplicada y desarrollo tecnológico en el marco de la ingeniería civil: puertos y costas, hidráulica de aguas continentales, carreteras, estructuras y materiales, geotecnia, técnicas aplicadas a la ingeniería civil y el medio ambiente, y estudios históricos de las obras públicas. Los Centros y Laboratorios dedican aproximadamente el 70% de sus recursos a asistencia técnica de alto nivel y el 30% restante a investigación aplicada y desarrollo, actividades de transferencia tecnológica y otras actuaciones de información técnica y científica.

Las actividades que llevan a cabo son, entre otras:

- Captación, análisis, tratamiento y explotación de datos básicos.
- Modelos físicos reducidos y simulación numérica.
- Estudio e investigación en sus propias instalaciones y con prototipos.
- Control de calidad en obras públicas.
- Apoyo a la planificación e implementación de la normativa básica propias de los Departamentos.
- Estudios medioambientales.
- Auscultación de obras, elementos y sistemas.
- Información y documentación científica y tecnológica.
- Organización de cursos de postgrado, seminarios y otras actividades docentes.

La especialización de sus profesionales, las instalaciones, la variedad de temas de ingeniería civil y medio ambiente que aborda y la creciente cooperación con instituciones extranjeras similares, hacen del CEDEX un organismo internacional de vanguardia para la solución de los numerosos problemas que se plantean en los ámbitos de su especialización, especialmente en los casos en los que es necesario combinar la ingeniería con aspectos medioambientales, en beneficio del desarrollo sostenible.

## **CENTROS Y LABORATORIOS**

### **Dirección**

Se compone de los siguientes órganos rectores:

- Órganos colegiados: el Consejo y el Comité de Dirección.
- Órganos unipersonales: el Presidente y el Director.

El Director ostenta la representación legal del Organismo, en nombre del Presidente, informa al Consejo y preside el Comité de Dirección. De él dependen los distintos Centros y Laboratorios que integran el CEDEX, y está asistido en el ejercicio de sus funciones por el Secretario y el apoyo de un Gabinete Técnico.

### **Secretaría**

#### **Gabinete Técnico - Relaciones Externas y Actividades Comerciales**

#### **Centro de Estudios Hidrográficos**

Se centra en temas de planificación hidráulica, hidrología, ingeniería de las aguas continentales, así como en los aspectos relacionados con la calidad del recurso.

#### **Centro de Estudios de Puertos y Costas**

Especializado en tareas de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de puertos, costas, estuarios e ingeniería marítima en general.

#### **Centro de Estudios del Transporte**

Dedicado a tareas de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico e innovación en materia de transporte.

#### **Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas**

Orienta sus actuaciones fundamentalmente al estudio y caracterización de las afecciones y de los riesgos naturales o inducidos por la actividad humana, y en particular la obra pública, sobre el medio ambiente.

#### **Laboratorio Central de Estructuras y Materiales**

Especializado en el análisis y experimentación de estructuras de ingeniería civil y edificación, así como en el estudio de las propiedades y aplicaciones de materiales y productos de construcción.

#### **Laboratorio de Geotecnia**

Especializado en geotecnia: cimientos, estructuras de tierra, mecánica de suelos y rocas y, en general, todas las actividades de la ingeniería civil vinculadas al terreno.

#### **Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria**

Capacitado para realizar ensayos de interoperabilidad entre los diferentes constituyentes y subsistemas del ERTMS (European Rail Traffic Management System).

#### **Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo**

Corresponde al CEHOPU impulsar la investigación, el estudio y la difusión de la historia de la obra pública, el urbanismo y el medio ambiente asociado.

