

The background is a vibrant, stylized illustration. It features a network of blue roads and paths that curve and loop through the scene. Various elements are scattered throughout: a red rectangular building with two windows, an orange square building, a grey square building, and a green rectangular building. There are also several cars in different colors (white, red, black, green) and a white airplane. In the lower right, there's a white cloud, a person in a red and blue outfit holding a large orange and blue object, and a person in a blue and orange outfit holding a large orange and blue object. The overall style is clean and modern, with a focus on geometric shapes and a cool color palette.

**CEDEX**

ACTIVIDADES  
TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS

**2019**



**CEDEX**

ACTIVIDADES  
TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS  
**2019**



MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

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





**CEDEX**

CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana  
© 2020 CEDEX: Servicio de Publicaciones  
<http://www.cedex.es>

Formato: PDF  
Tamaño: 33,9 Mb

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.

NIPO: 797-20-015-5  
ISSN: 1697-3555

## 05 | PRESENTACIONES

**05** | Presentación. *Pedro Saura García*  
Secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

**07** | Presentación. *José Trigueros Rodrigo*  
Director del CEDEX

## 09 | CEDEX

**10** | Adscripciones y funciones

**11** | Órganos de gobierno

**12** | Secretaría. Recursos

## 21 | INSTALACIONES SINGULARES

## 51 | PROYECTOS RELEVANTES

## 87 | CENTROS Y LABORATORIOS

**88** | Centro de Estudios del Transporte

**92** | Laboratorio de Geotecnia

**96** | Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria

**98** | Laboratorio Central de Estructuras y Materiales

**104** | Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas

**108** | Centro de Estudios de Puertos y Costas

**112** | Centro de Estudios Hidrográficos

**118** | Centro de Estudios Históricos de Obras  
Públicas y Urbanismo

## 123 | TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

## 131 | ANEXOS

**132** | Informes técnicos emitidos por el CEDEX

**137** | Participación en congresos, jornadas  
y seminarios externos

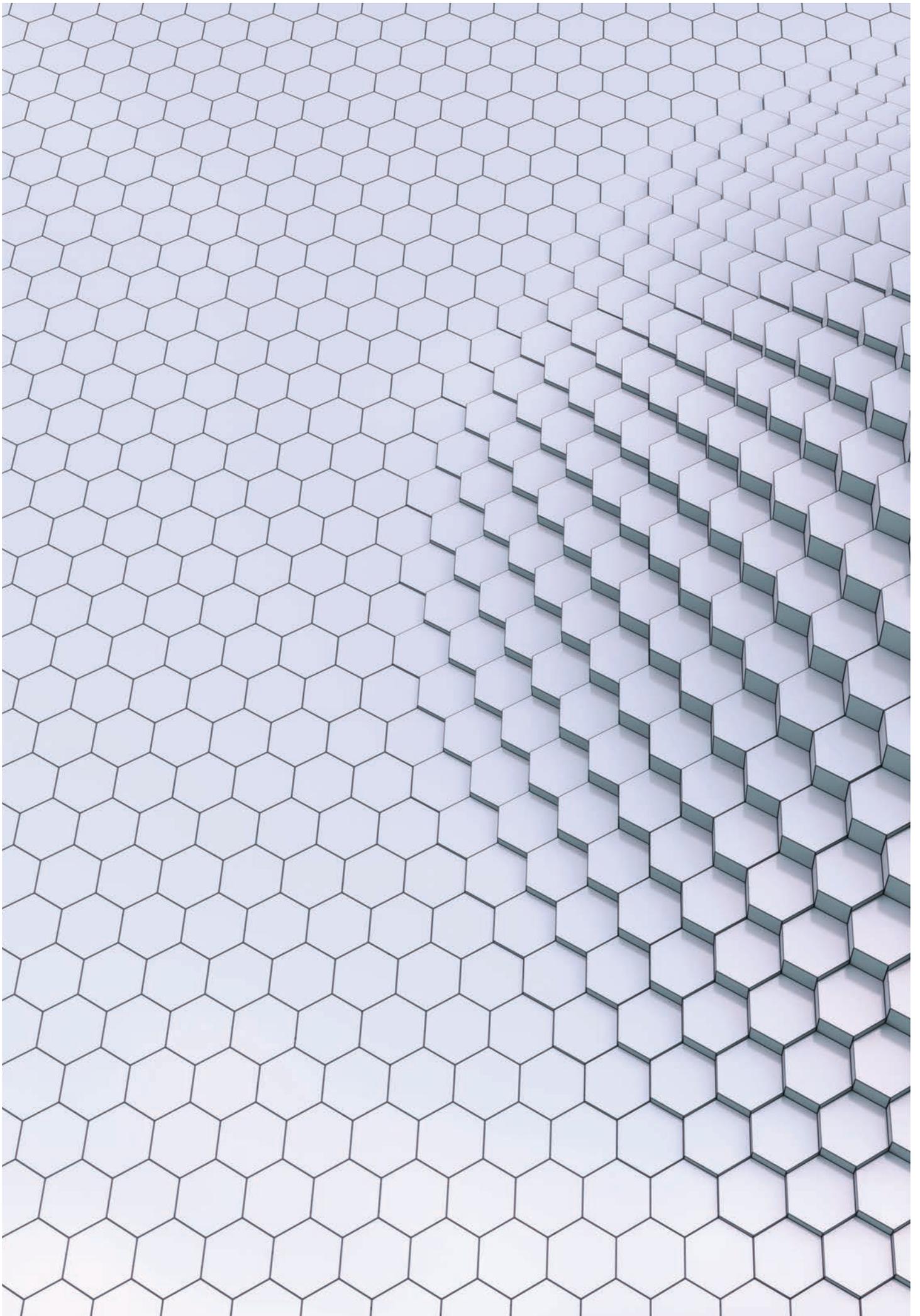
**146** | Comités y asociaciones con representación  
del CEDEX

**151** | Visitas recibidas en el CEDEX

**161** | Máster, cursos y jornadas del CEDEX

**164** | Publicaciones del CEDEX

## 167 | ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS



## PRESENTACIÓN

**PEDRO SAURA GARCIA**

*Secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana  
Presidente del Consejo del CEDEX*



En un entorno globalizado y cambiante la adquisición y renovación del conocimiento mediante la investigación, es uno de los activos fundamentales para el desarrollo de cualquier sociedad y una de las palancas fundamentales para impulsar el crecimiento económico y la mejora del bienestar social a nivel mundial. Por eso fomentar la investigación y la innovación debe de ser uno de los principios inspiradores de los que debe presumir cualquier política pública. Además, el talento como valor añadido a esos valores y a esa búsqueda del conocimiento, emerge como el elemento que perfecciona el resultado final.

El CEDEX, un organismo creado en 1957, es un ejemplo de cómo poner en valor esa búsqueda de ideas y alternativas, usando a los mejores empleados públicos, actualizando el conocimiento cada día y respondiendo a los retos que se plantean en el presente y en el futuro: las necesidades nuevas y crecientes de la concentración de la población en las ciudades y su contrapartida del reto demográfico en otras zonas del territorio, la descarbonización del sistema productivo, la adaptación al cambio climático y el desarrollo e implementación de una movilidad sostenible, segura y conectada que garantice la adecuación de las infraestructuras y servicios a los desafíos económicos, sociales y ambientales y mejore la cohesión social.

Todo ello está dentro del compromiso del Organismo en consolidar su estrategia sumándose a los “vectores del cambio” alineados con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas como parte de la Agenda 2030, para abordar las prioridades de combatir la pobreza, la desigualdad y la exclusión, la modernización de la economía, la lucha contra el cambio climático y el impulso de la transformación digital.

Este desafío de la transformación digital y su gran incidencia en todos los ámbitos, especialmente en la movilidad, la vivienda y la salud pública tanto en las grandes y medianas ciudades como en los entornos rurales, exige una nueva forma de plantear los problemas y diseñar las soluciones.

Asimismo, el CEDEX tiene como centro de investigación, la vocación de anticipar necesidades emergentes, mantener una observación permanente de tendencias, una participación activa y seguimiento de los avances en el panorama internacional, con una comunicación intensa con todos los agentes.

Todas estas aspiraciones se han materializado en su *Plan Estratégico 2020-2022*. El Plan Estratégico del CEDEX 2020-2022 propone ambiciosos retos en su desempeño para atender las nuevas orientaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

En concreto, la “Estrategia de movilidad segura, sostenible y conectada” promovida por el MITMA constituye el marco general para hacer avanzar las políticas de movilidad en una línea de reorientación de la concepción de la movilidad como un derecho de los ciudadanos y un elemento de cohesión social, de crecimiento económico y de competitividad.

Asimismo, desde el punto de vista de la sostenibilidad medioambiental, el 21 de enero de 2020 el Consejo de Ministros aprobaba el acuerdo del Gobierno de Declaración ante la Emergencia Climática y Ambiental en España en respuesta al consenso generalizado de la comunidad científica que reclama acción urgente para salvaguardar el medio ambiente, la salud y la seguridad de la ciudadanía. Con ello, se muestra además el compromiso y la prioridad otorgada a esta agenda en un contexto de grandes riesgos económicos y sociales por los impactos del cambio climático, como reconoce el informe anual del Foro de Davos, que lo cita como una de las amenazas de mayor magnitud para la economía global o el nuevo Pacto Verde de la Comisión Europea.

En este marco, al CEDEX le corresponde jugar un papel crucial en el desarrollo de la innovación, debiendo avanzar en la adecuación y potenciación de sus recursos, aprovechar el talento de sus profesionales, mejorar su eficiencia y aumentar la I+D+i, con el propósito de dar un mejor servicio al sector y a la sociedad en general.



## PRESENTACIÓN

JOSÉ TRIGUEROS RODRIGO

Director del CEDEX



Un año más, el Informe Anual de Actividades da cuenta, gráfica y detalladamente, del amplio abanico de actividades desarrollado en 2019 por el Organismo en todas las áreas temáticas de la ingeniería civil que tiene atribuidas estatutariamente: Agua, Estructuras y Materiales, Puertos y Costas, Transporte y Movilidad, Carreteras, Sostenibilidad, Transición Ecológica, Geotecnia, Interoperabilidad Ferroviaria, Patrimonio Histórico de Obras Públicas, Economía Circular y Transferencia de Conocimiento.

Estructurado en cinco grandes bloques (información institucional, instalaciones singulares, proyectos relevantes, estructura por centros y laboratorios y anexos), este anuario ha querido visualizar especialmente un conjunto de instalaciones singulares (19) y proyectos relevantes (33) que, por su calidad e innovación, merece ser destacado.

Por lo demás, en el día a día, el CEDEX ha seguido una marcada pauta de continuidad impulsando un número estimable de trabajos y actuaciones técnico-científicas, tal y como queda reflejado, junto a otras actividades, en el bloque de anexos que el lector encontrará al final de la memoria. Por dar solamente un indicador, se emitieron un total de 268 informes técnicos, una cifra ligeramente superior a la de 2018.

Más allá de las actividades ordinarias del Organismo en 2019, cabría destacar la cobertura con carácter temporal de 49 plazas de titulado superior para desarrollar proyectos específicos de investigación. De esta manera se ha reforzado la cantidad y la calidad del capital humano del CEDEX, que es con diferencia su principal activo estratégico.

En otro orden de cosas, habría que señalar que durante este periodo se ha continuado trabajando en pro de modernizar el marco legal-institucional del CEDEX, a través de la actualización de su Estatuto que data de 2002. Vinculado a esto está la necesidad de potenciar, en su calidad de organismo autónomo del sector público institucional estatal, su

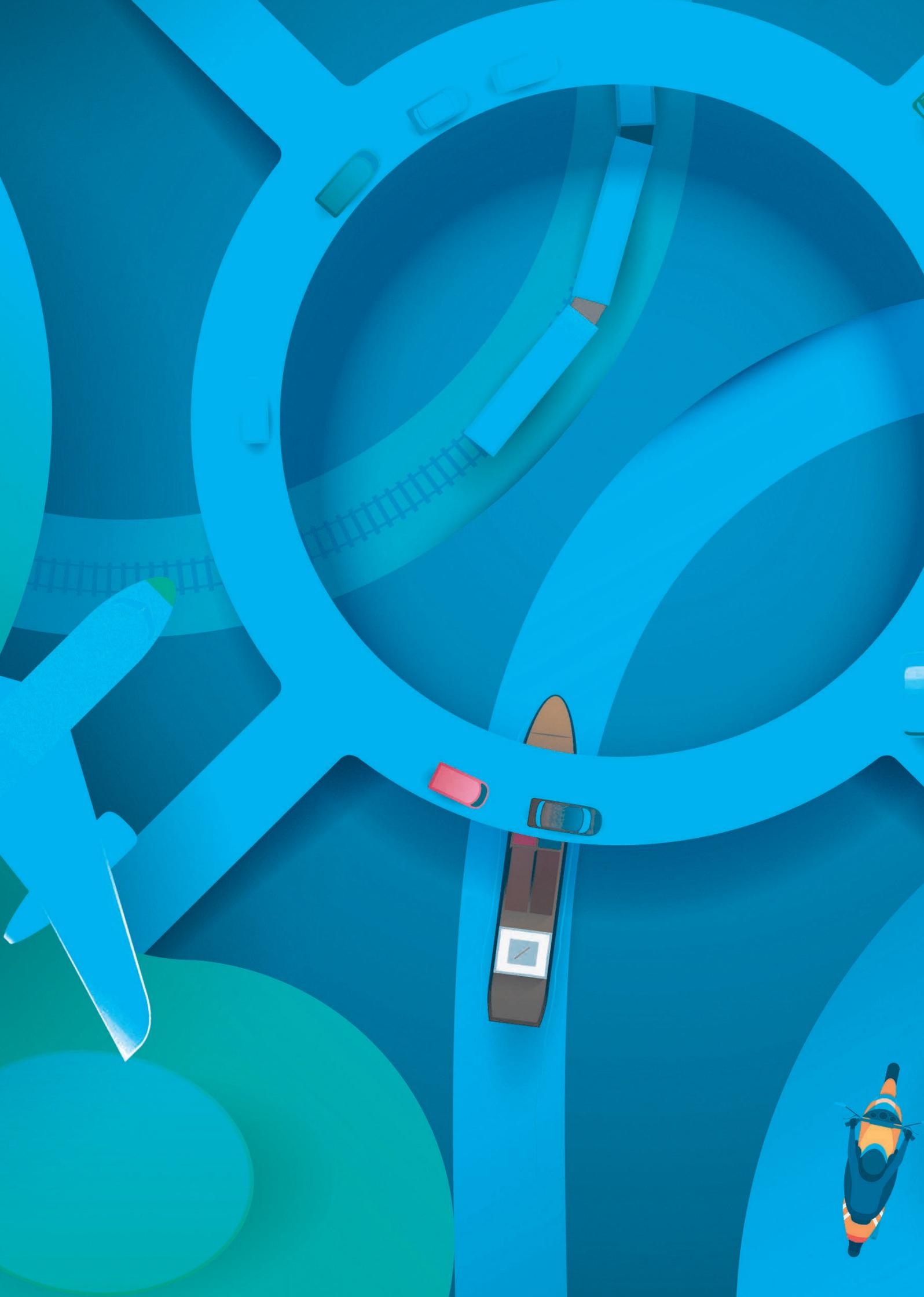
condición como medio propio. Ello permitiría, sin duda, optimizar sus capacidades de gestión y contratación en lo referente a encargos relacionados con otras instituciones de los sectores público y privado.

En este esfuerzo por perfeccionar el marco institucional del CEDEX se encuadra, asimismo, la elaboración de su *Plan Estratégico 2020-2022*, que se configura como un instrumento fundamental para, desde la innovación en los diferentes ámbitos de la ingeniería civil, prestar el mejor servicio público a la sociedad en su conjunto.

De cara al futuro, la proyección estratégica del CEDEX pasa por afianzar su posicionamiento como centro de referencia de innovación en un contexto presidido por los retos ineludibles que plantean la digitalización, por un lado, y las grandes transformaciones que exigirá la adaptación al cambio climático y la movilidad sostenible, segura y conectada, por otro.

En esta encrucijada, la extensión de derivadas tecnológicas como la inteligencia artificial, la *sociedad 4.0*, la conectividad, *Big Data* y *Smart Data*, las redes 5G, las infraestructuras digitales, las redes inteligentes, la tecnología *Blockchain*, etc., y su uso para combatir los efectos del cambio climático, anticipan un futuro que será verde o no será, pues la situación actual de emergencia climática así lo exige. En un cambio de época como el actual, la dinámica de aunar innovación y desarrollo sostenible orientará las sinergias de trabajo propias del CEDEX para, de esta forma, garantizar la mejora de vida de las personas.

En resumen, la anticipación a esta confluencia de las agendas digital y verde, que comportará cambios estructurales, si es concebida como una ventana de oportunidad, debe permitir al CEDEX jugar un activo papel apostando con claridad por la tecnología y la innovación y, desde luego, poniendo en valor el trabajo, la dedicación y la profesionalidad de sus equipos humanos, verdaderos artífices del éxito de un ambicioso proyecto de futuro.





**CEDEX**



# ESTRUCTURA

## ADSCRIPCIONES Y FUNCIONES

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas O.A. y M.P. (CEDEX), es un Organismo Autónomo, Medio Propio de la Administración General del Estado, de entre los contemplados en el artículo 98 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, adscrito orgánicamente al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, y con dependencia funcional del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), en el marco de sus respectivas competencias.

El Organismo fue creado por Decreto de 23 de agosto de 1957. Sus Estatutos, fueron aprobados por el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre, y modificado por los Reales Decretos (RD): RD 591/2005, de 20 de mayo; RD 364/2009, de 20 de marzo, y RD 582/2011, de 20 de abril.

Asimismo, por Orden de 5 de noviembre de 1987, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, el CEDEX se declara, a los efectos señalados en el RD 2515/1986, de 21 de noviembre, como Centro Público de Investigación. Está legalmente reconocido como Organismo Autónomo de Investigación, de acuerdo con lo establecido en el RD 574/1997, de 18 de abril (modificado por el RD 560/2001, de 25 de mayo).

Ostenta la condición de agente de ejecución del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación de acuerdo con el artículo 3.4 de la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. A

tenor de lo dispuesto en la Disposición Adicional Primera en relación con el artículo 13 de la mencionada Ley, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, en tanto que Organismo de Investigación de la Administración General del Estado dependiente del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, realiza habitualmente actividad investigadora.

Las funciones que realiza están recogidas en el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre, por el que se aprueban los Estatutos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y se pueden agrupar en:

- Asistencia técnica especializada y de alto nivel, basada en muchas ocasiones en el ensayo y experimentación en equipos e instalaciones singulares
- I+D+C en el ámbito de las obras públicas, la movilidad sostenible y conectada, el medio ambiente y el cambio climático
- Formación, difusión y transferencia de conocimiento

El Organismo atiende otras demandas de actividad procedente de administraciones públicas o del sector privado, mantiene estrechos lazos de colaboración con instituciones similares de otros países en programas conjuntos de investigación aplicada y sostiene una presencia continuada en el ámbito internacional, dentro del marco de la Cooperación Española de Ayuda al Desarrollo.

# ÓRGANOS DE GOBIERNO



## CONSEJO

Presidido por el Secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Ministerio de Transportes, es el órgano que conoce y orienta las actividades del Organismo. De acuerdo con el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre, por el que se aprueba el Estatuto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, publicado en el BOE de 8 de noviembre, y modificado por los reales decretos: 591/2005, de 20 de mayo; 364/2009, de 20 de marzo; 638/2010, de 14 de mayo; y 582/2011, de 20 de abril.

## COMITÉ DE DIRECCIÓN

Es el órgano que asiste al Director en la coordinación y administración del Organismo. Está integrado por los siguientes miembros:

## Presidente

El Director del CEDEX

## Vocales

El Director del Centro de Estudios Hidrográficos  
El Director del Centro de Estudios de Puertos y Costas  
El Director del Centro de Estudios del Transporte  
La Directora del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas  
El Director del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales  
El Director del Laboratorio de Geotecnia  
El Director del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria  
La Secretaria del CEDEX

## Secretario

El Jefe de Relaciones Externas y Actividades Comerciales



Comité de Dirección del CEDEX.



## SECRETARÍA

### RECURSOS HUMANOS

La misión del CEDEX es ayudar a la resolución de los problemas tradicionales y emergentes de los transportes y la movilidad, aguas, estructuras, materiales, geotecnia, medio ambiente y cambio climático, prestando servicios de alta especialización, contribuyendo al avance del conocimiento aplicado mediante el desarrollo de trabajos de investigación, participando en grupos de trabajo y redes internacionales, y sirviendo de canal de introducción y difusión de la innovación y aplicación temprana de tecnologías genéricas en sus campos de actividad.

El ejercicio de estas funciones requiere una dotación de personal de características singulares apoyada por un conjunto de recursos tecnológicos de primer nivel. Como aspectos característicos del personal del Organismo hay que

destacar el componente vocacional para el trabajo con búsqueda de una mejora continua en un campo de especialización, lo que debe aunarse con la flexibilidad requerida para dar respuesta a las necesidades emergentes, así como la necesaria alta especialización científica y técnica.

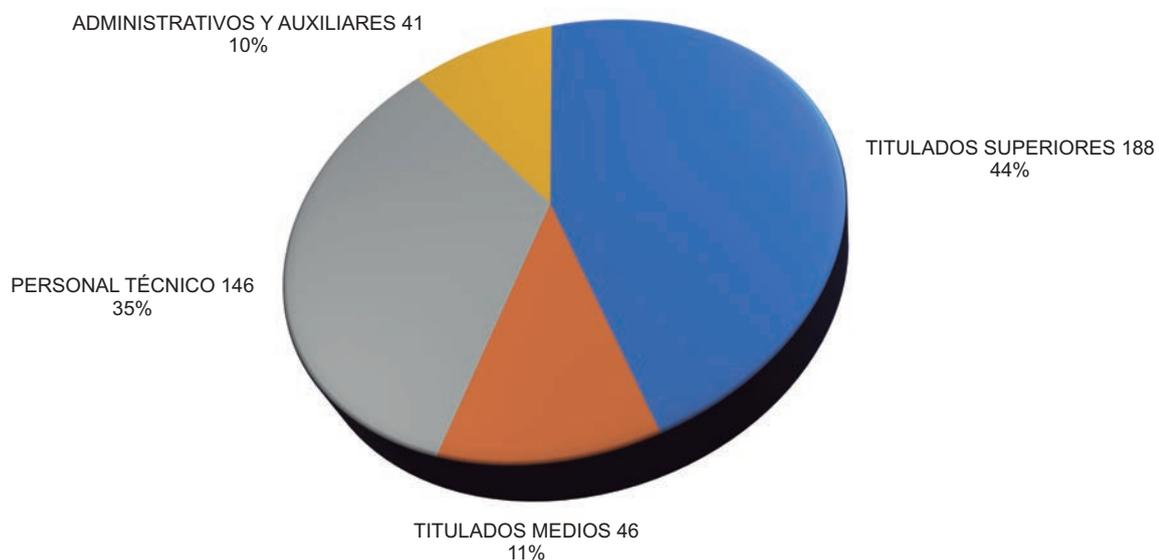
Una nota característica adicional es la integración pluridisciplinar en los equipos CEDEX de profesionales con diferentes formaciones: las ciencias de la ingeniería y otras actividades técnicas, las ciencias de la tierra, la ciencia básica y la aún pendiente participación de las ciencias sociales, que aportan visiones complementarias en el estudio de las cuestiones cada vez más complejas ligadas a los aspectos de planificación, desarrollo y gestión en los ámbitos del transporte y la movilidad, el agua, el medio ambiente y el cambio climático.

Hay que destacar, asimismo, la necesidad de incorporación sostenida de personal que asegure la imprescindible continuidad en la gestión del conocimiento y el mejor aprovechamiento de las capacidades CEDEX.

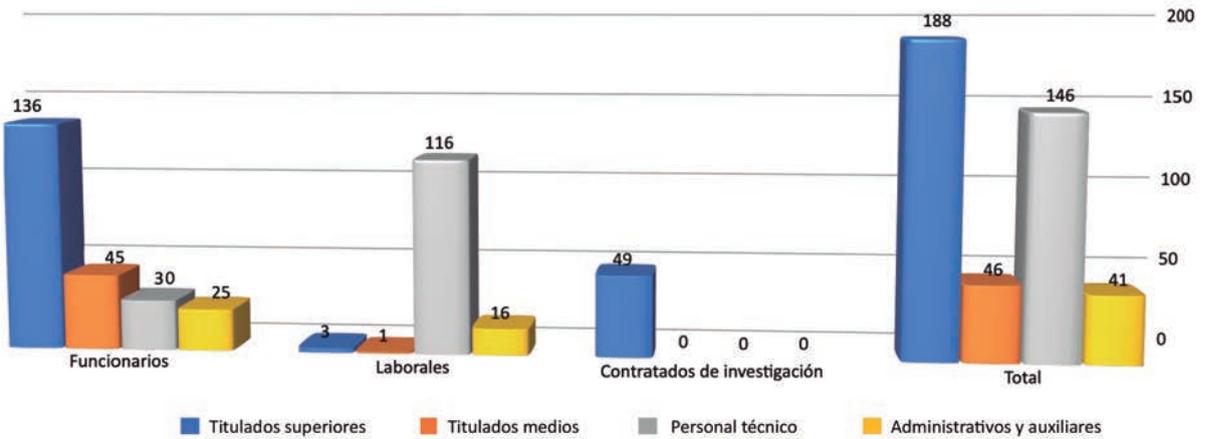
#### EFFECTIVOS DE PERSONAL POR CATEGORÍA Y TITULACIÓN A 31-12-2019

		Funcionarios	Laborales	Contratados de investigación	Total	%
Titulados	Titulados superiores	136	3	49	188	44%
	Titulados medios	45	1	0	46	11%
Personal técnico		30	116	0	146	35%
Administrativos y auxiliares		25	16	0	41	10%
<b>TOTAL</b>		<b>236</b>	<b>136</b>	<b>49</b>	<b>421</b>	<b>100%</b>

#### EFFECTIVOS POR TITULACIÓN

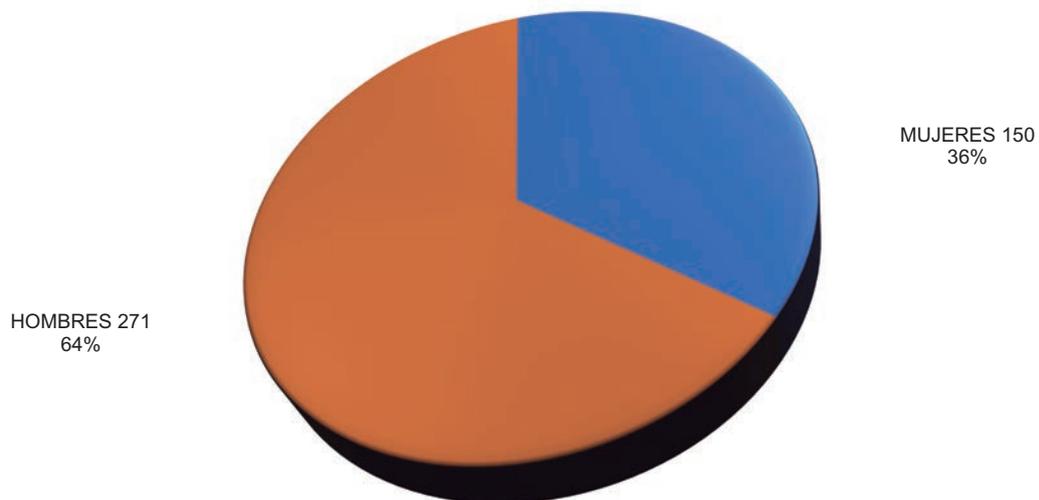


### EFFECTIVOS POR CATEGORÍA Y TITULACIÓN



EFFECTIVOS DE PERSONAL POR GÉNERO A 31-12-2019						
		Mujeres		Hombres		Total
Titulados	Titulados superiores	75	40%	113	60%	188
	Titulados medios	16	35%	30	65%	46
Personal técnico		39	27%	107	73%	146
Administrativos y auxiliares		20	49%	21	51%	41
<b>TOTAL</b>		<b>150</b>	<b>36%</b>	<b>271</b>	<b>64%</b>	<b>421</b>

### DISTRIBUCIÓN POR GÉNERO

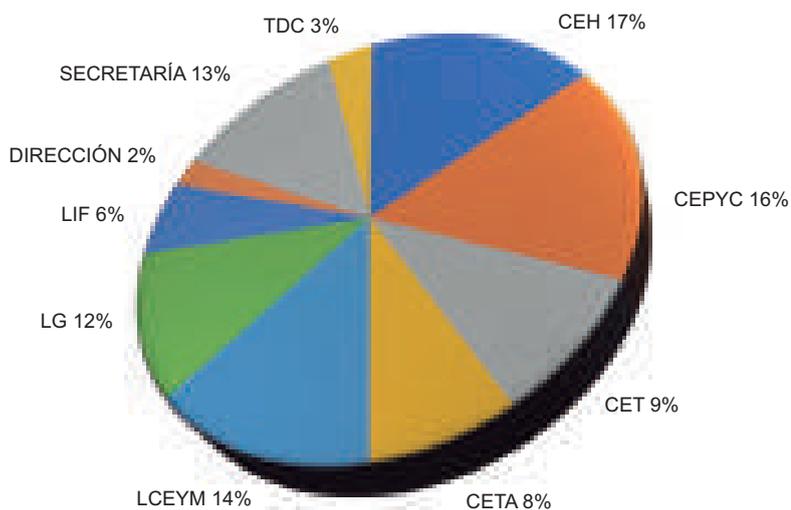


## EFECTIVOS DE PERSONAL POR CENTRO Y CATEGORÍA A 31-12-2019

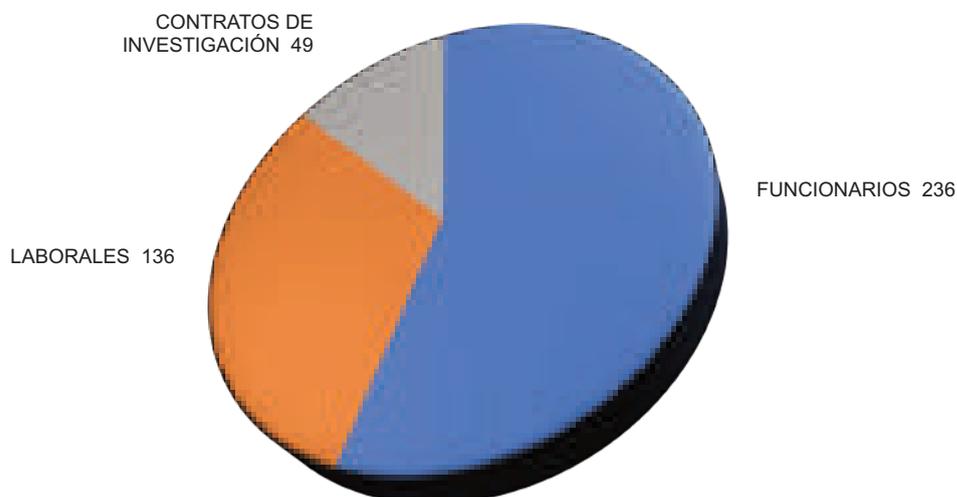
	CEH	CEPYC	CET	CETA	LCEYM	LG	LIF	DIREC.	SECRE.	TDC	TOTAL
Funcionarios	41	39	18	15	27	24	17	6	37	12	<b>236</b>
Laborales	22	20	13	10	29	19	4	2	15	2	<b>136</b>
Contratos de investigación	9	9	6	8	4	8	4	1	0	0	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>60</b>	<b>51</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>421</b>

CEH (Centro de Estudios Hidrográficos), CEPYC (Centro de Estudios de Puertos y Costas), CET (Centro de Estudios del Transporte), CETA (Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas), LCEYM (Laboratorio Central de Estructuras y Materiales), LG (Laboratorio de Geotecnia), LIF (Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria), DIREC. (Dirección), SECRE. (Secretaría), TDC (Transferencia de Conocimiento).

### EFECTIVOS POR CENTRO



### EFECTIVOS POR CATEGORÍA



## PROCESOS SELECTIVOS MÁS RELEVANTES CONVOCADOS EN 2019

### Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos

Plazas convocadas para CEDEX:

- OO AA del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana: acceso libre: 7, promoción interna: 5
- OO AA del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: No ha habido convocatoria en 2019

### Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

- Destinadas al CEDEX: se han solicitado 3 de acceso libre y 1 de promoción interna

### Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

- Destinadas al CEDEX: 3 plazas de acceso libre

### Personal titulado superior contratado para proyectos de investigación

- Convocatoria: 30 de enero de 2019
- Plazas convocadas: 54
- Plazas cubiertas: 49

## DERECHOS Y POLÍTICAS LABORALES

### Diálogo social y negociación colectiva:

El Organismo participa en los distintos órganos de negociación existentes en el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para la negociación con las organizaciones sindicales (Mesa Departamental, Subcomisión Delegada de la Comisión de Interpretación, Vigilancia, Estudio y Aplicación (CIVEA), Comisión de Acción Social, etc.).

### Planes de igualdad e integración

En el artículo 51 de la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la Igualdad efectiva entre mujeres y hombres, se fijan los criterios de actuación de las Administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias y en aplicación del principio de igualdad entre mujeres y hombres.

### Políticas de igualdad

- Igualdad de género: El MITMA tiene un Plan de Igualdad propio que contempla la no discriminación y el abordaje de la violencia de género con medidas de apoyo a las víctimas, al que el CEDEX está acogido debido a su naturaleza
- No discriminación por otras razones: edad, religión, raza, país, orientación sexual, afiliación sindical, etc.
- Atención a la discapacidad

### Conciliación de la vida laboral, personal y familiar

Mediante la implantación de medidas de racionalización por:

- Jornadas y horarios flexibles, especiales o reducidas
- Permiso por nacimiento, adopción o acogimiento
- Permiso del progenitor diferente de la madre biológica por nacimiento, por guarda con fines de adopción o acogimiento y por adopción de un hijo

### Acción social

El presupuesto de las Ayudas Sociales en 2019 ha ascendido a 63.400 €, sin incluir los Premios por Jubilación ni los costes de actividades extraescolares de los hijos de sus empleados.

Las solicitudes presentadas han sido 205, correspondientes a 290 ayudas tramitadas y materializadas en 277 ayudas concedidas.

De éstas las más demandadas han sido:

- Estudios de los hijos dotadas con 36.550 € para atender a 157 ayudas
- Tratamientos de salud del empleado, con 12.942 € a 46 ayudas
- Transporte, con 13.926 € a 47 ayudas

## SALUD, SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

### Promoción de la salud

A través de iniciativas o programas de promoción de conductas o prácticas saludables puestas en marcha o mantenidas por el Organismo como:

- Seguridad vial en invierno
- Día mundial seguridad y salud en el trabajo
- Día mundial sin tabaco
- Campaña antigripal

### Actividades preventivas

Realizando reconocimientos médicos a todo el personal y mediante la coordinación de actividades empresariales relativas a la seguridad del personal externo en visita al CEDEX o personal nuestro en visita a otras instituciones.

### Seguridad

- Evaluaciones de riesgo
- Planificaciones preventivas, tanto en realización como en seguimiento
- Participación en formación preventiva
- Investigación de accidentes
- Asistencia a comités de seguridad y reuniones del MITMA
- Resolución de consultas realizadas por los centros y los delegados sindicales
- Simulacros de emergencias



## PLANES Y PROGRAMAS DE FORMACIÓN

En el Área de la Formación se ha continuado trabajando, como en ejercicios anteriores, con el objetivo de potenciar la transferencia de conocimiento, gestionando sus actividades en aras a desarrollar, por una parte, la formación permanente de sus empleados, y por otra, a facilitar la transferencia de conocimiento tecnológico entre los profesionales de la ingeniería civil.

Las actividades formativas se han plasmado a través de la formación continua, el *Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica*, y en la organización de numerosos cursos y jornadas.

Las facilidades dadas para la promoción interna se han materializado en un Plan de Formación Continua, tiempo para formación y ayudas sociales.

## GESTIÓN DE CALIDAD Y DE MEDIO AMBIENTE

El Organismo se acreditó mediante la Norma EN ISO 14001:2004 entre los años 2009 y 2017 en todos sus centros.

Se ha renovado la acreditación del cumplimiento de los requisitos de la Norma EN ISO 14001:2015 con el número de certificado: ES09/6695. Se trata de un certificado multisede que comprende todos los centros CEDEX. Este certificado tiene validez hasta el 17 de abril de 2021.



## TRANSPARENCIA Y BUEN GOBIERNO

Las medidas específicas que se han puesto en marcha para favorecer la transparencia o mejorar el acceso a la información pública han sido:

- La puesta en marcha de los procedimientos asociados a la entrada en vigor de la Ley de Transparencia
- Desde 2013 se publican los contratos en la Plataforma de Contratación del Sector Público, una vez adjudicados los mismos (Orden Comunicada de la Ministra de Fomento, de 27 de junio de 2013)
- Se informa al MITMA periódicamente, mediante cuestionarios pautados, de la actividad realizada
- Se dan respuestas a las preguntas recibidas a través del Portal para la Gestión de las Solicitudes de Acceso a la Transparencia (GESAT), así como a las iniciativas parlamentarias recibidas a través del Portal de Iniciativas Parlamentarias, gestionados ambos por el MITMA.

## CÓDIGOS DE CONDUCTA

Códigos éticos específicos con los que cuenta el Organismo, siguiendo los protocolos del MITMA:

- Declaración de Principios en Prevención de Riesgos Laborales (PRL)
- Declaración de Principios en Materia de Acoso Laboral en el CEDEX (AL)
- Declaración de la Política Medioambiental del CEDEX (GMA)
- Declaración de la Política de Calidad del CEDEX (Q)

Los mecanismos para velar por su aplicación son:

- PRL: Sistema de Gestión de PRL integrado por el Servicio de Prevención Propio, el Comité de Seguridad y Salud y el conjunto de procedimientos de PRL

- AL: Protocolo de Acoso Laboral
- GMA: Sistema de Gestión Medioambiental implantado en el CEDEX, conforme a la ISO 14001
- Q: Sistema de Calidad del CEDEX en laboratorios

- Atención telefónica, atención en bibliotecas, venta de publicaciones, atención a proveedores
- Resumen anual de actividades; revista *Ingeniería Civil*; cursos, jornadas, reuniones y otros eventos formativos

## GESTIÓN DE COMUNICACIONES

### Comunicación externa

Principales canales:

- web, correo electrónico, atención al ciudadano del MITMA

### Comunicación interna

Principales canales:

- CEDEX Informa, Intranet, correo electrónico y tablones de anuncios
- *Resumen anual de actividades*, revista *Ingeniería Civil* y *Boletín Bibliográfico del CEDEX*
- Reuniones periódicas

## RECURSOS ECONÓMICO-FINANCIEROS

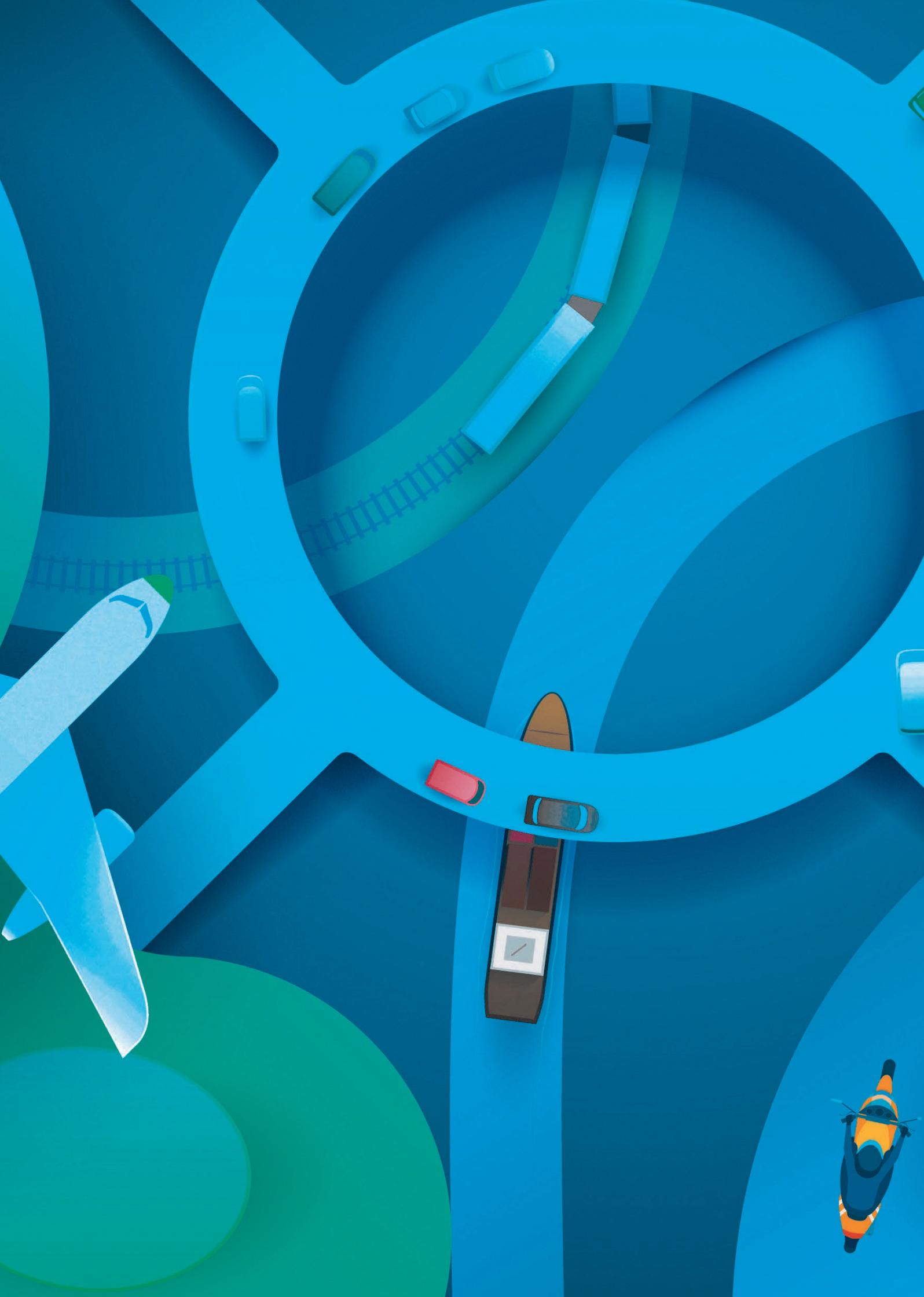
EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE INGRESOS 2019			
CAPÍTULO	PRESUPUESTO FINAL	DERECHOS RECONOCIDOS	EJECUCIÓN %
3. Tasas, precios públicos y otros ingresos	12.914.000	5.772.849	45%
4. Transferencias corrientes	15.301.900	15.340.488	100%
5. Ingresos patrimoniales	1.550	555	36%
7. Transferencias de capital	990.000	794.887	80%
8. Activos financieros	557.750	13.275	2%
<b>TOTAL PRESUPUESTO INGRESOS</b>	<b>29.765.200</b>	<b>21.922.054</b>	<b>74%</b>

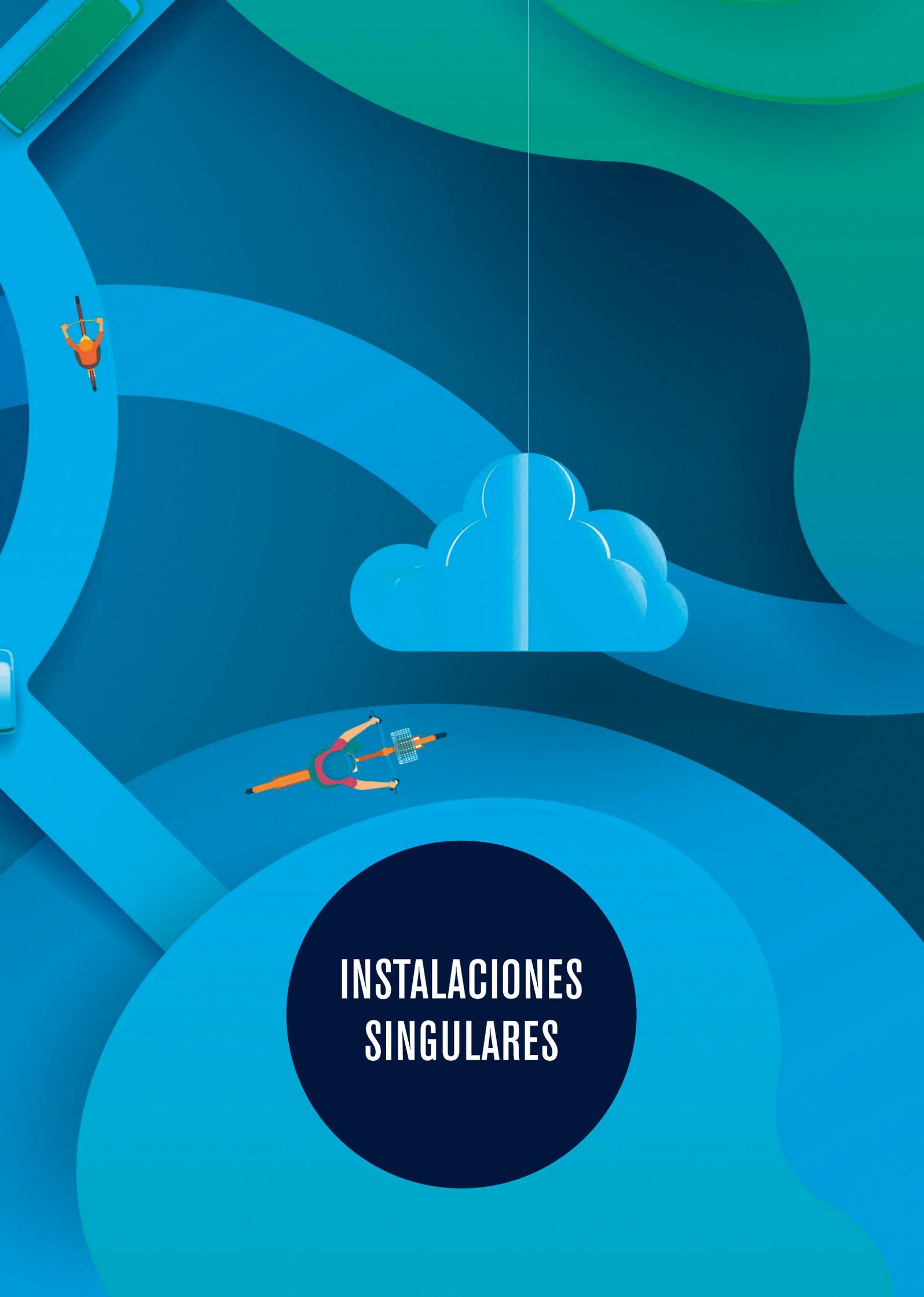
EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE GASTOS 2019			
CAPÍTULO	CRÉDITO FINAL	OBLIGACIONES RECONOCIDAS	EJECUCIÓN %
1. Gastos de personal	20.806.340	16.894.118	81%
2. Bienes y servicios	5.504.740	3.698.550	67%
4. Transferencias corrientes	155.800	86.440	55%
6. Inversiones	3.260.000	2.864.029	88%
8. Activos financieros	38.320	18.506	48%
<b>TOTAL PRESUPUESTO GASTOS</b>	<b>29.765.200</b>	<b>23.561.643</b>	<b>79%</b>

<b>PATRIMONIO NETO Y PASIVO</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
<b>PATRIMONIO NETO</b>	<b>95.486.428</b>	<b>97.950.712</b>
<b>Patrimonio aportado</b>	<b>84.251.752</b>	<b>84.251.752</b>
<b>Patrimonio generado</b>	<b>11.190.289</b>	<b>13.654.573</b>
Resultados de ejercicios anteriores	13.587.704	16.231.998
Resultados de ejercicio	-2.397.416	-2.577.426
<b>Otros incrementos patrimoniales pendientes de imputación a resultados</b>	<b>44.387</b>	<b>44.387</b>
<b>PASIVO CORRIENTE</b>	<b>3.168.655</b>	<b>2.342.839</b>
<b>Deudas a corto plazo</b>	<b>1.491.175</b>	<b>322.297</b>
Otras deudas	1.491.175	322.297
<b>Acreedores y otras cuentas a pagar</b>	<b>1.676.510</b>	<b>2.019.572</b>
Acreedores por operaciones de gestión	491.047	849.336
Otras cuentas a pagar	818.136	763.990
Administraciones públicas	367.328	406.246
<b>Ajustes por periodificación</b>	<b>970</b>	<b>970</b>
<b>TOTAL PATRIMONIO NETO Y PASIVO</b>	<b>98.655.083</b>	<b>100.293.551</b>

## BALANCE DE SITUACIÓN

ACTIVO	2019	2018
<b>ACTIVO NO CORRIENTE</b>	<b>72.857.118</b>	<b>73.734.984</b>
<b>Inmovilizado intangible</b>	<b>246.098</b>	<b>334.671</b>
Propiedad industrial e intelectual	1.950	0
Aplicaciones informáticas	244.148	334.671
<b>Inmovilizado material</b>	<b>72.603.264</b>	<b>73.392.264</b>
Terrenos	28.515.852	28.515.852
Construcciones	32.298.200	33.175.179
Otro inmovilizado material	10.993.461	11.691.200
Inmovilizado en curso y anticipos	795.752	10.033
<b>Inversiones financieras a largo plazo</b>	<b>7.755</b>	<b>8.049</b>
Crédito y valores representativos de deuda	7.166	7.460
Otras inversiones financieras	589	589
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>25.797.966</b>	<b>26.558.568</b>
<b>Deudores y otras cuentas a cobrar</b>	<b>21.916.951</b>	<b>22.357.602</b>
Deudores por operaciones de gestión	18.927.392	19.792.581
Otras cuentas a cobrar	233.668	366.643
Administraciones públicas	2.755.891	2.198.378
<b>Inversiones financieras a corto plazo</b>	<b>9.174</b>	<b>3.649</b>
Créditos y valores representativos de deuda	9.174	3.649
<b>Ajustes por periodificación</b>	<b>289</b>	<b>289</b>
<b>Efectivo y otros activos líquidos equivalentes</b>	<b>3.871.551</b>	<b>4.197.027</b>
Tesorería	3.871.551	4.197.027
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>98.655.083</b>	<b>100.293.551</b>





**INSTALACIONES  
SINGULARES**

## Pista de ensayo acelerado de firmes a escala real

Contacto: [rafael.rodriguez@cedex.es](mailto:rafael.rodriguez@cedex.es) / [laura.parra@cedex.es](mailto:laura.parra@cedex.es)



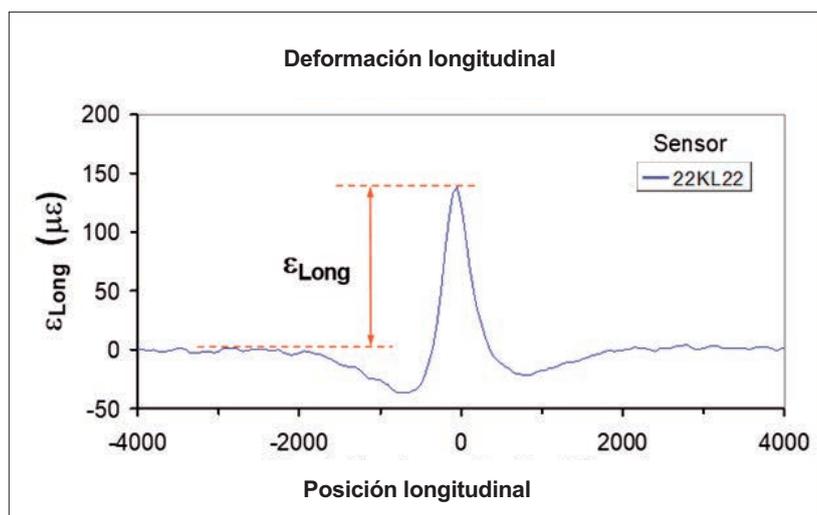
La Pista de Ensayo Acelerado de Firmes del Centro de Estudios del Transporte (CET) del CEDEX es la instalación de referencia para simular de manera acelerada los efectos del tráfico sobre secciones reales de un firme.