## EL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

De acuerdo con el Estatuto del CEDEX, el Centro de Estudios Hidrográficos tiene las siguientes funciones, en el ámbito de las aguas continentales:

- Realizar actividades de obtención, investigación, experimentación y gestión de datos relativos a recursos y fenómenos de la naturaleza.
- Definir, diseñar, mejorar y, en su caso, evaluar y certificar las características de los materiales, elementos, técnicas, métodos y sistemas, así como fomentar su normalización.
- Proponer, estudiar y elaborar, directamente o en colaboración, reglamentaciones, normas y, en general, cualquier clase de especificaciones técnicas.
- Desarrollar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, teniendo en cuenta las directrices contenidas en los planes europeos y nacionales y en los programas a los que se refiere el apartado anterior o a iniciativa propia.
- Prestar asistencia técnica especializada tanto al sector público como al privado, con atención prioritaria a los departamentos ministeriales de los que depende funcionalmente.
- Colaborar y fomentar la colaboración con otros órganos de las administraciones públicas y con instituciones nacionales e internacionales en actividades de asistencia técnica, experimentación, investigación, desarrollo tecnológico e innovación y transferencia de tecnología.
- Dictar laudos arbitrales en casos litigiosos, cuando oficialmente sea requerido para ello.

Para el desempeño de estas funciones el Centro de Estudios Hidrográficos cuenta con una plantilla de 80 personas, dedicadas a diversas líneas de actividad, relativas a recursos hídricos, crecidas e inundaciones, planificación hidrológica, seguridad de obras hidráulicas, hidráulica fluvial, estado de las aguas y tecnologías del agua, para lo que cuenta con instalaciones tan singulares como el Laboratorio de Hidráulica.

### Líneas de actividad

- Hidrología
- Medio ambiente hídrico
- Laboratorio de Calidad de las Aguas
- Tecnología del agua
- Planificación hidrológica
- Laboratorio de Hidráulica
- Ingeniería de sistemas

## EL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DEL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS DEL CEDEX

La actividad principal del Laboratorio de Hidráulica es el estudio en modelo físico reducido de estructuras hidráulicas (básicamente aliviaderos y órganos de desagüe de presas) y ríos, si bien otras actividades, como la modelación matemática o la hidráulica ambiental, van ocupando cada vez más espacio.

El estudio en modelo físico reducido de aliviaderos y órganos de desagüe de presas ha constituido desde sus inicios el campo de trabajo en el que mayor número de estudios se han realizado en el Laboratorio de Hidráulica, habiéndose realizado hasta la fecha más de 250 ensayos de esta naturaleza en presas españolas. Durante muchos años, y acompañando el desarrollo de la ingeniería de presas en España, los estudios realizados en modelo reducido se referían a los órganos de desagüe de nuevas presas resultantes de los ensayos realizados.



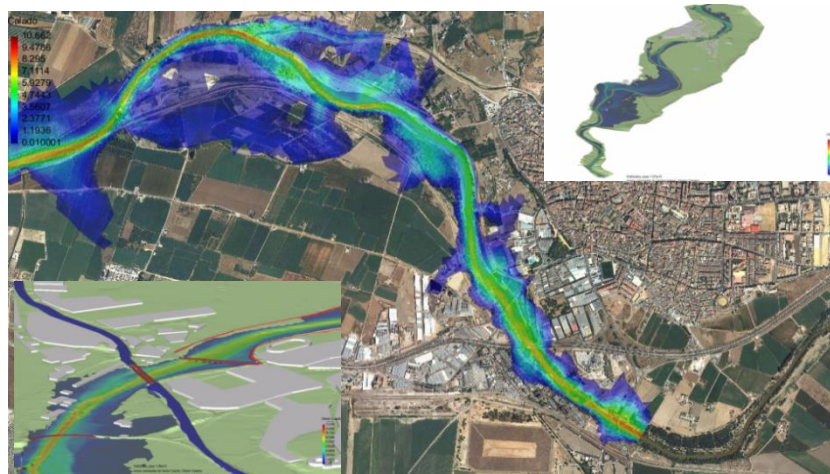
Sin embargo, desde hace ya varios años han cobrado mayor importancia los estudios de ampliación de la capacidad de los órganos de desagüe de presas existentes y de mejora de su seguridad hidráulica, como consecuencia de las exigencias que en materia de seguridad deben cumplir estas infraestructuras para adaptarse a la normativa actual.