Vista general de la pista de ensayo de firmes a escala real.

### CARACTERÍSTICAS

- Aplicación repetida y controlada de cargas por medio de dos vehículos que simulan el tráfico real, con neumáticos y suspensión convencionales
- Dos tramos rectos de 75 m unidos por dos tramos curvos de radio 25 m
- Velocidad de los vehículos entre cero y 60 km/h
- Carga aplicada de un semieje de 13 t (variable entre 5,5 y 7,5 t)
- Rueda gemela convencional o simple
- Sistema automático de cambio de posición transversal en movimiento
- Aplicación de 1.300.000 ejes equiv/año



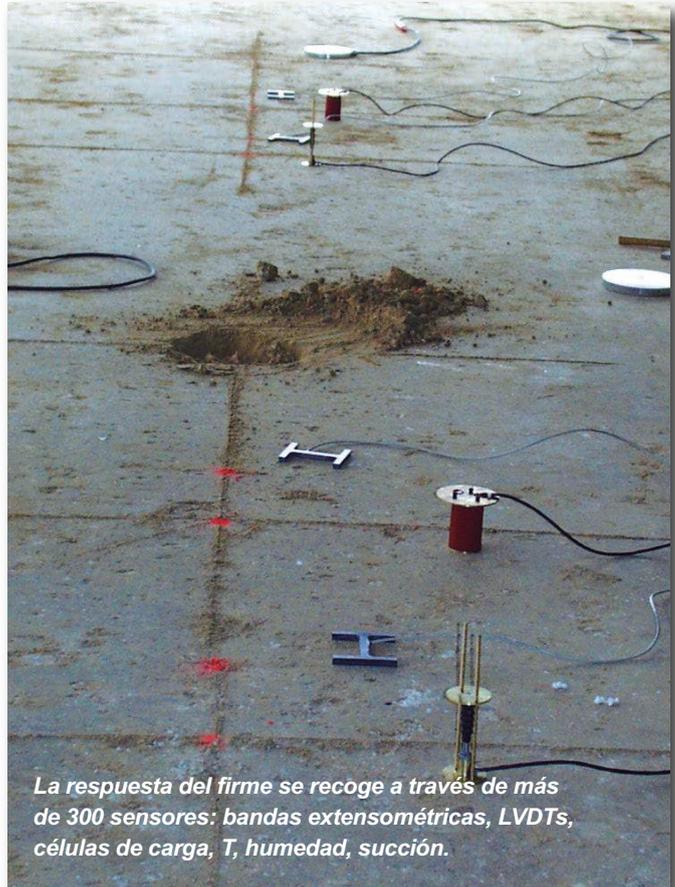
Durante cada ensayo se registran **más de 3 millones de curvas** que son analizadas y almacenadas en una base de datos.



### APLICACIONES

- Evaluación de la respuesta estructural bajo un proceso de acumulación de daño
- Desarrollo y validación de modelos matemáticos de dimensionamiento de firmes
- Análisis de las características superficiales de nuevos tipos de mezclas bituminosas en la rodadura de los firmes
- Estudio de pinturas

Para ofrecer un mejor servicio, se está trabajando en la actualización de la instalación. Ya se han definido las prescripciones técnicas para la ampliación de su capacidad de ensayo, destacando las mejoras relativas a la duplicación de ejes de carga, el aumento de la velocidad sostenible y la posibilidad de variar los parámetros de la amortiguación para simular características específicas del tráfico.



*La respuesta del firme se recoge a través de más de 300 sensores: bandas extensométricas, LVDTs, células de carga, T, humedad, succión.*



*Los ensayos en la pista son ideales para ensayar nuevos materiales y nuevas soluciones constructivas antes de su implementación en tramos reales.*

## Laboratorio de Lixiviación

Contacto: [julio.termenon@cedex.es](mailto:julio.termenon@cedex.es)



La finalidad de este laboratorio es la caracterización ambiental de los materiales a emplear, tanto en la construcción de firmes de carreteras como en otras aplicaciones, tales como áridos reciclados y residuos. Esta labor se realiza estudiando el comportamiento a la lixiviación de estos materiales, mediante ensayos específicos normalizados, de manera que se puedan definir los mecanismos principales de lixiviación, y analizando posteriormente los lixiviados obtenidos mediante técnicas instrumentales apropiadas que permitan evaluar la liberación de elementos o sustancias potencialmente peligrosas para el medioambiente.

### Ensayos de comportamiento a la lixiviación



Ensayo de comportamiento a la lixiviación por percolación de flujo ascendente (columna), controlado por software y configurado con los parámetros de las normas UNE-EN 14405 y NPR-CEN-TS 16637-3.

Ensayo de conformidad a la lixiviación por lotes (volteo), de acuerdo a las normas:

- UNE-EN 12457-1
- UNE-EN 12457-2
- UNE-EN 12457-3
- UNE-EN 12457-4



### Análisis de lixiviados. Contenido de metales

Determinación del contenido de metales mediante espectroscopía de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Equipo Agilent 5110 ICP-OES con tecnología Dual View (axial y radial), bajo consumo de argón, tiempos de análisis muy cortos y medida automática de hasta 250 muestras gracias a su Autosampler SPS 4.

## Laboratorio de Eurobaliza

Contacto: [susana.herranz@cedex.es](mailto:susana.herranz@cedex.es)



**El Laboratorio de Eurobaliza del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha sido el primer laboratorio europeo acreditado para la ejecución de los ensayos de Certificación de Eurobalizas y Antenas de ERTMS.**



En efecto, como consecuencia del primer proyecto europeo de demostración de la interoperabilidad ferroviaria (proyecto EMSET) que coordinó el CEDEX, se creó el primer laboratorio de Eurobaliza europeo, acreditado en 2005 por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para la ejecución de los ensayos de Eurobaliza y Antena/BTM de acuerdo a la norma Europea descrita en el Subset-085 de la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema de Control, Mando y Señalización.



El Laboratorio de Eurobaliza, que ha sido durante años el laboratorio de referencia europeo, ha ensayado equipos de casi una veintena de suministradores de todo el mundo y está acreditado y/o capacitado para ejecutar los siguientes ensayos:

- 'Test Specifications for Eurabalise FFFIS': Eurobalise and Antenna/BTM tests. Subset-085.
- Subset-103 'Test Specification for Euroloop'.
- Subset-116 'Eurobalise On-board Equipment, Susceptibility Test Specification'.



El laboratorio participa también en estudios especiales como la viabilidad de la eurobaliza para vías de tres carriles. Y está inmerso en varios proyectos europeos de utilización del sistema satelital Galileo para la implantación de balizas "virtuales" en las líneas ERTMS.

**Arriba.** Laboratorio de Eurobaliza.

**Centro.** Instrumentación de ensayos.

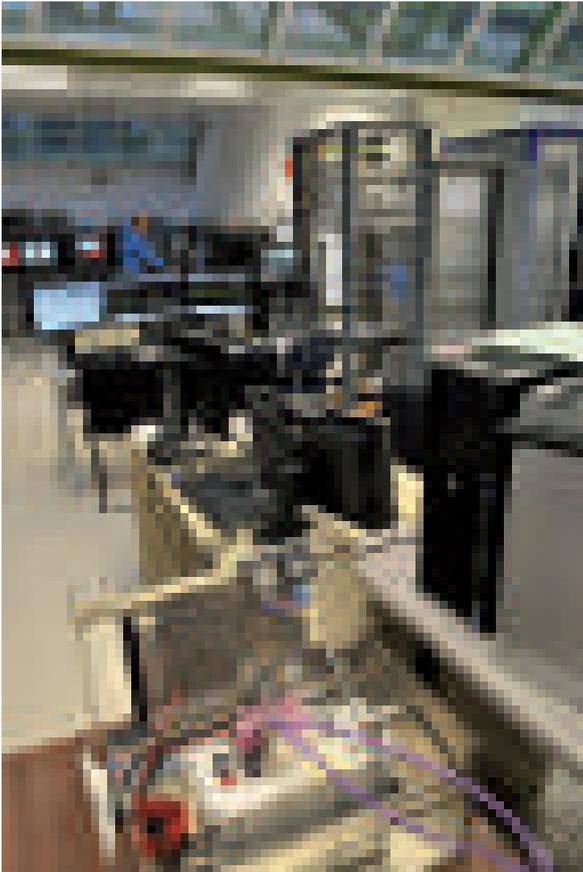
**Abajo.** Ensayo de calibración.

## El Laboratorio de Simulación de Tráfico ERTMS

Contacto: [jorge.iglesias@cedex.es](mailto:jorge.iglesias@cedex.es)



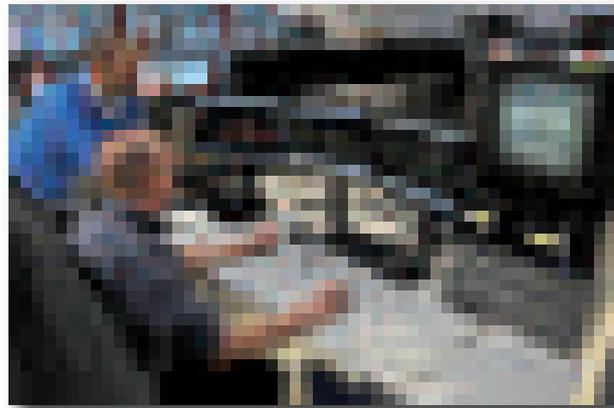
**En el Laboratorio de Simulación de Tráfico ERTMS del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX se ejecutan las pruebas funcionales de ERTMS, siendo el intercambio de información entre vía y tren idéntico al del entorno real. Mediante esta herramienta se consigue la depuración completa de todo el sistema antes de su despliegue en la línea real, con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero.**



*Laboratorio de Simulación de Tráfico.*



*PLO Cercanías Barcelona.*



*Laboratorio de Simulación de Tráfico.*

El Laboratorio de Simulación de Tráfico ERTMS ha sido el primer laboratorio europeo que ha llevado a cabo ensayos de líneas reales ERTMS N1 y N2 en el laboratorio.

Con el objetivo de dar soporte a ADIF y RENFE OPERADORA en el proceso de puesta en servicio de nuevas líneas y trenes equipados con el ERTMS, el Laboratorio de Simulación de Tráfico proporciona la posibilidad de ensayar la funcionalidad e interoperabilidad de la línea mediante la ejecución en el laboratorio de la batería de ensayos necesarios para la puesta en servicio de la misma.

Esto se consigue mediante la introducción en el laboratorio de los componentes de vía ERTMS (telegramas de balizas en N1 y RBC en N2), y su conexión al simulador de Tráfico del CEDEX que simula la topología de vías, desvíos, circuitos de vía y señales de la línea. En paralelo se integra el equipo embarcado ERTMS o EVC que se conecta al simulador del movimiento del tren del laboratorio.

En el Laboratorio de Simulación de Tráfico se han depurado las principales líneas españolas equipadas con ERTMS (Madrid-Valencia, Valladolid-Burgos-León, Olmedo-Zamora, Cercanías Madrid, Cercanías Barcelona, etc.), pero también líneas de otros países (Arabia Saudí, Bélgica, Senegal, etc.).

## Laboratorio de Eurocabina

Contacto: [daniel.molina@cedex.es](mailto:daniel.molina@cedex.es)



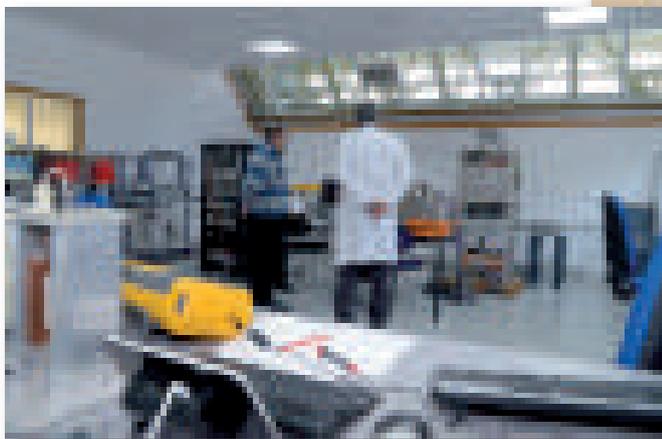
El Laboratorio de Eurocabina del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha sido el primer laboratorio europeo que ha llevado a cabo la ejecución de ensayos de certificación del equipo embarcado o EVC del ERTMS. En 2019 se han certificado los equipos ERTMS que circularán por la red francesa de alta velocidad.



DMI Robotizado.



Mensaje de baliza  
en el Laboratorio de Eurocabina.



Laboratorio de Eurocabina.

En efecto, también como consecuencia del proyecto EMSET, y utilizando inicialmente los simuladores desarrollados en dicho proyecto, el CEDEX creó el Laboratorio de Eurocabina que ya en los años 2004-2005 efectuó la primera campaña europea de ensayo de la interoperabilidad de equipos embarcados ERTMS o EVC (European Vital Computer) de todos los fabricantes europeos.

Desde 2005 el CEDEX lideró el grupo europeo encargado de la escritura de la Especificación de Ensayo del ERTMS (Subset-076), que contiene el conjunto de ensayos a los que se debe someter este equipo para demostrar el cumplimiento de las Especificaciones de Requisitos del Sistema (Subset-026), de la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema de Control, Mando y Señalización ERTMS.

### Por el laboratorio de Eurocabina han pasado todos los fabricantes europeos de ERTMS

Alstom, Ansaldo, Bombardier, CAF, Hitachi y Siemens, por lo que se ha convertido en el referente europeo, habiéndose acreditado por ENAC de acuerdo a la norma 17025 en 2010

## Cajón ferroviario

Contacto: [jose.estaire@cedex.es](mailto:jose.estaire@cedex.es)



Instalación de 21 m de longitud, 5 m de anchura y 4 m de profundidad que permite ensayar a escala 1:1 secciones completas de vías férreas convencionales y de alta velocidad. Esta instalación, única en el mundo, permite, en tan sólo una semana de trabajo en el laboratorio, determinar el efecto que tiene el tráfico anual de trenes en una sección de vía real.



Vista general del cajón ferroviario.

### Características de los actuadores

Actuador	Servohidráulico	Piezoeléctrico
Simulación	Paso de trenes	Defecto carril y ruedas
Carga max.	250 kN	20 kN
Frecuencia	50 Hz	300 Hz



Detalle de sensores en la vía.

El paso de trenes se simula con tres pares de actuadores servohidráulicos colocados sobre los carriles. También se simula el efecto de los defectos del carril y de la ruedas mediante actuadores piezoeléctricos. Se pueden simular trenes de pasajeros y de mercancías con velocidades de hasta 420 km/h.

La respuesta de la vía se recoge a través de unos 150 sensores (LVDTs, geófonos, acelerómetros, láser, células de presión), localizados en los elementos de la vía (carril, traviesa) y en las diferentes capas de la sección ferroviaria (balasto, sub-balasto, capa de forma, terraplén).

El sistema de adquisición de datos permite recoger información, en tiempo real, de más de 150 canales de forma simultánea.

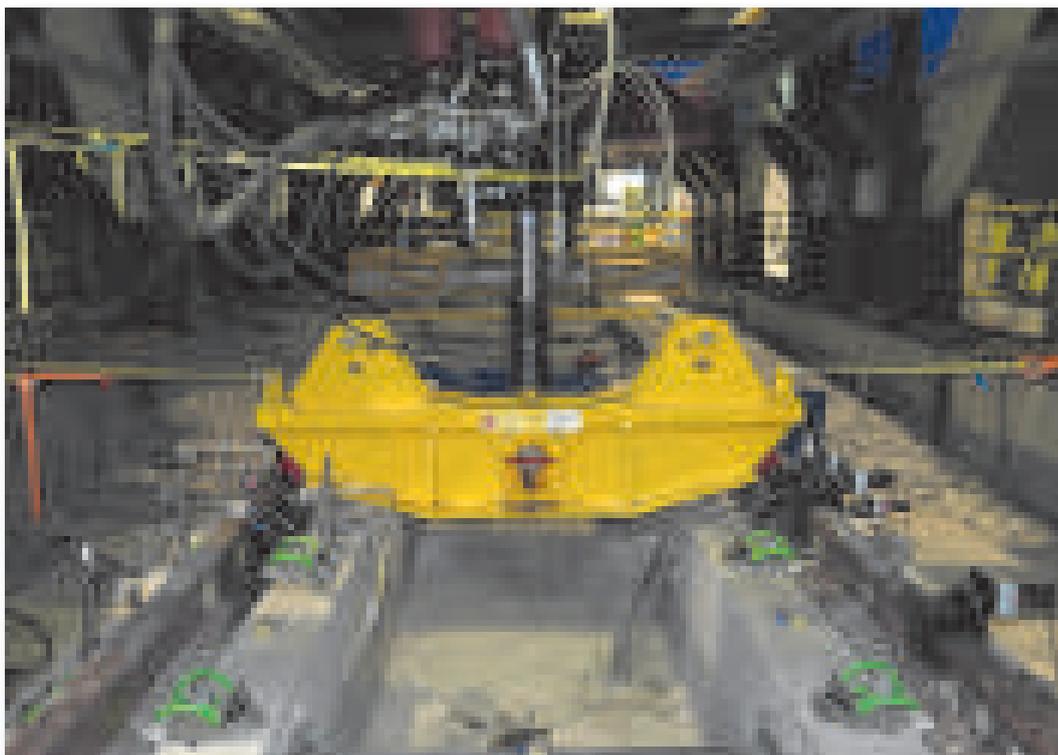
### Tipos de ensayos realizables

- Simulación de paso de trenes hasta 420 km/h
- Vías en balasto y vías en placa
- Ensayos estáticos y de fatiga con aplicación de 1 millón de ejes
- Ensayos de resistencia lateral de vía

Desde su inauguración en 2004, los trabajos más importantes que se han llevado a cabo en el cajón ferroviario, dentro de proyectos europeos, han sido:

- Determinación de curvas de fatiga en balasto y sub-balasto  
**Permite modificar el mantenimiento de la capa de balasto**
- Análisis del espesor óptimo de la capa de sub-balasto bituminoso  
**Se disminuyó de 20 a 8 cm la capa de sub-balasto bituminoso**
- Estudio de la propagación de vibraciones a través del terraplén  
**Garantiza el uso de mantas bajo traviesa para evitar vibraciones**
- Efecto de la contaminación con arena en el comportamiento del balasto  
**Análisis del comportamiento de la capa de balasto contaminada con arena**
- Ensayos de comportamiento mecánico en prototipos de vías en placa  
**Detección de posibles problemas en los prototipos ensayados**
- Efecto de la muy alta velocidad en el comportamiento mecánico de vías  
**Ayuda al diseño de futuros proyectos de líneas de alta velocidad a 400 km/h**

*Administraciones ferroviarias y empresas para las que ha trabajado el cajón ferroviario del CEDEX.*



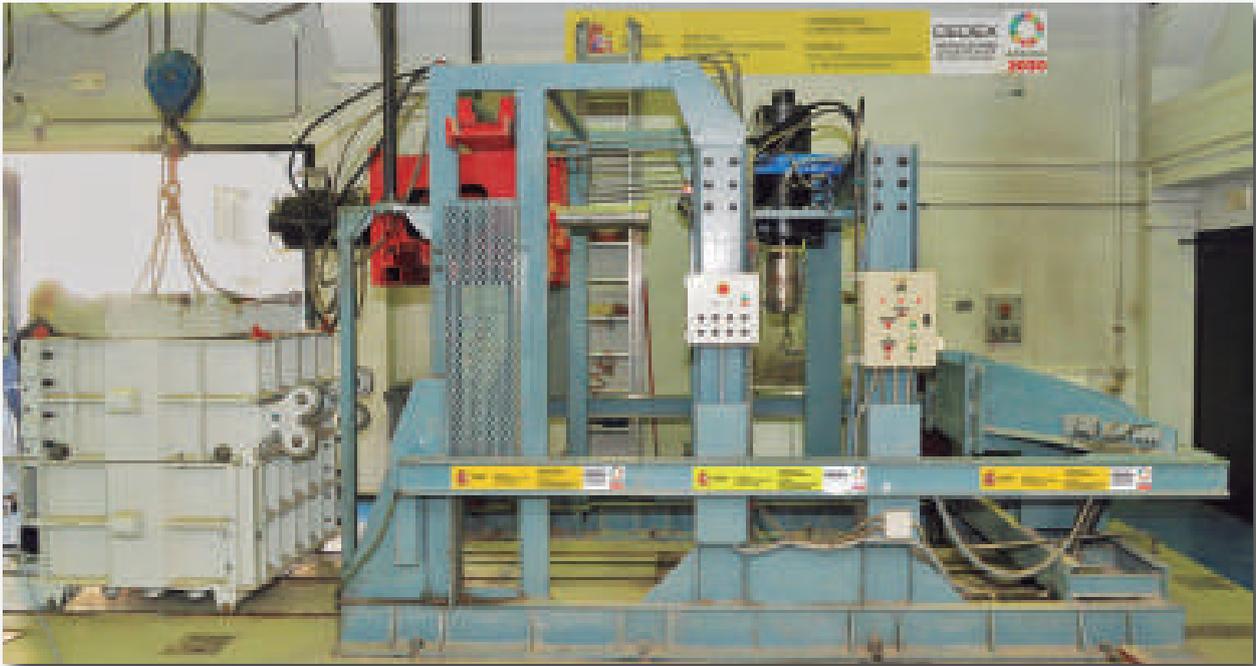
*Ensayo de fatiga sobre vía en placa.*

## Caja de corte directo para materiales de grandes tamaños



Contacto: [m.eugenia.martin@cedex.es](mailto:m.eugenia.martin@cedex.es)

La caja de corte directo para materiales gruesos del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX cuenta con unas dimensiones de 1x1 m en el plano de corte y una altura de hasta 1,2 m. Estas dimensiones permiten ensayar materiales granulares gruesos de hasta 20 cm de diámetro.



Vista general del equipo de corte directo de 1x1 m del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX.

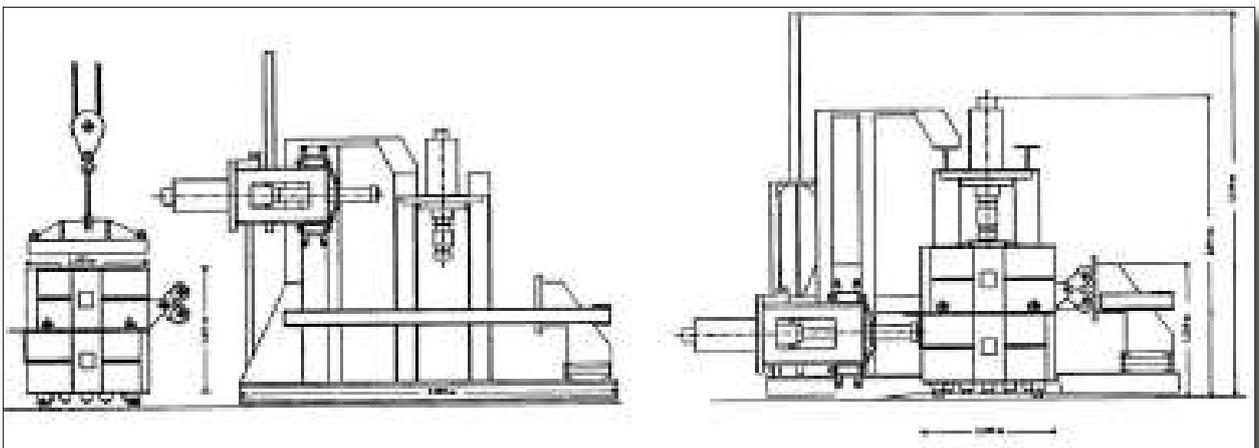
Este equipo se utiliza ampliamente para estudiar los rellenos de roca para su uso en puertos y presas, así como balasto ferroviario y otros materiales granulares gruesos.

También se ha empleado para el estudio de la resistencia al corte en el contacto entre suelos y estructuras de hormigón o suelos y geotextiles.

Esta instalación es única en España. El número de equipos de estas dimensiones en el mundo es muy reducido.

### Características principales

- Lado: 1.000 mm
- Altura máxima de muestra: 1.200 mm
- Carga tangencial máxima: 1.000 kN
- Carga vertical máxima: 1.000 kN



### Tipos de ensayos realizables

- Ensayos de resistencia al corte de materiales granulares
- Ensayos de resistencia al corte de contacto entre materiales granulares y estructuras (tierras-muro, balasto-zapata, suelo-zapata, etc.)
- Ensayo de arrancamiento de geosintéticos

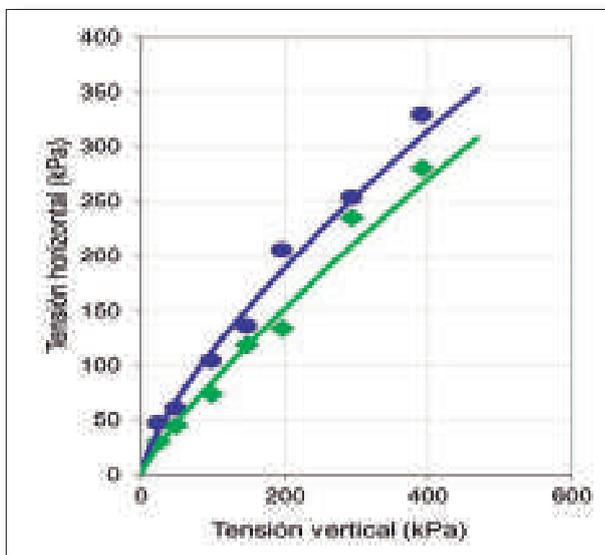
Está provisto de un circuito de empuje horizontal servocontrolado con velocidad de deformación constante y otro de empuje vertical controlado en carga. La presión vertical máxima es de 1 MPa.

El ajuste de la carga vertical, la velocidad de desplazamiento y la posición de los pistones se realiza mediante un cuadro de control digital acoplado a un sistema de adquisición de datos totalmente automatizado.

El material se introduce en la caja mediante vertido, pudiéndose realizar una compactación ligera mediante compactador mecánico (tipo pisón) o estática utilizando la carga vertical.

Algunos de los proyectos en lo que ha intervenido este equipo son:

- Estudio del muelle de El Prat. Puerto de Barcelona.
- Estudio de escolleras en el puerto de Huelva.
- Estudio de la deformabilidad de suelos gruesos para la presa de Yesa.
- Estudio de la resistencia de neumáticos fuera de uso para su uso como material de relleno.
- Estudio de la resistencia al corte entre traviesa y balasto.



## Simulador sísmico con seis grados de libertad

Contacto: [eduardo.lopez@cedex.es](mailto:eduardo.lopez@cedex.es)



**ENSAYOS QUE SE REALIZAN: Sísmicos de estructuras. De análisis modal para determinación de frecuencias. De barrido de frecuencias. De señal aleatoria para fatiga de material ferroviario.**



*Ensayo de vibración y choque en un equipo convertidor para ferrocarril.*



*Ensayo sísmico (Proyecto ANSTER).*

Dentro del campo de la ingeniería sísmica es de importancia fundamental la realización de estudios experimentales del comportamiento de elementos o modelos estructurales.

El simulador sísmico de seis grados de libertad, **instalación única en España con estas características**, instalado en el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX, permite la aplicación sobre una plataforma de acero de 3 x 3 m, sobre la que se instala el elemento a ensayar, de una acción consistente en un movimiento espacial, definido en función del tiempo por sus seis componentes lineales y angulares.

Ello se consigue mediante la actuación sobre la plataforma de cuatro actuadores hidráulicos verticales y otros cuatro horizontales. Todo este sistema está servocontrolado y optimizado para conseguir que las diferencias entre las componentes del movimiento que se quiere aplicar y el realmente conseguido sean mínimas.

La excitación sísmica aplicada al simulador puede definirse mediante un fichero externo o sintetizarse numéricamente a partir de un espectro de respuesta compatible o por leyes de amplitudes y fases prefijadas. Entre otros ensayos, cabe destacar: el de la Antena de radar para el portaaviones Juan Carlos I (INDRA-Ministerio de Defensa); las pruebas sísmicas para el proyecto de Almacenamiento nuclear seguro ante terremotos (ANSTER); colaboraciones con universidades y fundaciones para la realización de ensayos sísmicos; ensayos para la Red Sísmica Nacional; Protección Civil; ensayos de vibración y choque de equipos ferroviarios.

Dimensiones: 3 x 3 m

Grados de libertad: 6

Actuadores:

- 4 verticales de 147 kN

- 4 horizontales de 147 kN

Masa máxima modelo: 10 t

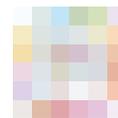
Frecuencia máxima: 60 Hz

Máximo desplazamiento vertical:  
±50 mm

Máximo desplazamiento horizontal:  
±100 mm

## CEDEX-Operador de drones

Contacto: [ismael.carpintero@cedex.es](mailto:ismael.carpintero@cedex.es)



**Las operaciones para las que inicialmente se ha habilitado al CEDEX son: la adquisición de imágenes y vídeos en levantamientos aéreos y la inspección de infraestructuras.**

El CEDEX se ha dado de alta como Operador de Drones para su utilización **como apoyo a los trabajos de campo** que se llevan a cabo desde las distintas áreas de actividad del Organismo: inspección de infraestructuras, caracterización de macizos rocosos, análisis de movimientos de ladera, estudio de erosiones y dinámica litoral, análisis de vegetación y corrientes subterráneas con imágenes multiespectrales, estimación de la velocidad en corrientes de agua, etc.

La organización del operador se ha materializado de manera transversal, de manera que todos los centros y laboratorios cuentan con un representante del operador y al menos con un piloto. De este modo se optimizan los recursos y se coordinan las inversiones de cara a poder prestar el mejor servicio posible. El CEDEX dispone actualmente de dos aeronaves: una de propósito general, de tamaño reducido y muy manejable; y otra de mayores prestaciones y dimensiones con capacidad de carga para poder embarcar sensores de distinto tipo en función de la operación que se vaya a realizar. Las operaciones para las que el CEDEX ha sido inicialmente habilitado son la adquisición de imágenes y vídeos en levantamientos aéreos, y la inspección de infraestructuras.

Complementando estas operaciones con la **restitución fotogramétrica** y el análisis de imágenes, por un lado se facilita la adquisición de información en campo sobre el terreno y su entorno; y por otro, se complementan los medios de acceso disponibles para la inspección de infraestructuras, como el camión pasarela, solventando las limitaciones existentes hasta ahora. El planteamiento del operador pasa por incrementar de manera paulatina las habilitaciones y equipos disponibles para poder ampliar el actual ámbito de actuación potencial.



MATRICE 600 PRO. Hexacóptero

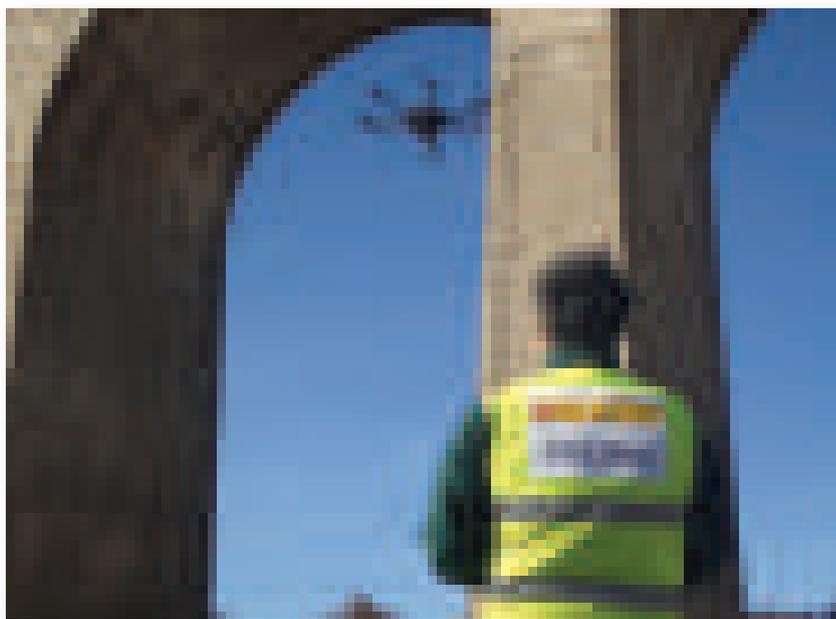
Doble estación de control en tierra

Cámara micro 4/3 Zenmuse X5  
(Zoom Óptico con focal  
equivalente 28-84 mm)

Tiempo de vuelo 38 minutos  
(aprox.)

Masa máxima al despegue 15,5 kg

Capacidad de carga 5,5 kg



Registro con imágenes aéreas de un puente ferroviario.



PHANTOM 4. Cuadricóptero

Peso (batería y hélices incluidas):  
1,380 kg

Tiempo de vuelo máx:  
28 minutos (aprox.)

Posicionamiento por visión artificial

## Plataforma autoportante para la inspección de puentes

Contacto: [ismael.carpintero@cedex.es](mailto:ismael.carpintero@cedex.es)



**El mantenimiento del patrimonio de estructuras como es el caso de los puentes de carretera cobra cada vez mayor importancia, habida cuenta del alto desarrollo de infraestructuras que tiene España. De hecho, la conservación de infraestructuras está en línea con el Objetivo nº 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles); y con el objetivo de disponer de una industria sostenible dentro del *Green Deal* de la UE.**

*Dimensiones de la plataforma de inspección.*



Peso total: 23.000 Kp (vehículo+plataforma)
Máxima longitud extensible: 15,00 m
Anchura de la plataforma: 1,50 m
Anchura de la calzada ocupada: 2,50 m
Rango de cantos de tablero: 1,70-6,50 m
Duración maniobra de despliegue: 6 minutos
Paso de pilas sin abandonar la plataforma
Altura máxima de barandilla salvable: 1,80 m
Anchura máxima de acera salvable: 1,80 m

Dentro de los **trabajos de mantenimiento** tiene especial relevancia la **inspección de las estructuras** y, en los casos que su patología así lo requiera, su auscultación. Para salvar la dificultad del acceso al tablero por su cara inferior, zona donde suelen concentrarse la mayoría de los síntomas, es necesario contar con medios auxiliares que permitan alcanzarla en condiciones de:

- Seguridad para el equipo humano que realiza el trabajo
- Rapidez para concentrar al máximo el tiempo en la auscultación propiamente dicha y no en el acceso a la estructura
- Mínima interrupción de la funcionalidad de la vía en la que se encuentra la estructura
- Flexibilidad que permita adaptarse a diferentes tipologías y dimensiones de las estructuras

Para todo ello el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX dispone de una plataforma para inspección de puentes que permite satisfacer las condiciones anteriores.

La plataforma, permanentemente montada sobre un camión, consta de una serie de módulos metálicos que, accionados hidráulicamente, permiten su rápido despliegue y posicionamiento para acceder, con un equipo de hasta 5 personas, a la zona inferior o lateral del tablero. La plataforma, una vez extendida, tiene capacidad para girar bajo el puente, adaptando su longitud a la anchura del mismo, subir para acercarse al tablero y avanzar lentamente a lo largo de la estructura, pudiendo controlar todos los movimientos desde la propia plataforma.



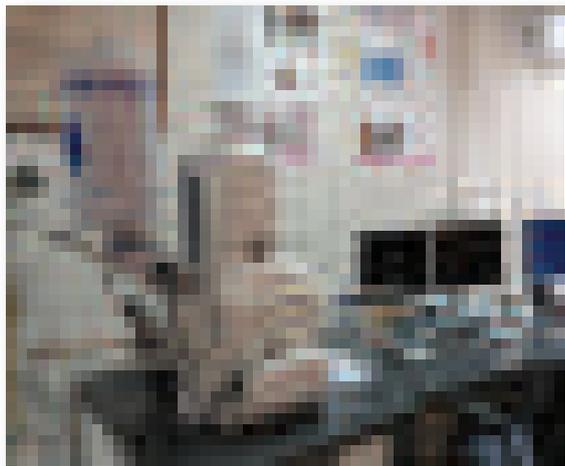
*Inspección del viaducto de la A8 sobre la ría Agüera en Asturias.*

## Laboratorio de microscopía

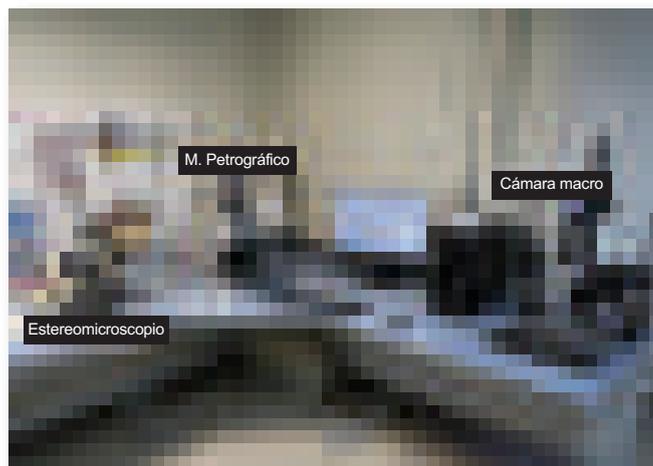
Contacto: [alberto.velasco@cedex.es](mailto:alberto.velasco@cedex.es) / [pilar.alaejos@cedex.es](mailto:pilar.alaejos@cedex.es)



El Laboratorio de Microscopía dispone de un microscopio electrónico de barrido, con detector de rayos X (EDX) con el que se pueden realizar microanálisis puntuales, zonales y mapeados de elementos mayoritarios en todo tipo de muestras sólidas. El microscopio posee detectores de electrones secundarios, retrodispersados, de catodoluminiscencia y platina peltier, que permite la cristalización de compuestos con variación de humedad.



Microscopio electrónico de barrido.



Vista general de la sección de microscopía óptica.

En los últimos años se ha renovado el sistema de microscopía óptica con la adquisición de un **microscopio óptico** con platina giratoria dotada de contador semiautomático Petrog y platina motorizada.

Ambos sistemas permiten el estudio de los áridos empleados en la fabricación del hormigón y la **evaluación cuantitativa de los componentes dañinos** para el hormigón presentes en ellos. Este tipo de estudios se realizan en dos fases: análisis en el microscopio óptico y posterior análisis de la misma muestra en el microscopio electrónico. La técnica se utiliza en estudios de patologías de hormigón afectados por reacciones químicas expansivas (sulfatos, álcali-sílice).

Asimismo, el Laboratorio dispone de un estereomicroscopio, que se ha mejorado recientemente acoplado una cámara para el estudio macroscópico de materiales.

Estos nuevos equipos permiten el **análisis de las degradaciones del hormigón** desde tamaños de visu hasta de micra, cubriendo así todos los niveles ópticos de las muestras recibidas en el laboratorio.

Además del estudio de patologías en el hormigón, en el Laboratorio de microscopía es posible analizar otro tipo de materiales, como son geomembranas y aceros, haciendo este equipamiento imprescindible en el estudio óptico de todos los materiales.

### Equipo de microscopía electrónica:

- Aumentos: 5 a 1.000.000x
- Resolución 3,0 nm con 30 kV
- Detectores: secundarios, retrodispersados, catodoluminiscencia y platina peltier

### Equipo de microscopía óptica:

- Aumentos: 12.5x, 25x, 50x, 100x, 200x y 500x
- Resolución máxima 0,25 micras
- Contador Petrog

## Laboratorio de Aplicaciones Isotópicas



Contacto: [javier.rodriguez@cedex.es](mailto:javier.rodriguez@cedex.es)

[http://www.cedex.es/CEDEX/LANG\\_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CETA/LINEAS/07\\_REVIP.htm](http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CETA/LINEAS/07_REVIP.htm)

El Área de Aplicaciones Isotópicas del CEDEX da apoyo al cumplimiento de tratados internacionales y directivas de la Unión Europea en el marco de la gestión del agua para la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y de la vigilancia radiológica del medio acuático para el Consejo de Seguridad Nuclear y la DGA. Desde 2012 está acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación, según Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, con N° 82/LE1955.



Vista general del laboratorio de química.

Se dispone de un laboratorio de química, especializado en la preparación de las muestras de agua para adecuarlas a los requerimientos de medida de los diferentes ensayos.

El Laboratorio de Aplicaciones Isotópicas posee un conjunto de detectores con cadenas electrónicas de gran estabilidad y técnicas de cálculo, puestos a punto para la aplicación de las técnicas:

1. Centelleo sólido de ZnS(Ag), para medida del índice de actividad alfa total.
2. Contador proporcional de gas, para medida del índice de actividad beta total.
3. Espectrometría de absorción atómica, para medida de la concentración de potasio y el cálculo posterior del índice de actividad beta resto.
4. Detectores de semiconductor de germanio ultra puro para espectrometría gamma y para determinación de la actividad de cesio-137 y cesio-134.

### Actividades en calidad radiológica de las aguas

- Análisis de aguas continentales, marinas y de consumo humano
- Fondo radiológico de referencia
- Redes de vigilancia radiológica ambiental
- Normas de calidad en análisis radiológicos ambientales

### Actividades en isótopos ambientales en hidrología

- Caracterización del ciclo hidrológico
- Modelos conceptuales hidrológicos
- Datación y tiempos de renovación en masas de agua



*Detalle del laboratorio.*

5. Centelleo líquido, para medida directa y por concentración electrolítica de la actividad de tritio, y de radón-222.
6. Cámara de ionización para medida en continuo de radón-222 en aire y agua.

En el laboratorio también se emplea una combinación de metodologías para la determinación de las relaciones isotópicas de elementos ligeros que incluye la espectrometría láser para deuterio y oxígeno-18 en agua; y la espectrometría de masas, para deuterio y oxígeno-18 en agua y carbono-13 en el carbono inorgánico disuelto (CID), para el trazado de procesos de interés en hidrología y geoquímica.

Se utilizan, además, técnicas de datación para la estimación del tiempo de renovación de los recursos hídricos y de transporte de contaminantes en aguas subterráneas, mediante la medida de la actividad de tritio en agua por centelleo líquido, con un proceso previo de concentración electrolítica, y mediante el uso de modelos geoquímicos para la datación por carbono-14.

#### **Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP)**

Gestionada por el CEDEX desde 2000 en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), genera información de referencia en estudios de hidrología isotópica en España con aplicación en la calibración de modelos de circulación global de la atmósfera, el estudio del cambio climático y del funcionamiento de ecosistemas, y la seguridad alimentaria



*Planchetas para la medida de índices radiológicos en agua continental (izda.) y marina (dcha.).*

## Laboratorio de calidad del medio marino

Contacto: [ricardo.obispo@cedex.es](mailto:ricardo.obispo@cedex.es)

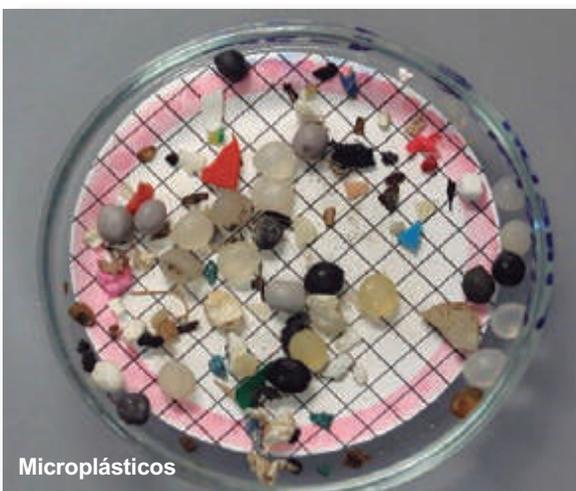


Es un laboratorio altamente especializado en los aspectos singulares del entorno marino litoral y portuario, que constituye el soporte analítico primordial para la realización de los estudios desarrollados por el Departamento de Medio Marino del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX, cuyas necesidades determinan la constante evolución de las líneas analíticas del propio laboratorio.



Laboratorio de Calidad del Medio Marino.

En las distintas dependencias en las que se subdivide (laboratorio general, espectroscopía, cromatografía y microbiología, y ecotoxicidad), se integra una amplia gama de instrumentación de última generación, necesaria para la resolución de todas aquellas determinaciones implicadas en la evaluación de aguas, sedimentos marinos y muestras biológicas.

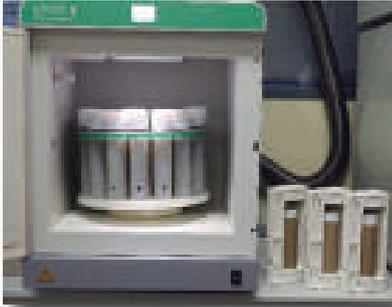


Microplásticos

### Líneas de trabajo

- Desarrollo de normativa ambiental y metodologías analíticas
- Seguimientos ambientales de actuaciones en el litoral
- Contaminación por microplásticos
- Calidad de arenas para regeneración de playas
- Caracterización de materiales de dragado
- Investigación y diseño de vertidos de estaciones desaladoras
- Contaminación por hidrocarburos. Investigación del origen de vertidos incontrolados
- Ensayos para la homologación de productos para la lucha contra la contaminación por hidrocarburos en el mar

## SALA GENERAL



– RECEPCIÓN, CONSERVACIÓN Y FRACCIONAMIENTO DE MUESTRAS

Secado, homogenización, molienda, etc.

– TRATAMIENTOS PREVIOS

Digestiones ácidas y extracciones orgánicas, etc.

– DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS

– MEDIDAS GENERALES

Conductividad

Salinidad

Densidad

Granulometrías

Turbidez

Sólidos en suspensión, etc.



## LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA



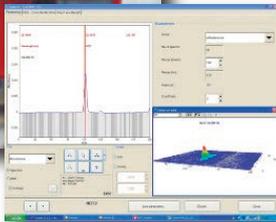
– ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA:

Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Al, etc.

– FLUORESCENCIA ATÓMICA: Hg (ppt)

– ESPECTROFOTOMETRÍA UV/VIS: nutrientes

– CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)



## LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA



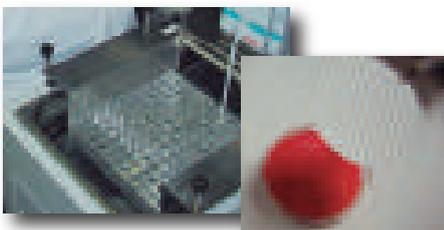
– CROMATOGRAFÍA DE GASES/ MS/MS

– CROMATOGRAFÍA DE GASES /FID

– CROMATOGRAFÍA DE GASES /ECD

PCBs, PAHs, hidrocarburos, compuestos organoestánicos (TBT)

## LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y TOXICIDAD



– CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

Coliformes fecales

Hongos, etc.

– ECOTOXICIDAD

Bioensayo de bioluminiscencia con *Vibrio fischeri*, TPT, etc.