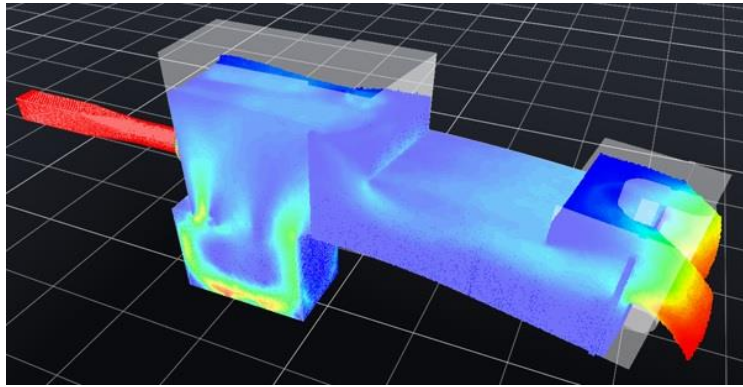
Los modelos físicos fluviales han constituido otro gran campo de especialización del Laboratorio de Hidráulica a lo largo de su historia. En general, estos son modelos de gran complejidad, sobre todo cuando se trata de modelos de lecho móvil en los que se investigan con detalle los fenómenos de erosión y sedimentación. Por su mayor dificultad, el número de estudios fluviales realizados es menor, aunque se han analizado más de cuarenta casos.



Junto a la intensa actividad en el campo de la modelación física de estructuras hidráulicas y de ingeniería fluvial, otro ámbito de trabajo de especial relevancia en el Laboratorio de Hidráulica es el que se refiere a la modelación matemática de fenómenos hidráulicos.



En el ámbito de la modelación numérica en la hidráulica fluvial, una de las actividades destacadas del Laboratorio de Hidráulica ha sido el desarrollo de un modelo matemático, conocido bajo el nombre de IBER, en colaboración con la Universidad de A Coruña, la Universidad Politécnica de Cataluña y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Este modelo consta de un módulo hidrodinámico que permite la simulación bidimensional de cauces, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos para la cuantificación de la evolución de la carga sólida, tanto por arrastre de fondo como en suspensión.



En el campo de la modelación numérica de las estructuras hidráulicas, destaca el desarrollo de un modelo hidrodinámico tridimensional MDST. Se trata de un código de tipo lagrangiano que discretiza el fluido en partículas y resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes mediante el método SPH para flujo cuasiincompresible. Para la visualización de los resultados de estos modelos tridimensionales mediante técnicas estereoscópicas, el Laboratorio de Hidráulica dispone de una sala de realidad virtual, que facilita el análisis e interpretación de los resultados.

También el Laboratorio de Hidráulica ha mantenido activas diversas líneas de investigación aplicada en materias que en cada momento han sido de interés para la ingeniería hidráulica española. En ingeniería de presas destacan los aliviaderos escalonados en presas de hormigón compactado, los aliviaderos en laberinto y en sifón y el vertido de presas de escollera por coronación. En hidráulica ambiental son reseñables los estudios sobre escalas de peces.



El Laboratorio de Hidráulica también lleva a cabo una importante labor de elaboración de normativa técnica de obras hidráulicas, especialmente en el campo de las conducciones. En los últimos años puede destacarse la redacción de dos guías técnicas sobre sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento de poblaciones, una guía técnica sobre depósitos de regulación y la redacción de tres Normas Técnicas sobre redes de saneamiento y sobre redes de reutilización de agua residual para el Canal de Isabel II de la Comunidad de Madrid (España).



## INSTALACIONES DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DEL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS DEL CEDEX

Las instalaciones tienen por objeto la experimentación en modelo físico a escala reducida de estructuras hidráulicas y actuaciones fluviales en el ámbito de las aguas continentales. El Laboratorio está dividido, básicamente, en dos grandes naves de ensayos:

La Nave nº 1, que se utiliza principalmente para ensayos de modelos de estructuras hidráulicas, y que tiene una superficie aproximada de 1.800 m<sup>2</sup>. En esta Nave también está incluida una instalación de un banco de pruebas de presión hidráulica interior en tuberías. La cubierta de esta Nave nº 1 es especialmente singular y está formada por unas vigas de 22 m de luz de hormigón pretensado con armaduras postesas, con una característica forma que recuerda a los huesos de las extremidades de los animales vertebrados (proyectada por el arquitecto general del edificio, Miguel Fisac), que garantiza una iluminación natural de gran uniformidad y que tiene un especial valor arquitectónico.



La Nave nº 2, que tiene una extensión aproximada de 6.000 m<sup>2</sup>, diseñada por José Antonio Torroja, se utiliza principalmente para experimentación de modelos físicos de actuaciones fluviales (encauzamientos en ríos, estudio de erosión local en puentes, obras de drenaje, estudios de desembocaduras, etc.).



Además de las anteriores Naves de ensayos, se dispone de una Nave para los ensayos de máquinas hidráulicas de unos 450 m<sup>2</sup> de superficie y de otra Nave en la que se ubican tres canales basculantes transparentes de unos 200 m<sup>2</sup> de superficie para la realización de ensayos hidráulicos bidimensionales.

Bajo la solera del Laboratorio de Hidráulica se disponen los depósitos de agua necesarios para los ensayos, con una capacidad aproximada de 3.000 m<sup>3</sup>, desde los cuales se alimentan a todos los modelos físicos.

En la actualidad, el Laboratorio de Hidráulica dispone también de una serie de instalaciones fijas singulares para investigación mediante experimentación hidráulica, básicamente las siguientes:

- Aliviaderos en sifón
- Aliviaderos en laberintos y tecla de piano
- Vertido de presas de escollera por coronación
- Protecciones en forma de cuña en presas de materiales sueltos
- Uso de la aireación del flujo en aliviaderos de presas
- Aliviaderos escalonados en presas de hormigón compactado
- Escalas de peces



Instalación para experimentación de aliviaderos en sifón



Instalación para experimentación de aliviaderos en laberinto y en tecla de piano



Instalación para experimentación del comportamiento de presas de materiales sueltos ante sobrevertidos por coronación



Instalación para experimentación de protecciones en forma de cuña en presas de materiales sueltos



Instalación para aliviaderos escalonados

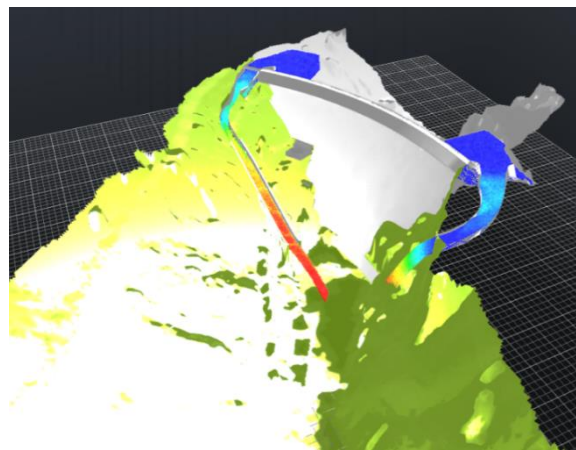


Instalación para experimentación de aireación forzada en aliviaderos y optimización de cuencos

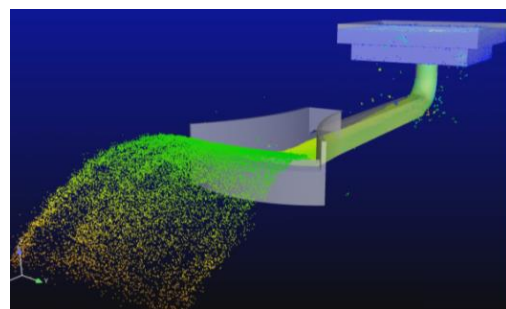
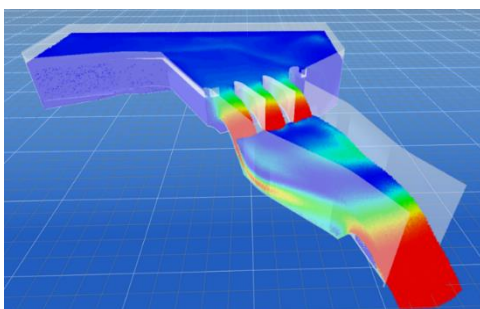