## Simulador de maniobra de buques del CEDEX

Contacto: [jose.m.montero@cedex.es](mailto:jose.m.montero@cedex.es)



**El simulador de maniobra de buques es una instalación singular que reproduce en tiempo real el comportamiento dinámico de un buque sometido a la acción del viento, el oleaje, la corriente y pilotado por personal náutico.**



Vista general del puente principal del simulador del CEDEX.

Este sistema de simulación cumple con los diferentes requerimientos de la convención STCW95 y ostenta la clasificación A (NAV) Det Norske Veritas, siendo capaz de simular plenamente cualquier operación de puente, incluida la capacidad de reproducir las maniobras más avanzadas en aguas restringidas.

El sistema consta de un puente principal de navegación de categoría full mission, un puente secundario y 4 puestos de simulación implementados sobre otras tantas estaciones de trabajo. Sus principales características técnicas son:

### Puente principal

Dotado de:

- Elementos de gobierno y control: timón, telégrafo de órdenes a la máquina, control de *thrusters* y anclas, ayudas a la navegación: GPS, radar, VHF, comunicación interna y señales fónicas.
- Datos: tacómetro, ángulo de timón, indicador de rumbo, corredera *doppler*, velocidad del buque, sonda, etc. Imagen de radar sintética generada por ordenador con prestaciones de radar ARPA.
- Imagen exterior panorámica de alta resolución: 9 canales, pantalla cilíndrica envolvente de 270° de amplitud horizontal y 7,5 m de radio.
- Sistema de proyección formado por 9 proyectores CRT de alta resolución.
- Control del punto de vista: visión desde el puente, desde los alerones, mirando a popa, a "vista de pájaro" y binocular (configurada sobre uno de los canales).

### Segundo puente

Dotado de:

- Consola de maniobra para buques de propulsión ASD y de propulsión convencional, control de la propulsión y gobierno, control de cabos y amarras, control de *thrusters*, comunicación VHF y pantalla de radar ARPA.
- Consola de maniobra para un remolcador de propulsión Voith-Schneider
- Imagen exterior panorámica y de alta resolución: 3 pantallas planas de 120° de popa, a "vista de pájaro" y binocular (configurada sobre uno de los canales).
- Amplitud total horizontal, 3 proyectores LCD de 40° de amplitud horizontal.
- Control del punto de vista: visión desde el puente, desde los alerones, mirando a popa y a "vista de pájaro".
- Pantalla de instrumentación: telégrafo convencional y azimutal, control del timón, GPS, etc.



Vista del puente secundario.

### Cuatro puentes auxiliares

- Microsimuladores dotados de: instrumentación digital, telégrafo convencional y azimutal, control de los timones, GPS, comunicación VHF y pantalla de plasma (42") compartida por los cuatro puestos para representación a vista de pájaro.

Todos estos puentes son capaces de funcionar de forma sincronizada (por ejemplo, un piloto maneja el buque principal y otros los remolcadores que le están asistiendo, en un mismo entorno de navegación) o de modo independiente atendiendo a diferentes estudios simultáneamente.

- ▶ Puesto de Control de la simulación para:
  - Planificación de las maniobras, mediante la configuración de las condiciones climáticas (oleaje, marea, viento y corriente) y de los parámetros de visibilidad (niebla, lluvia, nieve, noche y día).
  - Implementación del modelo numérico de los buques.
  - Implementación del escenario de las maniobras.
- ▶ Aplicaciones informáticas para generación de los modelos numéricos de los barcos, de los modelos visuales de los mismos y de los modelos visuales 3D, 2D y de radar de los entornos de navegación.
- ▶ Aplicación informática "AMBAR" para análisis de cada maniobra individual o de un grupo de maniobras realizadas en condiciones homogéneas aplicando métodos estadísticos.

Esta instalación ha sustituido a otro simulador puesto en operación en el CEDEX en 1992. Desde su instalación en

### Tipos de estudios realizables

- Maniobras de acceso y salida de puerto y atraque de buques
- Navegación en general
- Análisis dinámico del comportamiento de buques fondeados
- Análisis de incidentes y accidentes marítimos
- Remolque de buques necesitados de asistencia y de estructuras flotantes, tales como aerogeneradores

el Centro de Estudios de Puertos y Costas en 2002 se han realizado estudios de maniobra de buques prácticamente en la totalidad de los puertos del Sistema Portuario de Interés General, siendo los más significativos los siguientes:

- ▶ Diseño de desarrollos portuarios nuevos: puertos exteriores de Ferrol, La Coruña, Gijón, etc.
- ▶ Ampliaciones o cambio de usos de sus instalaciones: puertos de Tarifa, Motril, Alicante, Castellón, Barcelona, Mahón, Las Palmas, etc. y algunos de fuera de España: Buenaventura y Cartagena de Indias (Colombia).
- ▶ Análisis del comportamiento de buques fondeados: bahía de Algeciras, Bilbao, Las Palmas, Ría de Ares, Huelva, San Cibrao, etc.
- ▶ Análisis de incidentes y accidentes marítimos: varada de buques en la playa de El Saler, accidente de FFC en Tarifa, varada del Cajonero Agronauta en la costa de Málaga, etc.
- ▶ Estudios de remolque de aerogeneradores: proyectos I+D+i CAPEMA y I+D+i TELWIND.

## Nave de ensayos del laboratorio de experimentación marítima

Contacto: [jose.m.valdes@cedex.es](mailto:jose.m.valdes@cedex.es)



El Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX, cuenta con una nave de ensayos que alberga grandes instalaciones para la realización de ensayos en modelo físico a escala reducida.



Vista general de la nave de ensayos.

### Nave de ensayos

**Dimensiones:** 115 x 71 x 8 m

#### Instalaciones fijas.

#### Relación y dimensiones:

Tanque de oleaje multidireccional: 34 x 32 x 1,60 m

Canal de oleaje y viento de gran escala: 90 x 360 x 6 m

Tanques de oleaje gemelos (2 unidades): 45 x 6,50 x 2 m y 35 x 6,50 x 1,30 m

Canal de oleaje: 36 x 3 x 1,50 m

Canal de oleaje: 51 x 1 x 1,50 m

Canal de oleaje y corrientes: 20 x 1,20 x 0,80 m

Espacio central de 4.000 m<sup>2</sup> para ensayos 3D

La nave de ensayos cuenta con una superficie de 8.000 m<sup>2</sup> sin pilares intermedios, lo que permite su aprovechamiento flexible. Su actividad está soportada, en dependencias anejas, por talleres auxiliares de mecánica, carpintería, fabricación de piezas para los ensayos, electrónica e instrumentación.

Las instalaciones permanentes de ensayo –tanques y canales– ocupan el perímetro de la nave, dejando su zona central libre para modelos 3D temporales contruidos *ad hoc*.

Los tanques y canales de ensayo tienen su principal aplicación en ensayos de estructuras marítimas: diques de abrigo y muelles, terminales en mar abierto y estructuras *offshore*, instalaciones y equipos para generación de energías marinas (oleaje, mareas, viento y corrientes), fases constructivas y elementos singulares, así como estudios de ingeniería de costas mediante modelos físicos con fondo móvil.

En estas instalaciones se realizan además ensayos de carácter ambiental, como son los estudios de vertidos al

mar de efluentes de plantas desaladoras y depuradoras o de vertidos de hidrocarburos, influencia de la vegetación sobre el oleaje, entre otros.

El espacio central, libre de instalaciones, se utiliza para la realización de ensayos portuarios de agitación y onda larga, y comportamiento de buques atracados, cuyo objetivo está relacionado con el diseño de la planta de instalaciones portuarias desde el punto de vista de la explotación, ejecutándose también en esta zona algunos ensayos de fondo móvil de playas.

La nave está servida por redes de agua alimentadas por dos depósitos propios de 1.000 m<sup>3</sup> cada uno, para su reutilización en ensayos sucesivos, así como redes de energía y de datos. Asimismo, su superficie queda cubierta por puentes grúa de 1.500 kg para las tareas de construcción y operaciones en la explotación de modelos. Dispone también de un conjunto de pasarelas elevadas para la observación cenital.

## Equipos de ecología acuática

Contacto: [manuel.toro@cedex.es](mailto:manuel.toro@cedex.es)



El área de Medio Ambiente Hídrico del Centro de Estudios Hidrográficos cuenta con los equipos e instrumentación de campo y laboratorio necesarios para investigar los ecosistemas acuáticos continentales y realizar una amplia diversidad de estudios en el campo de la limnología, aplicando y desarrollando nuevas técnicas y protocolos dirigidos principalmente a conocer y evaluar la respuesta de estos ecosistemas frente a presiones o cambios ambientales.



*Muestreo conjunto de los equipos español y portugués en la estación de seguimiento de la Agencia Portuguesa del Agua en el embalse de Alqueva. Embarcación con equipo de navegación adquirida en 2019.*

### Equipos para trabajo de campo y toma de muestras

- Plataforma de obtención de testigos de sedimento con sistema de pistón y percusión (Modelo UWITEC Piston corer).
- Sonda multiparamétrica YSI Modelo EXO2 con cable de 100m y GPS, y sensores de profundidad, T<sup>a</sup>, conductividad, pH/redox, oxígeno disuelto óptico, turbidez, algas totales (clorofila) y ficocianina/ficoeritrina.
- Equipo de pesca eléctrica de 1,3 kW, 300/500 W y 940 V por pulsos, con motor Honda de 4T GXV50 6700 rpm.
- Embarcación Whaly 500R Profesional con motor fueraborda Mercury F60 ELPT EFI (4T), navegador GPS y Plotter-Sonda Garmin, y mini-grúa para la utilización de diferentes tipos de equipos tomamuestras en trabajos limnológicos en embalses, lagos y estuarios.

### Sala de microscopía

- Microscopía óptica para análisis taxonómicos de organismos acuáticos con microscopios estereoscópicos e invertidos (marca Leica), acoplados a sistema de captación de imágenes y análisis digital, y sistema con incubador refrigerado, rotavapor y accesorios para bioensayos de toxicidad.
- Microscopía electrónica. Microscopio electrónico de barrido ZEISS para determinaciones taxonómicas de organismos acuáticos.



*Arriba. Obtención de testigos de sedimento en un lago helado con corer de pistón y percusión sobre plataforma.*



*Abajo. Toma de muestras integradas de agua de la zona fótica de un lago.*

## Laboratorio de hidráulica

Contacto: [lucia.turrero@cedex.es](mailto:lucia.turrero@cedex.es)



Las instalaciones del Laboratorio tienen por objeto la experimentación en modelo físico a escala reducida de estructuras hidráulicas y actuaciones fluviales en el ámbito de las aguas continentales, además de la realización de estudios de hidráulica ambiental. Complementariamente a los trabajos de asistencia técnica especializada, se desarrollan diversas líneas de investigación aplicada en materias de interés para la ingeniería hidráulica española.



**Nave I. Vista general.**  
Diseñada por Miguel Fisac, está formada por unas vigas de hormigón de 22 m de luz con una característica forma de hueso que garantizan una iluminación natural de gran uniformidad y que tienen un especial valor arquitectónico.



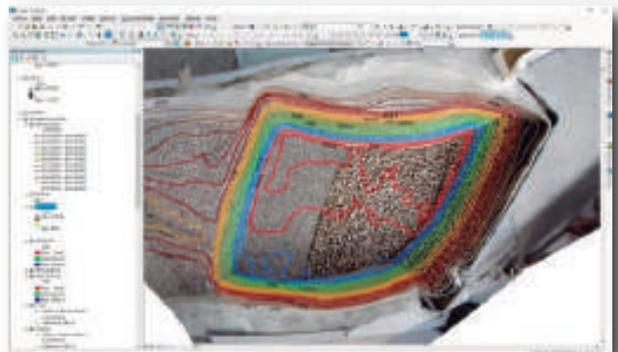
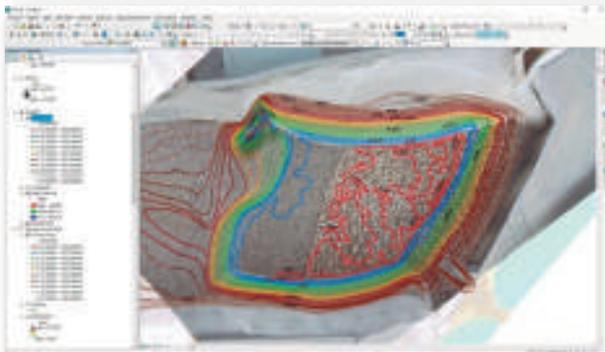
**Nave II. Vista general.**  
Diseñada por José Antonio Torroja, consta de una cubierta con estructura metálica reticulada de gran amplitud y en ella se ubican los modelos de mayores dimensiones.

### Instalaciones

- Nave I (1.800 m<sup>2</sup>) para la experimentación en modelo físico a escala reducida de estructuras hidráulicas en el ámbito de las aguas continentales.
- Nave II (6.000 m<sup>2</sup>) para la experimentación en modelo físico a escala reducida de actuaciones fluviales. Dosificador con control automático de sedimentos.

Para la experimentación de los modelos físicos en las dos naves se dispone de una estación fija de bombeo con una capacidad de 650 l/s.

- Escala de peces.
- Canales de ensayo. El laboratorio dispone de tres canales basculantes: dos de 0,25 x 0,40 m (de 6,10 y 7,50 m de longitud) y uno de 0,40 x 0,60 m (12,00 m de longitud); así como de dos canales horizontales: uno de 1,00 x 1,00 m (50 m de longitud) y otro de 1,50 x 1,50 m (100 m de longitud). Los caudales máximos oscilan entre 25 y 500 l/s.



*Ejemplos de restitución de un cuenco amortiguador con técnicas fotogramétricas (presa de Angostura, Perú).*

- Instalación para experimentación aliviaderos escalonados y de aireación forzada en aliviaderos y optimización de cuencos.
- Instalación para experimentación de protecciones en forma de cuña en presas de materiales sueltos.
- Depósitos para ensayos de desagüe de fondo.
- Instalación para el ensayo de aliviaderos especiales (sifones, laberinto, tecla de piano, etc.).

### Equipos e instrumentación

El Laboratorio de Hidráulica cuenta con todos los equipos necesarios para la experimentación de los modelos físicos reducidos, así como para registrar las distintas variables hidráulicas. Se pueden destacar, entre otros, los siguientes equipos:

- Válvula motorizada de alta velocidad con control electrónico de cierre neumático inferior a 3 s.
- Equipos de fotogrametría y restitución para reconstrucción de terrenos 3D de modelos físicos.
- Escáner 3D (recurso del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX).

- Equipos de toma de imágenes de alta velocidad con asistencia de luz láser para determinación de movimiento y velocidad de partículas PIV.
- Conjunto de cámaras sumergibles y sistemas de visualización múltiple.
- Equipo de medida de vibraciones con acelerómetros.
- Equipos de adquisición de datos basados en bus PXIe para toma de muestras en alta velocidad y elevada densidad de sensores.
- Impresora láser 3D (fabricación digital aditiva por extrusión basada en termoplásticos para prototipado rápido).
- Uso de drones (recurso compartido con todos los centros y laboratorios del CEDEX).
- Gama de caudalímetros electromagnéticos de diferentes diámetros.
- Limnímetros de ultrasonidos con una precisión de mm.
- Captores de presión, capaces de tomar hasta 500 lecturas por segundo. Se pueden utilizar sensores individuales o un equipo Scanivalve de toma de presiones mediante múltiples transductores para cada posición y para caudal de ensayo.
- Sonda ADV (Acoustic Doppler Velocimeter) de medida de velocidad por efecto Doppler acústico.

## Laboratorio de calidad del agua

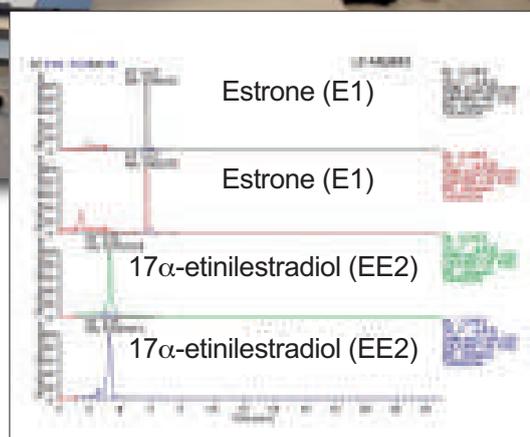
Contacto: [ana.m.alonso@cedex.es](mailto:ana.m.alonso@cedex.es)



Durante 2019 el Laboratorio de Calidad del Agua del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX adquirió un espectrómetro de masas de alta resolución con tecnología Orbitrap. Este equipo de alta tecnología pone al laboratorio en la vanguardia para la detección de contaminantes y sustancias incluidos en el programa de control de investigación definido en el Real Decreto por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental y en la Directiva Marco del Agua.



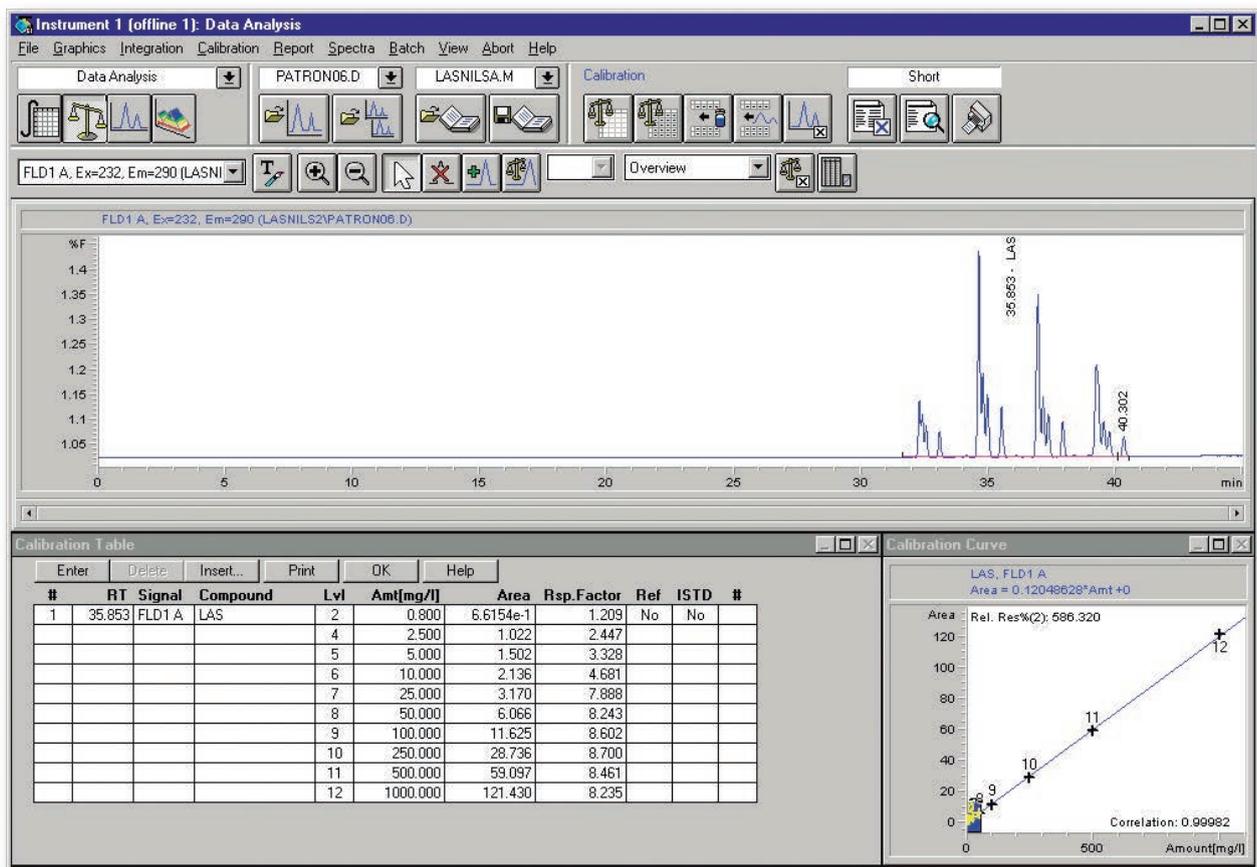
Equipo de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas-Orbitrap.



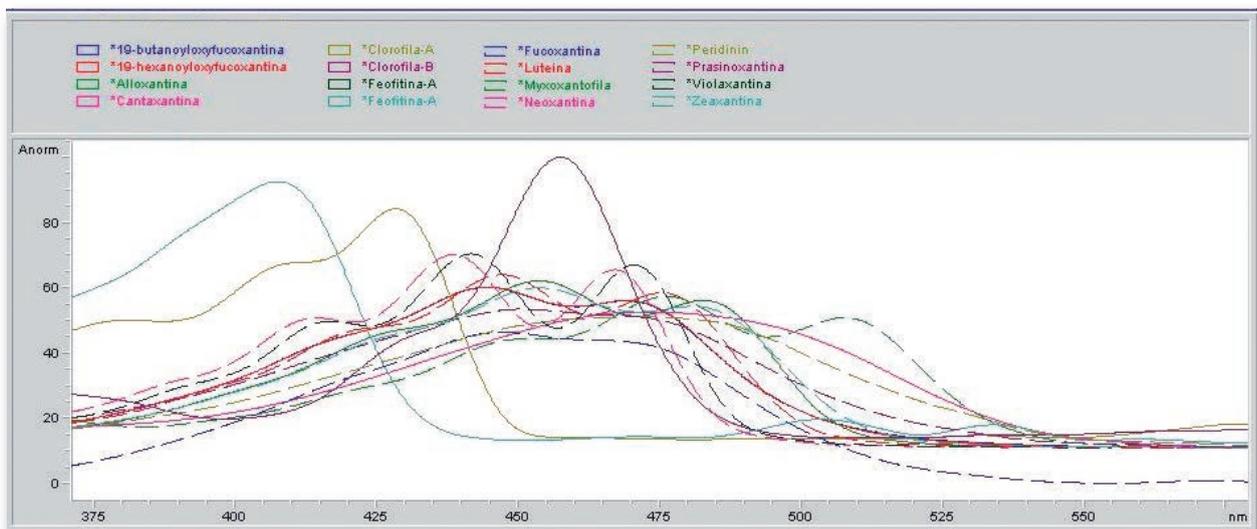
El espectrómetro lleva acoplado:

- Un cromatógrafo de gases para la separación de los distintos analitos con doble canal para inyección con reparto/sin reparto (split/splitless) y en grandes volúmenes (PTV).
- Un sistema inteligente de inyección que permite inyectar las muestras en tres formas: inyección líquida (SSL), inyección en espacio en cabeza (Headspace) para el análisis de volátiles y microextracción en fase sólida (SPME).

El equipo es capaz de trabajar en alta resolución (120.000 m/z) para la obtención de masas exactas con un error de masa absoluto de 0,002 Da (5ppm), lo que permite la identificación y cuantificación de compuestos conocidos, a niveles de traza y la presencia de compuestos desconocidos en la muestra. En este equipo se pueden determinar diferentes sustancias emergentes como compuestos de la lista de observación, compuestos orgánicos persistentes, volátiles y semivolátiles, pesticidas, fertilizantes dioxinas, PBDEs, nonilfenoles entre otros contaminantes hídricos.



Análisis de sulfonato de alquilbenceno lineal (Linear Alkylbenzene Sulphonate-LAS) mediante cromatografía líquida de alta eficacia (High Performance Liquid Chromatography-HPLC).



Longitudes de onda de pigmentos analizados mediante cromatografía líquida de alta eficacia (High Performance Liquid Chromatography-HPLC) con detector de Diodo Array.

### Laboratorio general de calidad del agua

Análisis de compuestos químicos en agua y otras matrices hídricas.

- Cromatografía iónica con valorador y detectores UV/VIS, conductímetros y amperométrico para la determinación analítica de componentes mayoritarios presentes en las aguas (CI).

- Analizadores de carbono y nitrógeno total de muestras sólidas y líquidas (COT-NT).

- Multianalizador de microflujo segmentado continuo para el análisis de formas nitrogenadas, fosforadas, cianuros, fenoles y detergentes.



Cromatógrafo de líquidos de alta resolución con detector de masas triple cuadrupolo de alta resolución y sistema E-quan de introducción directa de muestra líquida (HPLC/MS/MS). Se utiliza para el estudio de sustancias emergentes (cianotoxinas, fármacos, plaguicidas, disruptores endocrinos, PFOs, etc.). Con este equipo el Laboratorio de Calidad del Agua ha sido pionero en poner a punto varias metodologías que han servido para participar en numerosos trabajos



#### Laboratorio de análisis de metales

- Sistema de inyección de flujo en continuo (FIMS) y sistema de absorción atómica (AAS) para el análisis de Hg y de metales en aguas.
- Espectrómetro de emisión atómica por plasma de acoplamiento inductivo y doble visión con nebulizador ultrasónico (ICP-OES). Análisis multielemental de metales.
- Analizador de mercurio en muestras sólidas.