Instalación para escala de peces

El Laboratorio de Hidráulica del CEDEX dispone de una sala de realidad virtual que permite visualizar el post proceso de los modelos numéricos mediante técnicas estereoscópicas, que facilita el análisis e interpretación de los resultados.



Modelización de la presa de Camporredondo (Palencia)



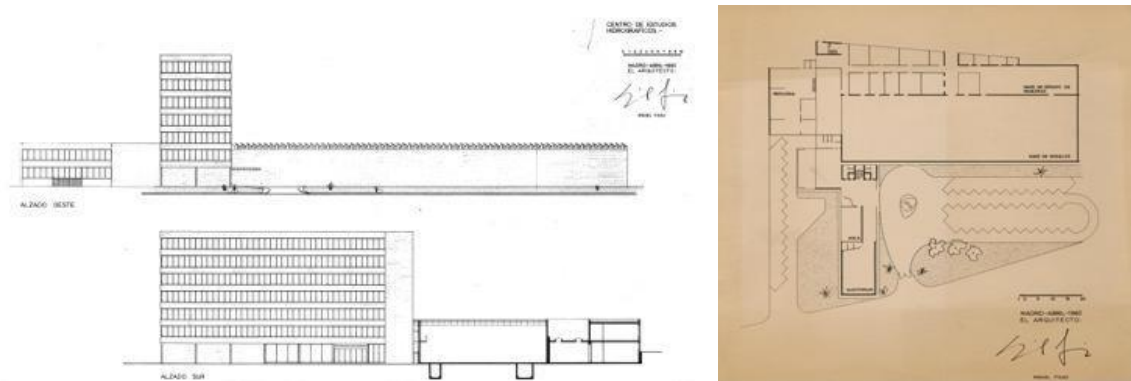
Modelización numérica de estructuras hidráulicas

## EL EDIFICIO DEL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

El Centro de Estudios Hidrográficos constituye uno de los edificios más singulares y carismáticos de la larga trayectoria profesional del arquitecto Miguel Fisac.

Es el primer edificio de Madrid que consigue cubrir un espacio adintelado de 22 m de luz con vigas de hormigón pretensado con armaduras postesas, y representa uno de los primeros intentos de proponer el hormigón armado como único material constructivo, así como en terminarse en hormigón visto.

Los primeros croquis, bajo el título “Proyecto de del Centro de Estudios Hidrográficos y Laboratorio de Hidráulica”, son de marzo de 1960 y el primer plano de obra de noviembre de ese año. El edificio del Centro de Estudios Hidrográficos se inauguró en el año 1963 y representó todo un acontecimiento.

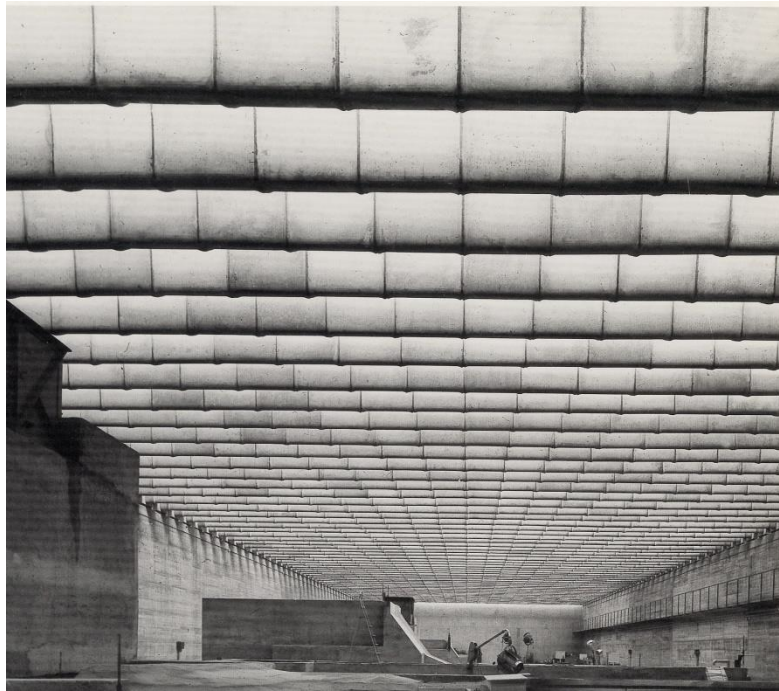


Desde su inauguración, el edificio ha sido utilizado para los mismos fines que fue proyectado: ser la sede del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Debido a la espectacular evolución tecnológica, ha sido necesario ir adecuando sus instalaciones a las nuevas exigencias y siempre se ha puesto especial cuidado en que las adaptaciones realizadas produjeran el mínimo impacto desde el punto de vista estético. Como consecuencia de ello, hoy se puede contemplar el edificio prácticamente igual que en su inauguración.



El edificio del Centro de Estudios Hidrográficos se ha convertido en un referente de la arquitectura española de los 60 y constantemente lo visitan grupos de profesionales y estudiantes de todo el mundo.

El espacio adintelado de la nave del Laboratorio de Hidráulica constituye una solución estructural/arquitectónica de primer orden. Es toda una lección de rigor y síntesis constructiva, de conjunción entre forma y contenido.

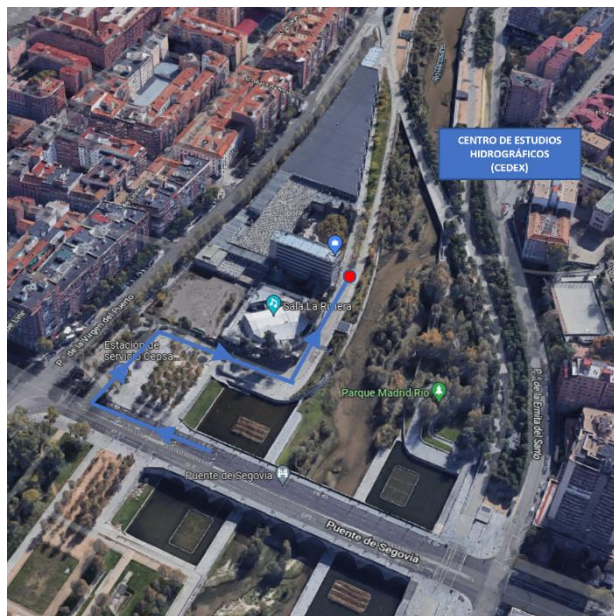


Las vigas-hueso, bautizadas así por Fisac por su similitud con las estructuras óseas de los animales, consiguen aquí dotar al espacio arquitectónico de una manera precisa y efectiva de la luz natural, de una bóveda celeste, que posibilita las exigentes condiciones para la toma de fotografías de los modelos físicos a escala reducida de estructuras hidráulicas que se ubican en el Laboratorio.



La solución estructural que presenta el Laboratorio de Hidráulica está basada fundamentalmente en la formación de una cubierta con luz cenital mediante vigas pretensadas con armaduras postesas y elementos prefabricados (dovelas), que intervienen en la misma como elementos de cubrición y a la vez resistentes, que apoyan directamente sobre un muro armado de hormigón. Esta solución representa una de las aportaciones más originales y eficaces desarrolladas por Fisac en el campo de la arquitectura y de la estructura.





Centro de Estudios Hidrográficos - CEDEX

Paseo Bajo de la Virgen del Puerto, 3

28005 Madrid