#### Laboratorio de análisis de compuestos orgánicos

Sistemas de extracción, sistemas de muestras y equipos de análisis de alta tecnología.

- Extractor de solventes acelerados (ASE).
- Extracción en fase sólida para muestras líquidas (Autotrace).

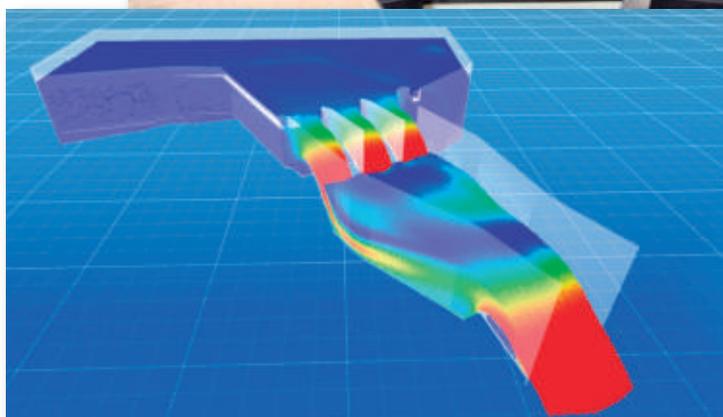
- Sistema Power-Prep de fluidos automatizados para la extracción y purificación de muestras (dioxinas, PCB's, pesticidas, PAH's, etc.).
- Cromatógrafo de líquidos de alta resolución con detector de masas triple cuadrupolo de alta resolución y sistema E-quan de introducción directa de muestra líquida (HPLC/MS/MS).
- Cromatógrafo de líquidos de alta presión con detectores de fluorescencia y Diodo Array y sistema de derivatización post columna Pickering (HPLC).
- Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masa cuadrupolar con purga y trampa (PT-GC/MS).
- Espectrómetro de masas de alta resolución con tecnología Orbitrap.

## Sala de realidad virtual

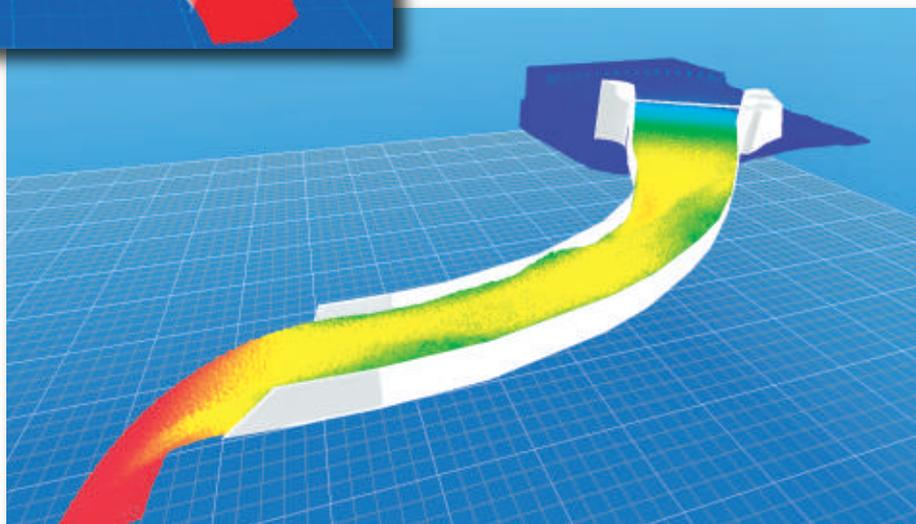
Contacto: [david.lopez@cedex.es](mailto:david.lopez@cedex.es)



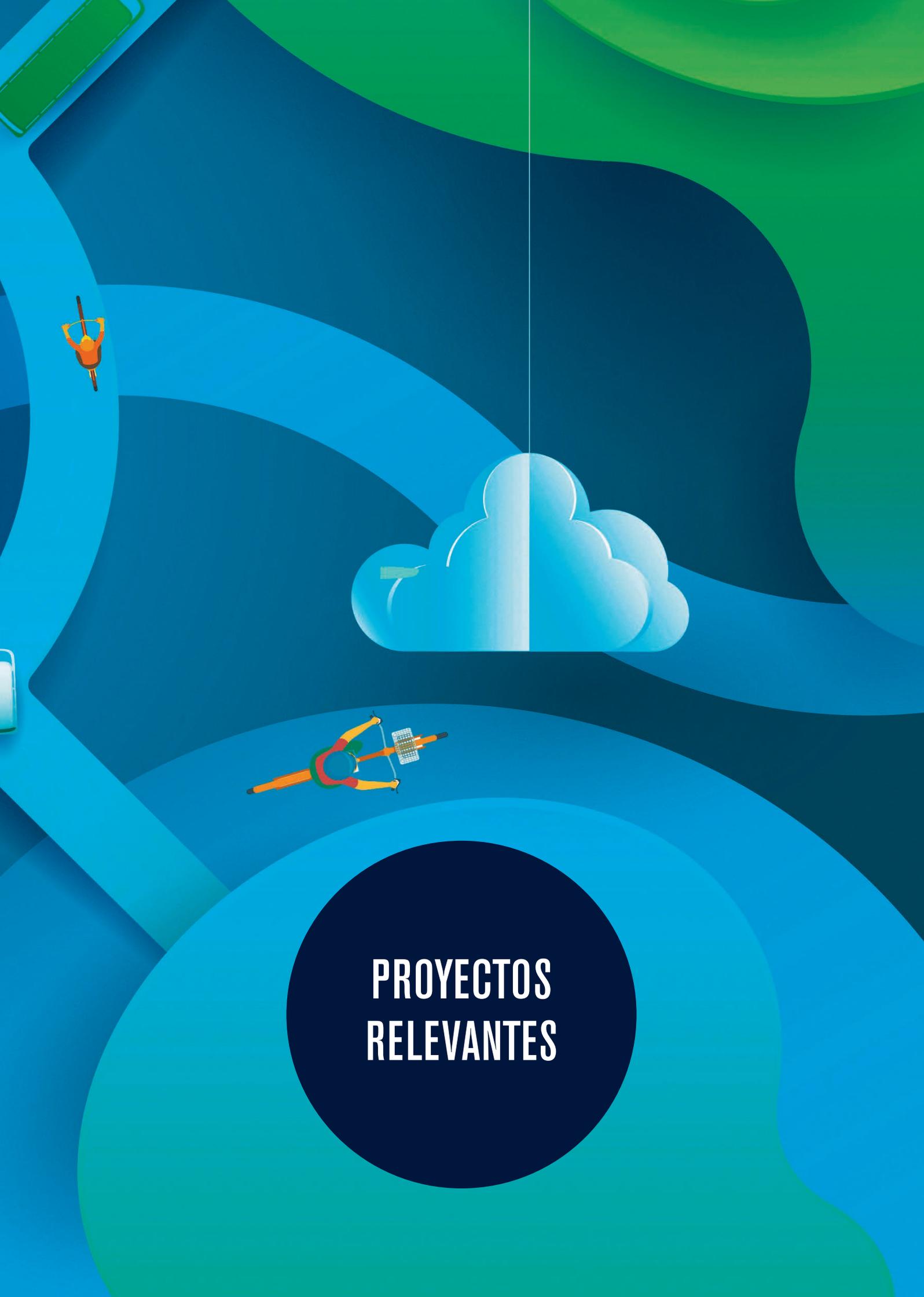
Para la visualización de los resultados de modelos tridimensionales mediante técnicas estereoscópicas, el Centro de Estudios Hidrográficos dispone de una sala de realidad virtual, que facilita el análisis e interpretación de los resultados. Se pueden emplear sistemas de visualización activos y pasivos mediante dos proyectores de distinta técnica de proyección.



*Visualización en la Sala de realidad virtual de los resultados de las modelizaciones matemáticas 3D de los aliviaderos de las presas de Bárcena (CH Miño-Sil, arriba), Pálmaces (CH Tajo, centro) y Camporredondo (CH Duero, abajo).*







**PROYECTOS  
RELEVANTES**

## Manual de empleo del polvo de caucho NfVU en mezclas bituminosas - 2020

### 2ª Edición revisada y actualizada

Contacto: [rafael.jimenez@cedex.es](mailto:rafael.jimenez@cedex.es)



Por iniciativa de la Dirección General de Carreteras del MITMA, en 2018 se puso en marcha la revisión de la primera edición del Manual sobre el empleo del polvo de caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil (NFVU), editada en 2007.

El polvo de caucho NFVU todavía es considerado a día de hoy como un material residual. Sin embargo, su potencial ha quedado bien probado en los más de 15 años en que se viene empleando en las carreteras españolas como componente de los ligantes y las mezclas bituminosas, pudiendo aportar ciertas mejoras respecto a los betunes convencionales, al tiempo que se posibilita un medio importante para dar salida a este residuo, contribuyendo así a su reutilización y, con ello, al establecimiento de un entorno de economía circular.

En todo este periodo, lógicamente, se ha producido una evolución de las técnicas para su empleo, lo que ha supuesto también la aparición de nuevos productos. De ahí la necesaria puesta al día del manual, cuya función consiste en recoger toda la experiencia de uso acumulada en estos años y constituir así un documento útil para los técnicos que pretendan utilizar estos productos y procedimientos.

La revisión se está realizando a través de una ponencia técnica en la que participan representantes de todos los sectores industriales implicados: empresas gestoras y productoras de polvo de caucho, empresas fabricantes de ligantes y mezclas asfálticas, así como técnicos procedentes de Administraciones y Universidades, todos ellos con amplio conocimiento y experiencia en distintos aspectos relacionados con la producción del polvo de caucho NFVU y sus derivados, así como en su incorporación a las mezclas asfálticas y el empleo en obra de dichos productos.



Extendido y compactación de mezclas asfálticas con polvo de caucho NFVU.



La publicación de la segunda edición del manual está prevista para el último trimestre de 2020, con formato de Monografía CEDEX

Vertedero de neumáticos (Fuente: Diario de Valladolid).

## Proyecto Clarity

Contacto: [laura.parra@cedex.es](mailto:laura.parra@cedex.es) / [laura.crespo@cedex.es](mailto:laura.crespo@cedex.es)



**El proyecto CLARITY está financiado por la UE bajo el paraguas del programa Horizonte 2020, en el área de acción climática, medio ambiente, eficiencia de recursos y materias primas (Programa de Trabajo SC5).**



Para ello, se está diseñando una web en la que todo tipo de usuarios podrán analizar los impactos y riesgos derivados del cambio climático, tanto en infraestructuras de transporte como en el ámbito urbano. La UE es plenamente consciente de que este tipo de servicios climáticos son fundamentales para garantizar la resiliencia de las infraestructuras.

El proyecto, que se inició en junio de 2017, está en su recta final. Para ello, ha sido preciso recabar una gran cantidad de datos climáticos y geográficos, se han efectuado las proyecciones futuras de todas las variables climáticas relevantes y se han puesto a punto las metodologías para evaluar la vulnerabilidad y los impactos de los elementos expuestos. En este proceso, se han efectuado distintos talleres y seminarios para garantizar la participación de todas las partes interesadas.

El servicio climático desarrollado se está probando en tres ciudades europeas: Estocolmo, Nápoles y Linz; y en España, se están analizando los posibles impactos en un tramo de carretera de la autovía A2 en la provincia de Guadalajara, entre el pk. 62 y el pk.135, con sección de cuatro carriles, dos por sentido.

Para las infraestructuras de transporte, el servicio climático pondrá a disposición de los usuarios la siguiente información: proyecciones de los índices climáticos más relevantes, a efectos del diseño, mantenimiento y explotación de carreteras; estimación de los impactos y riesgos vinculados a la variabilidad derivada del cambio climático en una carretera; y propuesta de medidas de adaptación.

En el piloto español participan, además del CEDEX, Acciona Ingeniería, AEMET, ATOS y Meteogrid.

El objetivo de CLARITY es dar apoyo para la realización de estudios e implantación de estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático

En estos momentos se está validando la funcionalidad del servicio climático implementado en los cuatro pilotos del proyecto

Ante la realidad cierta del cambio climático, es preciso la implementación de medidas de mitigación y de adaptación en todos los ámbitos de la ingeniería civil. Por ello, CLARITY se ha convertido en un ejemplo de colaboración entre distintos centros del CEDEX

Duración del proyecto:  
39 meses  
1 de junio 2017 - 31 de agosto 2020  
17 empresas y organizaciones implicadas  
[www.clarity-h2020.eu](http://www.clarity-h2020.eu)  
twitter @clarity\_h2020



*Servicio climático implementado en el marco del proyecto CLARITY, en el que se podrán hacer estudios de los impactos derivados del cambio climático.*

## Comprobación de indicadores de calidad y estado en concesiones de autovías



Contacto: [laura.parra@cedex.es](mailto:laura.parra@cedex.es)

**El trabajo consiste en la prestación de asistencia técnica especializada a la Dirección General de Carreteras del MITMA para la comprobación y seguimiento de los indicadores de calidad y estado en concesiones de autovías.**



*Equipo del CEDEX efectuando trabajos de comprobación del estado estructura de una carretera.*

Dada la notable repercusión económica que tienen, el Ministerio cuenta con el apoyo del CEDEX para comprobar que los valores que proponen las concesionarias se corresponden con el estado de la carretera y son, por tanto, válidos

A principios del 2000, en el marco del PEIT (2005-2020), se identificó la necesidad de acometer una serie de actuaciones de adecuación, reforma y conservación de las autovías de primera generación. Dado su alto coste se optó por el modelo concesional, que se aplicó a los corredores de Madrid a: Burgos (A1), Zaragoza (A2), Alicante (A3 y A31) y Sevilla (A4). Estas concesiones tienen una longitud de 993 km y por ellas circula aproximadamente el 14% del tráfico total de las autovías de la RCE. El presupuesto anual conjunto ronda los 300 millones de euros, aproximadamente un tercio del total de lo asignado a la conservación y explotación de la RCE, lo que pone de manifiesto la importancia de estos contratos.

La retribución a las sociedades concesionarias consiste en un canon mensual que, básicamente, se calcula como producto de una tarifa unitaria por el tráfico circulante. Esta tarifa unitaria está modulada por unos factores de corrección, al alza o a la baja, que están relacionados con el estado y la calidad de la carretera, cuantificado a través de unos indicadores de estado y calidad del servicio. Para los citados indicadores hay umbrales a partir de los cuales se bonifica y otros umbrales a partir de los cuales se reduce la tarifa.

Los indicadores son parámetros técnicos cuya determinación implica cierta complejidad. Si bien existe normativa al respecto, su aplicación concreta al caso de las autovías de primera generación ha requerido de la asistencia técnica del CEDEX para precisar y aclarar distintos aspectos relacionados con su implementación. Los indicadores para los que se está dando apoyo han sido seleccionados por su importancia, tanto desde el punto de vista de la seguridad vial como económico. Se trata, en definitiva, de garantizar el buen estado de unos tramos de carretera cuyo mantenimiento y explotación, de acuerdo con el modelo concesional implantado, corresponde a las empresas concesionarias.

### Indicadores cuya comprobación es efectuada por el CEDEX

#### Centro de Estudios del Transporte

- Resistencia al deslizamiento
- Regularidad longitudinal
- Capacidad estructural
- Fisuración

#### Laboratorio Central de Estructuras y Materiales

- Retrorreflexión de marcas viales
- Retrorreflexión de señales verticales

Los umbrales de calidad fijados para las autovías de primera generación son más exigentes que los estándares medios que se dan en la red en servicio. El CEDEX se encarga de comprobar que efectivamente el estado de las autovías se corresponde con lo declarado por las concesionarias

Duración del encargo:  
36 meses  
15 de julio 2018 - 15 de julio 2021

## Proyecto REPARA 2.0 Instalación de un sistema de pesaje dinámico de vehículos



Contacto: [jesus.leal@cedex.es](mailto:jesus.leal@cedex.es)

**El proyecto REPARA 2.0 trabaja para el desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la rehabilitación sostenible de pavimentos de carreteras.**



*Ejecución del corte del pavimento con sierra de diamante para excavar las rozas donde se introducen los sensores, y colocación y sellado del sensor piezopolímero utilizando resina tipo epoxi con acelerante.*

Este proyecto incluye una línea de trabajo que se basa en que la instrumentación de los firmes puede constituir una poderosa herramienta para la investigación de su comportamiento, por lo cual se trata de definir y desplegar un nuevo esquema de instrumentación avanzada para la monitorización dinámica del estado del firme, que incluye el empleo de sensores insertados en el firme, así como avanzar en el empleo de las comunicaciones inalámbricas para transmitir datos provenientes de ellos.

En esta línea, se ha instalado un sistema de pesaje dinámico de vehículos en la autovía A1, a la altura del término municipal de El Molar (Madrid), en el carril derecho de la calzada sentido Madrid, cuyo objetivo es proporcionar una información completa y actualizada permanentemente sobre los pesos de los vehículos y sus ejes que circulan por la autovía, constituyendo unos datos de entrada fundamentales en los modelos de predicción del proceso de deterioro de un firme viario.

Para ejecutar la instalación en la carretera de un sistema de pesaje dinámico se debe realizar un corte del pavimento con sierra de disco de diamante para practicar unas rozas de unos 5 cm de profundidad, donde se colocan los sensores piezopolímeros y el cable del lazo inductivo. Una vez introducidos, se sellan las rozas con resina epoxi para los sensores y mástic asfáltico para el lazo.

El sistema de pesaje dinámico instalado consta de dos sensores lineales de peso de tipo piezopolímero que abarcan todo lo ancho del carril, un lazo de inducción para detectar la presencia de los vehículos, un equipo electrónico para el registro de la señales proporcionadas por los sensores, su procesamiento y almacenamiento, y un panel solar con las correspondientes baterías para proporcionar el suministro de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema. La aplicación de este sistema de pesaje dinámico es obtener un conocimiento detallado y en profundidad de los pesos y cargas de los vehículos pesados que circulan por la red, con objeto de optimizar el mantenimiento predictivo de la infraestructura de las carreteras, así como de obtener datos estadísticos actualizados de las sollicitaciones que deben resistir los firmes viarios, sirviendo para un proyecto más afinado de estos.



*Aspecto final de los sensores de peso y el lazo de inducción una vez instalados en la calzada.*

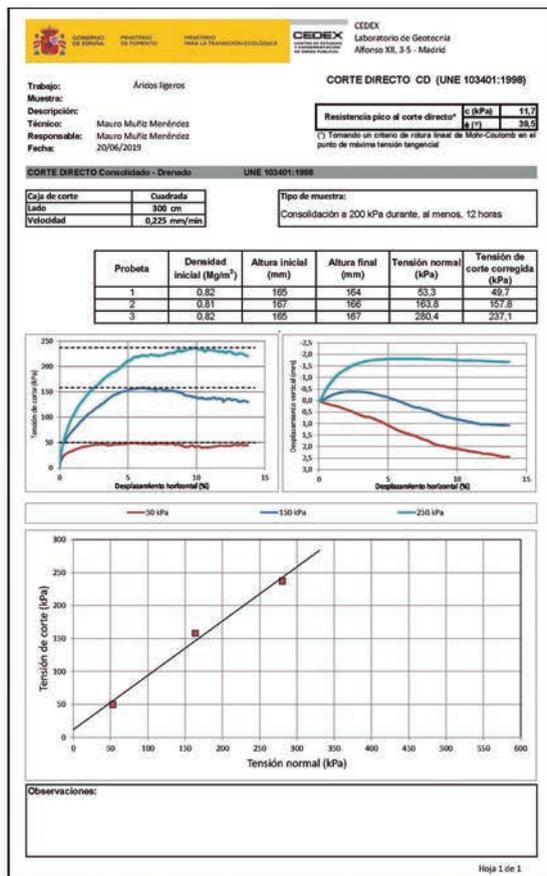
Las estaciones de pesaje dinámico permiten medir los pesos totales de los vehículos y las cargas de cada uno de sus ejes, de todo el tráfico que pasa por una carretera a la velocidad normal de recorrido sin interferir en su circulación, lo que posibilita tener los datos de entrada para el dimensionamiento y conservación preventiva de los firmes de una carretera

## Caracterización geotécnica de áridos ligeros impregnados en sal fundida

Contacto: [mauro.muniz@cedex.es](mailto:mauro.muniz@cedex.es)



En este trabajo se analizaron las características geotécnicas de un árido ligero afectado por una filtración de sales fundidas a temperaturas elevadas. Este material había sido empleado como relleno de cimentación en una planta termosolar.



El estudio se centró en analizar la influencia tanto de las temperaturas elevadas como de la impregnación de sales en el comportamiento mecánico del material de relleno.

El estudio de materiales no convencionales sometidos a ambientes y acciones fuera de lo normal, hace que los ensayos normalizados habituales en geotecnia no sean de aplicación y haya que recurrir a ensayos diseñados *ad hoc*. En este trabajo, el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX colaboró con el grupo de investigación LaMeRock, de la Universidad de A Coruña, en el desarrollo y la ejecución de varios ensayos no convencionales que permitieron analizar el comportamiento de estos materiales en las condiciones precisas que se encontraban *in situ*. Siendo especialmente destacables los ensayos realizados a elevadas temperaturas.

También se estudió el comportamiento de otros áridos ligeros bajo las mismas condiciones ambientales y bajo las mismas cargas, facilitando a los proyectistas un mayor abanico de alternativas que permitan mejorar la seguridad y minimizar los riesgos en futuros proyectos similares.

### Principales ensayos realizados en el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX

- Ensayos de corte directo en cajas de diferentes tamaños (hasta 300 x 300 mm)
- Ensayos de consolidación confinada con ciclos de carga y descarga y control de tensión y deformación
- Análisis granulométrico
- Determinación de la densidad mediante picnómetro de Helio

## Deslizamiento de Carchuna (1,5 millones de m<sup>3</sup>)

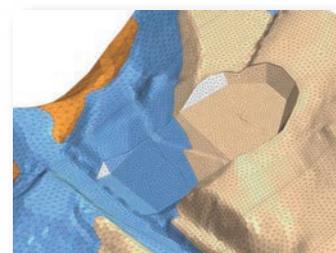
Contacto: [g.oliva@cedex.es](mailto:g.oliva@cedex.es)



Este trabajo es un ejemplo de la actividad del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX en relación con el estudio y diseño de medidas de estabilización para corregir patologías relacionadas con infraestructuras lineales. Se trata de un deslizamiento que afecta a la autopista A7 cerca de Carchuna (Granada) que ha causado daños significativos en la carretera.



El desmonte fue excavado en mármoles y filitas. Tiene 80 m de altura y 370 m de largo. En la ladera se formaron importantes grietas que delimitaban el perímetro de la inestabilidad. Estas grietas estaban a 225 m de la carretera. El volumen de material movilizado por la inestabilidad superó los 1,5 millones de m<sup>3</sup>. Se realizó una extensa campaña de investigación que consistió en 14 sondeos con instalación de inclinómetros y piezómetros, y 120 puntos de control topográfico. La complejidad de la cinemática, la estratigrafía y la orografía del deslizamiento justificó la conveniencia de realizar modelos numéricos que incluyeran cálculos 2D, más comunes y 3D. En este caso específico, los modelos 3D reproducen las complejidades del problema de una manera mucho más precisa.



Malla del modelo 3D correspondiente al final de la excavación de la fase 1.

Dada la magnitud de la masa inestable, se propuso una estabilización por fases. La primera fase tenía como objetivo lograr una ligera mejora en la estabilidad general y evitar que la evolución futura de la misma afectara la carretera. También tenía como objetivo ganar tiempo para la implementación de las principales medidas de corrección para controlar la estabilidad del desmonte que se incluiría en las fases posteriores. En esta primera fase se creó una “zona fusible”, excavando una banda de terreno, de unos 20 m de ancho y paralela a la carretera, en el pie del desmonte. El volumen excavado en este área fue pequeño en comparación con el material retirado en la parte superior del talud, por lo que el efecto desfavorable de la excavación en el pie del desmonte sería mucho menor que el efecto estabilizador causado por la excavación en la parte superior.

Una vez que concluyó la primera fase, se observó que la velocidad de movimiento de la ladera se mantuvo alta (movimientos de aproximadamente 500 mm/año), pero las deformaciones en el pie del desmonte se ubicaron dentro de la “zona fusible”, minimizando el impacto sobre la autovía. Como segunda fase de estabilización, se prevé realizar una excavación en la parte superior de la masa inestable, complementaria a la inicial, y la ejecución de una red de pozos de drenaje, equipados con bombas o comunicados entre sí por gravedad. Asimismo, se han proyectado elementos estructurales en el borde exterior de la “zona fusible”. Su objetivo es evitar que el pie de la masa deslizante afecte a la autovía.

Estabilización de un gran deslizamiento que afecta a una autovía

Se realizó una extensa campaña de investigación y modelos numéricos que incluían cálculos en 2D y 3D

Se ha diseñado una “zona fusible” para limitar el impacto en la carretera (primera fase de estabilización)

## Trabajos realizados en el comité redactor del futuro Eurocódigo EC-7

Contacto: [jose.estaire@cedex.es](mailto:jose.estaire@cedex.es)



**Eurocódigo EC7: norma europea publicada por el Comité Europeo de Normalización (CEN), relacionada con el proyecto Geotécnico de estructuras en edificación y obra civil. Se presenta en formato de norma EN, con la denominación de EN1997.**



Integrantes de equipos de trabajo del SC7 en la reunión mantenida en diciembre de 2019 en Delft.

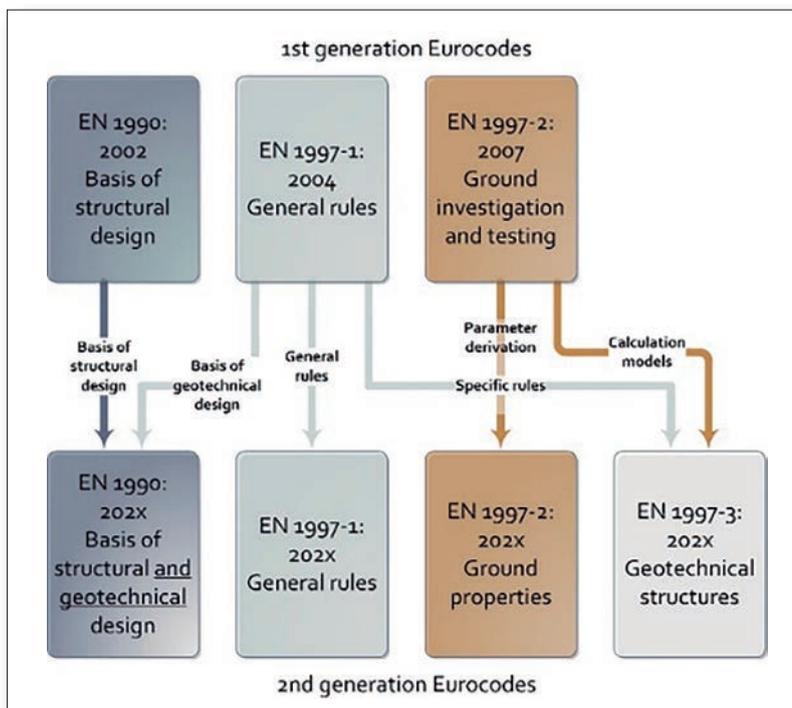
Las empresas de consultoría y construcción geotécnica se ven afectadas lógicamente por la globalización. Con objeto de facilitar su entrada en mercados internacionales, la Unión Europea ha desarrollado los Eurocódigos Estructurales (EC), que tienen la misión de unificar criterios y normativas en materias de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de edificación y obra civil.

Las primeras versiones de los EC se publicaron en 2004. Seis años después la Comisión Europea consideró necesario iniciar el proceso de evolución de los mismos, que se traduce en su revisión para incorporar las novedades técnicas ya consolidadas. Todo el proceso está siendo coordinado por el Comité Europeo de Normalización (CEN).

El nuevo EC7, referente al proyecto Geotécnico, está siendo elaborado por el Subcomité de CEN TC250/SC7. Dentro de uno de los equipos redactores del mismo se encuentra José Estaire, jefe del Área de Infraestructuras Tecnológicas del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX.

En este mismo ámbito, otra de las tareas que se viene desarrollando es la difusión a la comunidad geotécnica nacional de los cambios que se van a introducir en el futuro EC7, mediante jornadas técnicas que se han celebrado en el CEDEX.

Uno de los aspectos más relevantes de la nueva redacción del EC7 es la redistribución de las actuales Parte 1 y Parte 2 del EC7 (EN1997-1:2004 y EN1997-2:2007) en los nuevos Eurocódigo 0 (prEN1990) y 7(prEN1997).



Redistribución de las Partes 1 y 2 del actual Eurocódigo 7 (EN1997-1:2004 y EN1997-2:2007) en los nuevos Eurocódigo 0 (prEN1990) y 7 (prEN1997).

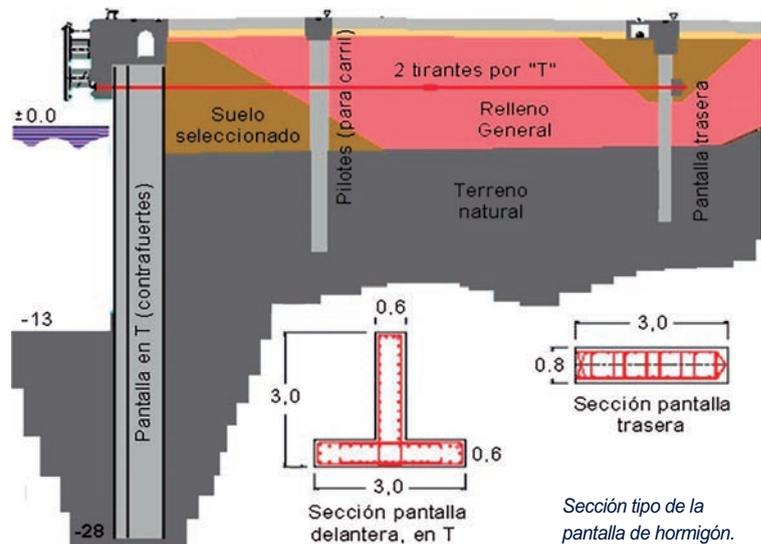
## Trabajos de inspección para la rehabilitación de un muelle de pantallas de hormigón atirantadas



Contacto: [enrique.asanza@cedex.es](mailto:enrique.asanza@cedex.es)

El Laboratorio de Geotecnia, al amparo del encargo realizado por Puertos del Estado al CEDEX (periodo 2018-2020) para asistencia técnica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico en materias de interés para el sistema portuario de titularidad estatal, está prestando apoyo, entre otros asuntos, para la detección de las anomalías en un muelle con una línea de atraque de 750 m de longitud, que entró en servicio en 2005. Así, la correspondiente Autoridad Portuaria, de modo recurrente, ha venido registrando desde hace más de una década la aparición súbita de socavones métricos en el pavimento adyacente a la viga cantil, aun habiéndose realizado labores de reparación en el pasado.

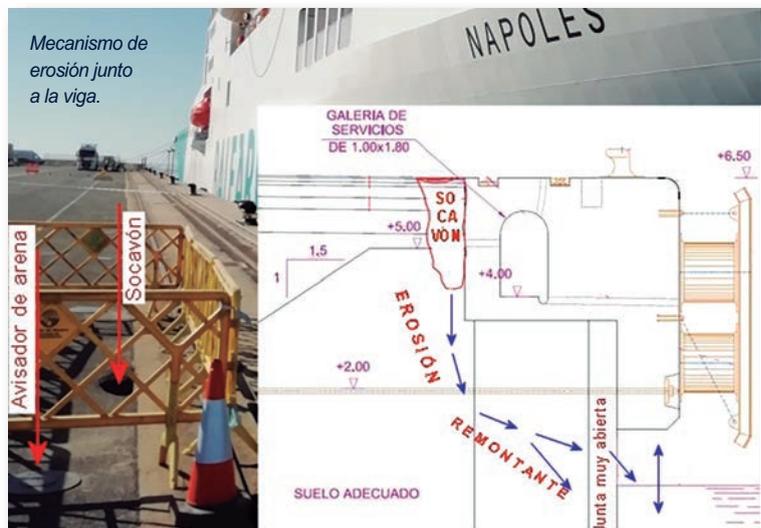
Dicho muelle es una pantalla de hormigón armado de unos 32 m de longitud, empotrada en el fondo marino, con un calado situado a la cota -13 m. La pantalla, que se construyó sobre una mota provisional en avance, la forman módulos en forma de "T" en planta. Las "T" tienen 3 m de ancho y de alto y 0,6 m de espesor y están ancladas una pantalla trasera pasiva de hormigón (de 0,8 m de espesor) mediante dos tirantes de acero por cada módulo. La pantalla trasera también sirve de cimentación del carril interior para una grúa portacontenedores. La sección tipo general se muestra en la figura adjunta. La viga-cantil, cuenta con una galería visitable y con dos carriles exteriores para grúas.



### Socavones en muelles

Este tipo de patologías, conocidas también como chimeneas, cráteres o "soplos", son generalmente consecuencia de pérdida de suelo del trasdós a través de aberturas (defectos) en el paramento de la estructura que constituye el muelle, generalmente a través de juntas abiertas

Hasta la fecha, el Laboratorio se ha ocupado de: la recopilación y análisis de la abundante documentación histórica, de la ejecución y de los trabajos de reparación; la auscultación del muelle, con técnica MASW, geo-radar y del equipo de penetración Panda (con personal propio); la revisión de los "avisadores de arena" (tubos rellenables con arena media donde se mide la pérdida de suelo); la interpretación global de otros trabajos previos realizados por empresas del sector, a fin de detectar oquedades incipientes que pudieran desencadenar socavones en el futuro; y la propuesta de un programa de inspección específica, terrestre y submarina. La figura adjunta ilustra el mecanismo de erosión junto a la viga cantil.



## Pruebas ERTMS LAV Antequera-Granada

Contacto: [miriam.gonzalez@cedex.es](mailto:miriam.gonzalez@cedex.es)



**El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX probó durante el primer trimestre del año 2019 la interoperabilidad entre la vía y el tren en la línea de alta velocidad Antequera-Granada, equipada con Nivel 2 ERTMS.**

La línea de alta velocidad Antequera-Granada forma parte del eje transversal de Andalucía. Es una infraestructura que permite conectar de manera directa por alta velocidad Granada con Málaga, Córdoba, Sevilla y Madrid.

Es una línea diseñada para alcanzar los 300 km/h con una longitud de 120 km aproximadamente y equipada con señalización ERTMS de Nivel 2.

Durante 2019, el LIF ha realizado las pruebas de interoperabilidad a esta línea de alta velocidad. Estas pruebas consisten en hacer circular un equipo real ERTMS de tren (OBU) sobre una vía simulada equipada con los RBC's reales de la línea. Para el caso de Antequera-Granada, el suministrador que equipa la vía es Siemens y el equipo ERTMS de tren empleado fue el de ALSTOM. La ejecución de estas pruebas ha permitido detectar incidencias de interoperabilidad y por tanto su depuración, antes de comenzar las pruebas en la línea real con la consiguiente reducción de tiempo y costes.



LAV Antequera-Granada.

Como ejemplo, en el laboratorio se detectó un problema del *handover* o transición entre los dos RBCs de la línea, que permitió su corrección antes de la puesta en servicio el 26 de junio de 2019.



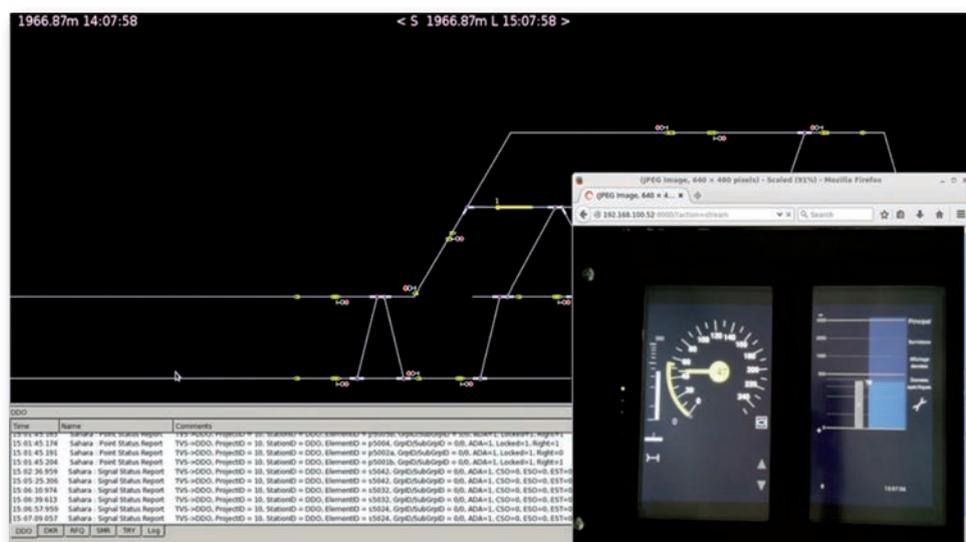
Pruebas en laboratorio.

## Pruebas de una línea ERTMS de Dakar (Senegal)

Contacto: [miguel.lopez@cedex.es](mailto:miguel.lopez@cedex.es)



### Proyecto TER: Cómo acelerar la conexión ferroviaria en ERTMS entre Dakar y el Aeropuerto internacional. El papel de los ensayos en laboratorio.



En el proyecto de DAKAR las instalaciones del LIF se han utilizado como excelente plataforma, ágil y flexible, para depurar cualquier incidencia de compatibilidad de versiones entre subsistemas ETCS de embarcado (ALSTOM BL3) y de vía (THALES BL2)

Simulación del movimiento del tren en la línea en el laboratorio.

Tradicionalmente, el despliegue de los Sistemas de Protección Automática (ATP) realizados en una red nacional ferroviaria se ha venido realizando por parte del Administrador de Infraestructuras mediante la ejecución en campo de la práctica totalidad del conjunto de ensayos funcionales, operacionales y de integración del sistema.

Sin embargo, con la aparición del sistema ERTMS no sólo como estándar europeo sino, también, como el sistema de señalización líder en implantación en todo el mundo, se plantea un nuevo escenario. Como sistema de señalización de varios suministradores es evidente el abanico de posibles implementaciones en vía para cubrir los elevados niveles de seguridad y prestaciones que ofrece. Así, los ensayos funcionales y el procedimiento de ensayos en general se ven afectados por su mayor grado de detalle y complejidad. Además, es imprescindible un actor independiente a la hora de gestionar las posibles incompatibilidades entre suministradores diferentes de vía y embarcado.

Durante 2020 está prevista la instalación y puesta en servicio de la línea ERTMS de Nivel 2 que une Dakar (Senegal) con su aeropuerto. Para ello, las instalaciones del LIF se han utilizado como excelente plataforma, ágil y flexible, para depurar cualquier incidencia de compatibilidad de versiones entre subsistemas ETCS de embarcado (ALSTOM BL3) y de vía (THALES BL2), antes de cualquier instalación y ensayo en campo de integración de todo el resto del sistema (fiabilidad, frenado de vehículos, etc.).

Este proyecto constituye una demostración de cómo los ensayos en laboratorio aplicados al ERTMS están cambiando el esquema clásico del proceso de despliegue de la señalización ferroviaria, adelantando cualquier incidencia de compatibilidad en etapas tempranas del proyecto. Cualquier incidencia operacional bajo diferentes condiciones, resultado de la interacción entre un equipo de vía y embarcado, puede trazarse y reproducirse en cualquier momento.



RBC (BL2) de Thales en el laboratorio.

# Proyecto ERSAT-GGC (ERtms+SATellite-Galileo Game Changer)

Contacto: [susana.herranz@cedex.es](mailto:susana.herranz@cedex.es)



El proyecto de innovación ERSAT GGC (ERtms+SATellite-Galileo Game Changer) es un proyecto europeo financiado por la GSA (European Global Navigation Satellite Systems Agency) del programa H2020. Su principal objetivo es contribuir a la estandarización del proceso de certificación para la adopción de GNSS (Global Navigation Satellite System) en el estándar ERTMS.

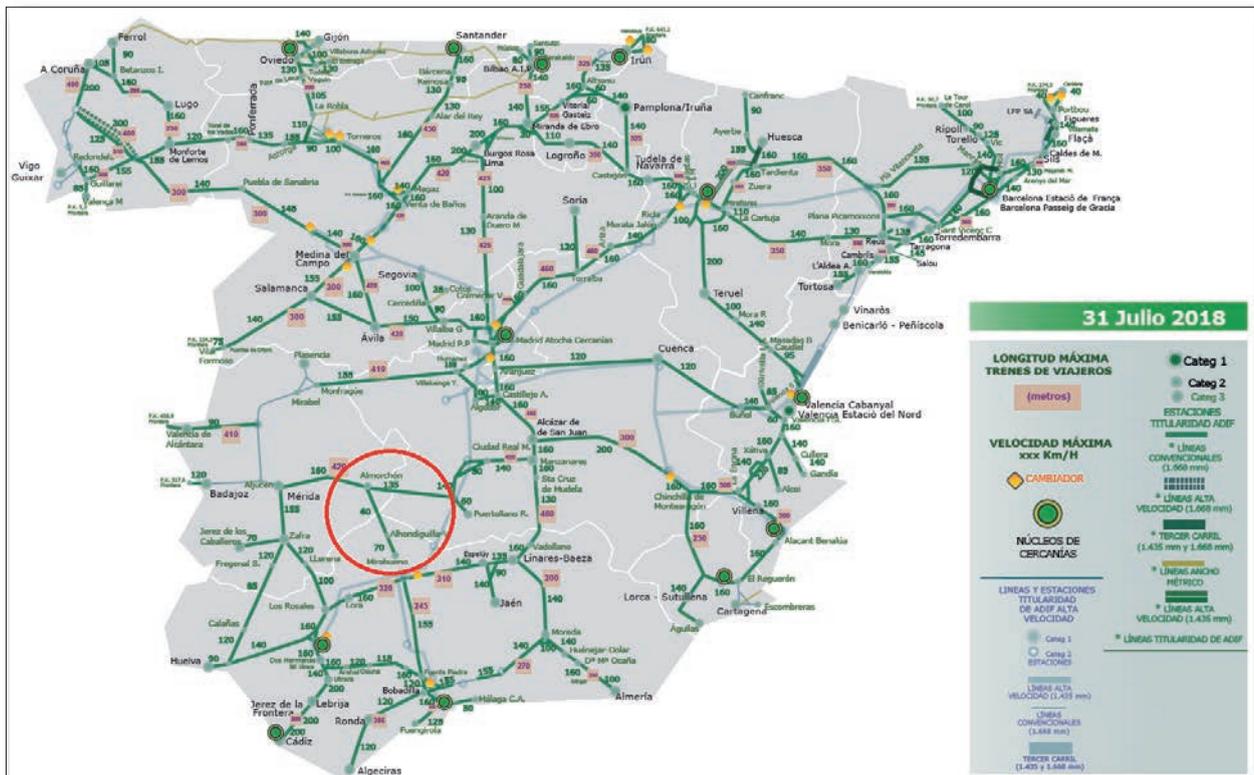
La aplicación de GNSS en ERTMS se basa en el uso de **balizas virtuales** para dar información de posicionamiento en ciertos tramos de la vía, con objeto de reducir el número de balizas físicas y mejorar la incertidumbre en la posición.

Durante el proyecto ERSAT-GGC se ha especificado y desarrollado un **procedimiento y un conjunto de herramientas** capaces de **clasificar** los distintos tramos de las líneas ferroviarias como aptos o no aptos para el uso de balizas virtuales en función de los distintos efectos analizados sobre la señal GNSS (multipath, interferencias, etc.).

Se han realizado **tres campañas de medida** para la recogida de datos en Italia, Francia y España con objeto de validar el procedimiento de clasificación. La línea seleccionada por ADIF en España es el tramo de vía Almorchón-Alhondiguilla y la instrumentación de recogida de datos se instaló en un tren de pruebas de ADIF. La campaña de medidas se llevó a cabo con la participación de ADIF, CEDEX, INECO, DLR e IFSTTAR, y los datos recogidos se analizaron en el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX con las herramientas desarrolladas durante el proyecto.



Duración del proyecto: 2 años  
(noviembre de 2017-noviembre de 2019)  
14 socios de 5 países:  
Italia (RFI, Hitachi STS, RINA, Trenitalia, Radiolabs, Italcertifier, Bureau Veritas),  
Francia (IFSTTAR - SNCF), España (ADIF, CEDEX, INECO), Alemania (DLR) y Bélgica (UNIFE)  
Tres campañas de medida realizadas en España, Italia y Francia  
Web: [www.ersat-ggc.eu](http://www.ersat-ggc.eu)



Localización de la línea de pruebas de ADIF. (Fuente: ADIF).



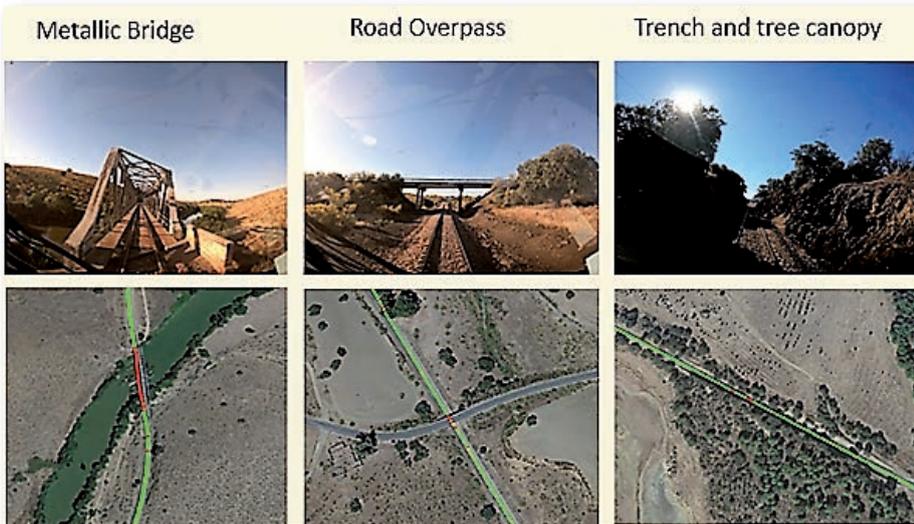
Tren de pruebas de ADIF en Alhondiguilla.

Fish-eye camera in Lab-3 car

GNSS antenna in Lab-2 car



Detalle de la instalación de los equipos de medida.



Ejemplos de clasificación de línea ferroviaria.

### Conclusiones

- Se ha revisado la arquitectura ERTMS para la inclusión de posicionamiento mediante GNSS a través del concepto de baliza virtual
- Se ha especificado y desarrollado un conjunto de herramientas de clasificación de los tramos ferroviarios como aptos/no aptos para el uso de balizas virtuales
- Se han realizado campañas de medida en distintas líneas ferroviarias para caracterizarlas con las herramientas desarrolladas
- Los laboratorios participantes en el proyecto, entre ellos el CEDEX, han integrado las herramientas de clasificación y analizado los datos recogidos

## Certificación del equipo embarcado ERTMS de Hitachi (Ansaldo)

Contacto: [miguel.fernandez@cedex.es](mailto:miguel.fernandez@cedex.es)



**El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX ha realizado los ensayos de certificación durante 2019 el equipo embarcado ERTMS de Hitachi (antes Ansaldo) que será el que circule por las líneas de alta velocidad de Francia.**



*TGV equipado con EVC de Hitachi.*

El equipo embarcado ETCS de la compañía Hitachi ha sido validado técnicamente en el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF). Este equipo gobierna el movimiento del tren en la vía, y forma parte del sistema europeo (ERTMS) de control y gestión del tráfico ferroviario. Dicho sistema está diseñado conforme a un conjunto de especificaciones, de las que forma parte el subconjunto de pruebas Subset-076, que son las pruebas oficiales para certificar un equipo embarcado ERTMS, conforme a las cuales se ha desarrollado el trabajo en el Laboratorio.

Hitachi y el CEDEX firmaron un total de tres contratos para realizar las pruebas necesarias entre 2017 y 2019, en un proceso de retroalimentación que permitió a Hitachi depurar su equipo y al LIF hacer lo propio con la especificación de pruebas. Finalmente, fueron las pruebas que se ejecutaron en dos periodos distintos del año 2019 las que dieron lugar a la elaboración de sendos informes oficiales por parte del CEDEX. Estos informes contienen los resultados de todas las pruebas realizadas, así como el análisis de los mismos, que fue llevado a cabo por el personal experto en ERTMS del LIF. Los informes fueron remitidos a la compañía para que esta, a su vez, obtenga el certificado oficial, que emitirá el organismo certificador francés CERTIFIER.

Está previsto que el equipo certificado de Hitachi se instale y opere en los trenes que circularán en la línea suiza Bale-Interlaken (BL3 de Nivel 1), así como en la línea París-Ámsterdam y en las líneas de alta velocidad francesas LGVEE París-Estrasburgo, BPL y SEA. En un futuro próximo, al formar parte del *bi-standard* con el sistema TVM usado en la alta velocidad francesa, será el equipo que se instale en todos los TGV que circulen por el país vecino.



*Antena de baliza y eurolazo.*

## Estudio de la capacidad portante de la estructura de una nave industrial en San Fernando de Henares

Contacto: [ismael.carpintero@cedex.es](mailto:ismael.carpintero@cedex.es)



**La Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte encargó al Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX un estudio sobre la estructura de las Naves de almacenamiento situadas en San Fernando de Henares (Madrid).**



Las naves objeto de estudio se construyeron aproximadamente en 1975 como almacén general de Galerías Preciados, con proyecto de los arquitectos José Antonio Corrales Gutiérrez, Ramón Vázquez Molezún y Rafael Olalquiaga Soriano. La estructura es de hormigón armado, salvo la cubierta, en la que se emplearon piezas prefabricadas pretensadas suministradas por Pacadar, modificando el diseño inicial. El inmueble quedó fuera de uso en torno a 1995. Actualmente las naves permanecen fuera de uso, y el edificio adyacente de oficinas (donde se ubicaba el archivo de la compañía) se utiliza como sede de la Audiencia Nacional.

Construido en 1975 como almacén general de Galerías Preciados

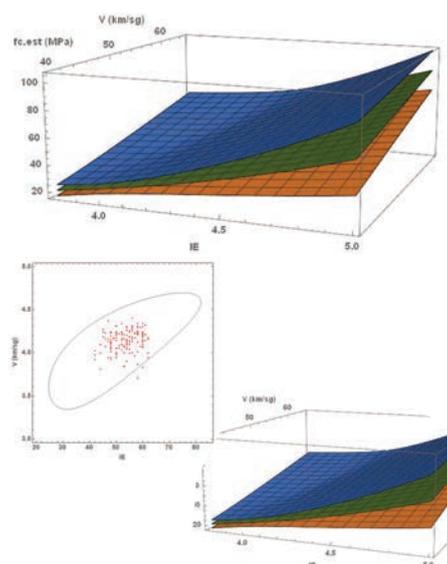
Proyecto de Corrales, Vázquez y Olalquiaga

Estudio de la capacidad estructural

El objeto principal fue el estudio del estado actual de la estructura, y la estimación de la capacidad portante de los forjados y de los pilares que los soportan; todo ello de cara a analizar los condicionantes que plantea la rehabilitación del edificio. El edificio, que está situado entre los municipios de San Fernando de Henares y Torrejón de Ardoz, tiene planta cuadrangular, de aproximadamente 200 m de lado. Consta de dos "patios centrales" simétricos de planta rectangular, diáfanos desde el sótano hasta la cubierta. Estos módulos ocupan toda la altura de las naves, desde el sótano hasta la cubierta, y están separados por un cuerpo de forjados interior central. Existen además otros dos cuerpos interiores adyacentes al borde exterior longitudinal de cada "patio central".

En los "patios centrales" es donde se encontraban las estanterías metálicas de almacenaje en las que se almacenaba la mercancía; y a través de las distintas plantas de los cuerpos longitudinales se accedía a los espacios entre estanterías. Las primeras inspecciones en este edificio realizadas por el CEDEX se llevaron a cabo en 2009. Ya entonces se observó que la cubierta de la nave tenía su sistema de impermeabilización muy degradado. Esta circunstancia ha facilitado el desarrollo de algunos procesos de degradación en la estructura de hormigón, que han sido identificados en el estudio concluido en 2019, para definir sus medidas de reparación.

También se ha realizado un estudio de la capacidad estructural de los forjados sin vigas de hormigón del interior de la nave, a partir de calas en la estructura y de la realización de un estudio de calidad de los hormigones. Del resultado del estudio se estableció la necesidad de acometer una urgente reparación de la impermeabilización de la cubierta para ralentizar el proceso de degradación de la estructura; y se garantizó una sobrecarga útil en los forjados de piso de la nave de 5 KN/m<sup>2</sup>.



Gráficas del ajuste y sus límites de variabilidad, y del campo de validez para la correlación sobre la resistencia a compresión del hormigón de los pilares in situ.

## Ensayos para la certificación de aceros estructurales



Contacto: [javier.sainzdecueto@cedex.es](mailto:javier.sainzdecueto@cedex.es) / [asuncion.morales@cedex.es](mailto:asuncion.morales@cedex.es)

**La Instrucción de Acero Estructural EAE es la reglamentación técnica vigente en el ámbito de las estructuras metálicas, tanto en ingeniería civil como en edificación. Los materiales que constituyen los elementos estructurales se rigen por las distintas partes de la norma UNE-EN 10025 y son aceros no aleados laminados en caliente o aceros con características especiales. Los productos estructurales son perfiles y chapas de sección llena y perfiles de sección hueca acabados en caliente o perfiles de sección hueca o sección abierta conformados en frío.**



Proyectores de perfiles.



Péndulo Charpy.

El CEDEX es laboratorio verificador del Comité Técnico de Certificación de "Perfiles, barras y chapas de acero laminado en caliente para aplicaciones estructurales" (CTC-046), que tiene como objeto la certificación de los perfiles estructurales, perfiles de entibación, chapas estructurales y barras y perfiles de acero laminados en caliente, y del servicio de distribución de dichos productos. Este comité es el órgano de gestión del sistema de certificación de AENOR de los productos estructurales de acero, cuya secretaría ejerce Calidad Siderúrgica. Los trabajos del comité, en cuanto al proceso de concesión o mantenimiento del certificado AENOR de producto solicitado por un fabricante, bien sea nacional o internacional, y en particular, los análisis y ensayos de laboratorio requeridos para la certificación de un producto, se rigen por reglamentos de la marca N.

El Laboratorio Central de Estructuras y Materiales está acreditado por ENAC en el Sistema de Gestión de Calidad, bajo la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, para la realización de numerosos ensayos, entre los que se encuentran todos los que afectan al acero estructural. La Acreditación ENAC garantiza el aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos, realizando actividades adicionales más allá de los métodos de ensayo, como es la calibración periódica de los equipos, la validación y verificación interna de los métodos de trabajo, la intercomparación de los resultados con otros laboratorios, o el estudio de la exactitud y la incertidumbre asociada a los resultados de las magnitudes directas e indirectas obtenidas en los ensayos.

Instalaciones del laboratorio para la certificación de productos de acero estructural:

- Equipos para determinar las características geométricas, dimensionales y ponderales: proyectores de perfiles, pies de rey, balanzas, flexómetros, escuadras, micrómetros, goniómetros, cuñas de medición, etc.
- Equipos para determinar la composición química: espectrofotómetro de emisión atómica de chispa, analizador de infrarrojos y analizador mediante conductividad térmica
- Máquinas de tracción de rangos de capacidad de carga variable, extensómetros con bases de medida de diversos rangos, marcadores y medidores de alargamiento y estricción y equipos de control provistos de software específico
- Péndulo Charpy con baño termostático para enfriamiento de probetas hasta -50 °C

## Comprobación de indicadores en contratos de concesión de autovías



Contacto: [francisca.castillo@cedex.es](mailto:francisca.castillo@cedex.es) / [jose.o.marron@cedex.es](mailto:jose.o.marron@cedex.es)

**La Dirección General de Carreteras ha encargado al CEDEX la verificación de la idoneidad de los datos de medición de los indicadores aportados por las concesionarias y la verificación de los factores aplicables, en el período 2018-2021.**

El Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX tiene el encargo de verificar y comprobar los indicadores recogidos en la ficha nº 5 “Retrorreflexión de marcas viales” y ficha nº 6 “Retrorreflexión de señales verticales”.

En la ficha nº 5 el CEDEX comprueba la calidad de los valores de coeficiente de luminancia retrorreflejada de todas las marcas viales medidos por cada concesionaria mediante el estudio de los datos correspondientes, y realizando mediciones en tramos seleccionados por el CEDEX, verificando el cálculo de los factores de corrección y penalidad asociados al indicador. La comprobación e informe se realizan en dos campañas de medición anuales.

En la ficha nº 6 se comprueba la calidad de los valores de retrorreflexión de todas las señales verticales de cada tramo de concesión, mediante el estudio de los datos suministrados por las concesionarias y auscultando tramos determinados. Verificándose los factores propuestos y emitiendo los informes correspondientes a cada medición anual.

En el encargo se contempla, en el caso de que hubiera diferencias significativas, la realización de análisis teniendo en cuenta nuevas mediciones y/o alegaciones presentadas por la concesionaria. También se recoge para cada indicador la medición anual completa de un tramo de concesión, seleccionado de acuerdo con la Dirección General de Carreteras.

Autovías estudiadas: 11 (2.092 km)

Tramos de carretera auscultados por el CEDEX: 132 km

Tramos completos de autovías medidos por el CEDEX: 2 (306 km)

Análisis: coeficiente de luminancia retrorreflejada de marcas viales y retrorreflexión de señales verticales

*Medida de coeficiente de retrorreflexión de señales verticales en autovía A2 tramo 4.*



## Estudio del hormigón de la presa de Tranco de Beas

Contacto: [pilar.alaejos@cedex.es](mailto:pilar.alaejos@cedex.es)



**En 2019 ha concluido el estudio del ataque por aguas puras al hormigón del cuerpo de presa de Tranco de Beas, por encargo de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en la provincia de Jaén, que se ha llevado a cabo en el Área de Ciencia de Materiales del del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX.**

En la presa se observaban grandes acumulaciones de carbonato cálcico, en especial en galerías y pozos. Se han extraído 8 testigos de las galerías, cuyo análisis en laboratorio ha permitido concluir que el hormigón está experimentando un proceso de lixiviación de portlandita de la pasta de cemento, que es disuelta y transportada por el agua que circula por su red porosa, hasta aflorar en superficie o acumularse en los elementos de drenaje de la presa, depositándose en forma de grandes costras de carbonato cálcico.

El estudio realizado ha sido muy novedoso en cuanto que ha permitido determinar la capacidad real de lixiviación del hormigón de la presa, los factores que influyen en la misma y predecir su comportamiento futuro. Para ello, se han llevado a cabo sobre los testigos ensayos de lixiviación acelerada por permeabilidad, midiendo en el agua permeada su pH, los sólidos arrastrados y el residuo seco.

Se han medido pérdidas de portlandita hasta del 41% en la zona inferior de la presa donde, por las mayores presiones de circulación del agua y el mayor contenido de clínker del conglomerante utilizado, el fenómeno es más intenso. Esta lixiviación puede ir acompañada de un ligero aumento de la porosidad en el hormigón, si bien se ha constatado en los ensayos que el proceso no está afectando a sus propiedades (resistencia y permeabilidad).

El agua del embalse no es agresiva, por lo que la causa de esta lixiviación se atribuye a la elevada permeabilidad del hormigón, debido a la utilización de una dosificación con muy bajo contenido de clínker (se utilizó un sand cement con filler calizo) y una alta relación agua/cemento, agravada por defectos de compactación durante la ejecución.

Los resultados indican que el hormigón muestra cierta capacidad de lixiviación en el futuro, aunque a una velocidad decreciente con el tiempo. Esto significa que la acumulación de depósitos de carbonatos en la presa proseguirá, pero lo hará de forma cada vez más lenta.



*Costras de carbonato cálcico en pozos.*

La presa de Tranco de Beas acabó su construcción en 1934

Es de gravedad de planta curva (radio de 150 m) con sección triangular (taludes de 0,75 y 0,03)

Tiene una altura 93 metros desde cimientto. La longitud de coronación es de 290 m y su ancho de 5 m

Dispone de 4 niveles de galerías longitudinales

*Paramento aguas abajo de la presa de Tranco de Beas.*



## Guía práctica para la inspección y seguimiento de las barreras geosintéticas poliméricas utilizadas en la impermeabilización de balsas



Contacto: [angel.leiro@cedex.es](mailto:angel.leiro@cedex.es)

La Dirección General del Agua y el CEDEX han suscrito un programa en el que se definen las líneas de trabajo a desarrollar por el CEDEX en relación con la investigación y el desarrollo de recursos e infraestructuras hidráulicas.



Balsa de Sierra de la Espada, Murcia.



Balsa de Valle Molina. Isla de Tenerife.

El Área de Materiales del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) ha sido designada para llevar a cabo la línea de trabajo definida como “Inspección y seguimiento del estado de conservación de las geomembranas sintéticas empleadas en la impermeabilización de balsas con objeto de comprobar su validez o determinar la necesidad de su reposición. Elaboración de Guías y recomendaciones técnicas relativas a la impermeabilización de las balsas”.

El objetivo es la elaboración de una guía práctica para la inspección y seguimiento de las barreras geosintéticas poliméricas utilizadas en la impermeabilización de balsas. La finalidad es la definición de criterios para la inspección y seguimiento del sistema de impermeabilización de las balsas, con el fin de conocer su estado y llevar a cabo actuaciones como reparaciones, sustituciones e incluso reimpermeabilización de la barrera geosintética.

Para llevar a cabo esta tarea con mayor efectividad, se cuenta con la participación de entidades públicas y privadas

### Documento:

Guía práctica para la inspección y seguimiento de barreras geosintéticas poliméricas

### Participantes:

- Dirección General del Agua
- Administración central y autonómica
- Empresas fabricantes e instaladores de geosintéticos

### Contenido:

Criterios sencillos para evaluar el estado de las barreras geosintéticas

para la formación de dos grupos, uno de trabajo que es el encargado de redactar la guía, y otro de supervisión, cuyo objetivo es dirigir y supervisar el trabajo efectuado por el primero.

En septiembre de 2019, en el LCEYM se celebró la primera reunión en la que se constituyeron los dos grupos, participando representantes de organismos de la Administración central y autonómica así como de empresas fabricantes de geosintéticos.

El 6 de noviembre de 2019 se celebró la primera reunión del grupo de trabajo para definir los objetivos, metodología a seguir y redacción de la guía.

Como resultado de las primeras reuniones de trabajo se ha reflejado, en un primer documento, la experiencia en el seguimiento de las barreras geosintéticas poliméricas por parte de las empresas fabricantes y de los organismos públicos dedicados a la gestión y explotación de las balsas.

## Proyecto DRAINAGE: Gestión integral del riesgo de inundación



Contacto: [francisco.m.cortes@cedex.es](mailto:francisco.m.cortes@cedex.es)

El proyecto “DRAINAGE: Diseño de una metodología para incrementar la resiliencia ante inundaciones compatible con la mejora de la calidad de las masas de agua y la gestión sostenible de los recursos hídricos”, es un proyecto financiado por la convocatoria de 2017 del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en la modalidad de proyectos coordinados, del actual Ministerio de Ciencia e Innovación. El proyecto está coordinado por la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), y además del CEDEX, también participa el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).



Capacidad demostrativa del proyecto

Enfoque multidisciplinar

Tramo de estudio: río Duero, entre Toro y Zamora (63 km)

Trazado meandriforme.  
Capacidad de laminación de avenidas

En colaboración con la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

Plano cenital de islas fluviales en un tramo meandriforme del río Duero (junio de 2019).

El CETA participa en el proyecto DRAINAGE liderando el subproyecto 2: “Análisis de **metodologías avanzadas** para la mejora de la resiliencia ante inundaciones y de la **calidad eco-hidrogeomorfológica** de las masas de agua”, cuya duración está prevista desde el 1 de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2020. El subproyecto liderado por el CEDEX pretende, por una parte, determinar de forma precisa el estado ecológico (hidromorfológico, físico-químico y biológico) de la masa de agua a estudio, y por otra, proponer soluciones basadas en medidas naturales de retención de agua (**Natural Water Retention Measures-NWRM**) para alcanzar tres objetivos: i) mejorar la resiliencia frente a inundaciones; ii) mejorar la calidad de las masas de agua; y iii), avanzar hacia una gestión más sostenible del recurso hídrico.

Para ello utiliza metodologías innovadoras –por ejemplo, uso de **drones** para levantamientos topográficos–, con la finalidad de comprender de forma más precisa cómo se comportan los ecosistemas fluviales en episodios de avenida. El tramo de estudio piloto para ensayar estas metodologías se localiza en el río Duero, entre los municipios de Toro y Zamora.

Este proyecto cuenta con el respaldo de Entes Promotores Observadores (EPOs) como la Dirección General del Agua, la Confederación Hidrográfica del Duero, la Agencia de Protección Civil de Castilla y León o la DG de Patrimonio Cultural de Castilla y León, y dispone de una web (<http://drainage.cedex.es/>) en la que se puede consultar información actualizada.

## La red de vigilancia radiológica ambiental de las aguas continentales y marinas españolas

Contacto: [javier.rodriguez@cedex.es](mailto:javier.rodriguez@cedex.es) / [luis.pujol@cedex.es](mailto:luis.pujol@cedex.es)



El CEDEX realiza la vigilancia radiológica ambiental de las aguas continentales y aguas marinas españolas por encargo del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Este programa se enmarca dentro de los programas de vigilancia radiológica ambiental de ámbito nacional que desarrolla el CSN con diferentes entidades para dar cumplimiento al Tratado Euratom en sus artículos 35 y 36. En dichos artículos se especifica que cada Estado miembro deberá controlar el índice de radiactividad de la atmósfera, de las aguas y del suelo, y que la información relativa a los controles deberá ser comunicada por las autoridades competentes a la Comisión.



Puntos de muestreo para las redes de vigilancia radiológica ambiental de aguas continentales y aguas marinas españolas.

La información generada en las diferentes determinaciones analíticas que realiza el Laboratorio del Área de Aplicaciones Isotópicas para la medida de la radiactividad en muestras de agua (índices de actividad alfa total, beta total, beta resto, tritio directo, tritio por concentración electrolítica y espectrometría gamma), es gestionada mediante una base de datos denominada Meragua que centraliza toda la información de las muestras.

La determinación de niveles muy bajos de radiactividad requiere de técnicas específicas de preparación de muestras, el empleo de detectores de radiación muy sofisticados con cadenas electrónicas de gran estabilidad y técnicas de cálculo fiables.

### Ensayos realizados y equipos utilizados

- Índice de actividad alfa total, beta total y beta resto. Determinación de la actividad de tritio, cesio-137 y emisores gamma artificiales

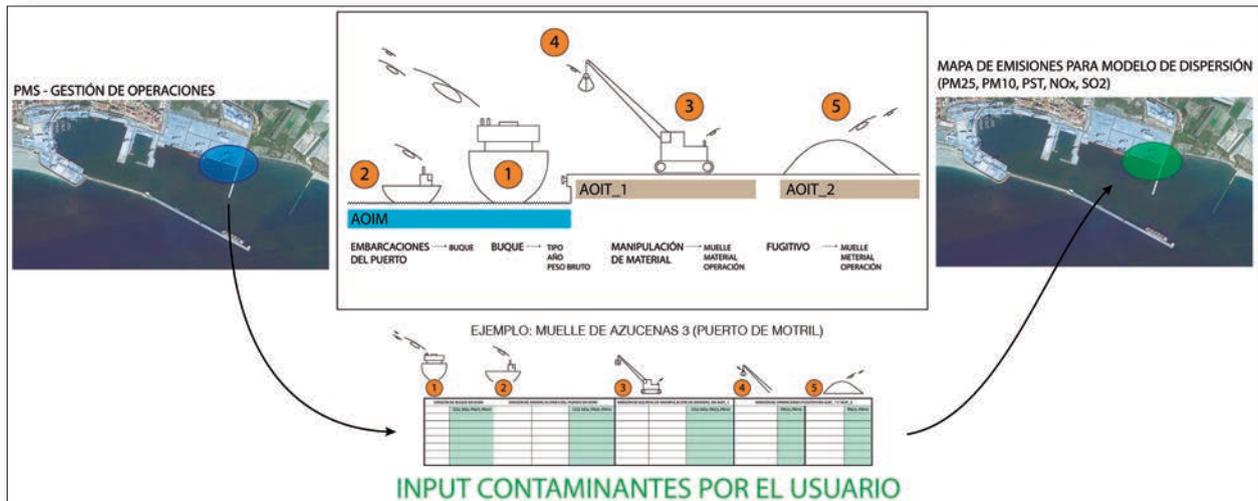
- Los equipos utilizados son detectores de centelleo sólido de ZnS(Ag), de centelleo líquido, contadores proporcionales de gas y detectores de semiconductor de germanio

## Modelado operativo de dispersión de emisiones de contaminantes atmosféricos

Contacto: [laura.crespo@cedex.es](mailto:laura.crespo@cedex.es)



El CEDEX, en colaboración con Puertos del Estado (PE), la empresa de ingeniería del viento Oritia & Boreas y 16 Autoridades Portuarias, trabaja en la implementación de un modelado operativo de dispersión de contaminantes atmosféricos dentro del proyecto SAMOA en cada uno los puertos que gestionan dichas Autoridades Portuarias.



Esquema del proceso de decisión de la Autoridad Portuaria resultado del modelado de dispersión de contaminantes atmosféricos.

El proyecto comienza con la modelización del medio físico portuario, al que se incorpora la información de las emisiones contaminantes a la atmósfera tanto de las actividades portuarias asociadas a su actividad como otras que se ubican en sus proximidades por razones de logística. El modelo de dispersión atmosférica se convierte en una herramienta que permite conocer con antelación la contribución en la contaminación atmosférica de las actividades portuarias en las ciudades próximas al puerto.

El uso de este tipo de modelos ayuda a mejorar las operaciones de gestión de los puertos, atraque/maniobra de barcos, y descarga de mercancías. Es un avance más en el objetivo de mejora de la eficiencia del sistema portuario, con el consiguiente ahorro de tiempos de operación, que se traduce en reducción del consumo de energía-huella de carbono y de emisiones contaminantes a la atmósfera de distintos contaminantes como el SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM-10, PM-2,5 (material particulado), etc. Todos estos instrumentos redundan en la mejora de la calidad del aire y, por tanto, en la salud pública de las ciudades portuarias.

Este trabajo se implementa con una encuesta que se distribuye y cumplimenta por cada Autoridad Portuaria, y sirve de guion para conocer y contrastar en visita presencial la problemática de cada puerto en contaminación atmosférica, y la respuesta de autoridades medioambientales, de salud pública y ciudadana a esta realidad.

Grupo de trabajo que participa en el proyecto de dispersión de los contaminantes atmosféricos que afectan al entorno portuario, basado en SAMOA:

- Puertos del Estado (PE)
- Autoridades Portuarias (16 puertos participan en el ejercicio, que incluye visita a los puertos, con análisis de respuestas a un formulario planteado sobre problemática ambiental en contaminación atmosférica)
- Empresa especialista en ingeniería del viento (Oritia & Boreas)
- CEDEX

## Impacto de las carreteras sobre los polinizadores en diferentes escenarios climáticos



Contacto: [manuel.colomer@cedex.es](mailto:manuel.colomer@cedex.es); [carreterasypolinizadores@gmail.com](mailto:carreterasypolinizadores@gmail.com)  Carreteras y Polinizadores

El proyecto Carreteras y Polinizadores tiene por objeto analizar los impactos de las carreteras sobre los polinizadores en diferentes localidades españolas. Con este objetivo se ha diseñado un colector de polinizadores que permite emular los atropellos de insectos por los vehículos, en lugar de los sistemas habituales en los que se recogen los polinizadores en los bordes de las carreteras.



*Colector de polinizadores instalado sobre el vehículo para realizar los ensayos.*

Las comunidades de polinizadores se encuentran en un vertiginoso declive a causa de las numerosas amenazas a que se encuentran sometidas (sustancias agroquímicas, monocultivos, parásitos, especies invasoras), a las que se suman otras de enorme magnitud como son el cambio climático y una red de infraestructuras lineales de transporte progresivamente más extensa.

Los ensayos realizados en 2019 para valorar el funcionamiento del colector de insectos han sido exitosos y ofrecen una serie de hipótesis sobre las que se trabajará en los próximos años, en relación con los efectos de las autovías sobre la abundancia y riqueza de especies de polinizadores y también sobre la composición de especies de sus comunidades.

### Unidades de muestreo

En áreas rurales cada unidad de muestreo incluye un tramo de unos 10 km de autovía y un vial rural aproximadamente paralelo, a una distancia media superior a 300 m. En áreas suburbanas sólo se muestrea la autovía

### Localidades

Los paisajes rurales son llanos y en mosaico, en León (A231), Toledo (A40) y Valencia (A7). Las autovías suburbanas, en Madrid, son eje el Este de la M30, las salidas de la A3 y de la A5, y el anillo completo de la M40



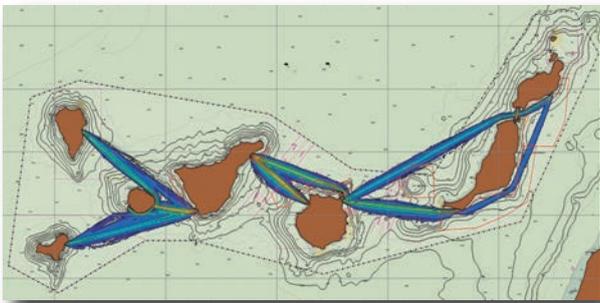
El proyecto Carreteras y Polinizadores evalúa tanto el efecto de borde de las carreteras como el atropello directo de polinizadores por los vehículos.

## Estudio del tráfico marítimo interinsular en relación con el riesgo de colisiones entre buques y cetáceos en las islas Canarias

Contacto: [ana.lloret@cedex.es](mailto:ana.lloret@cedex.es)

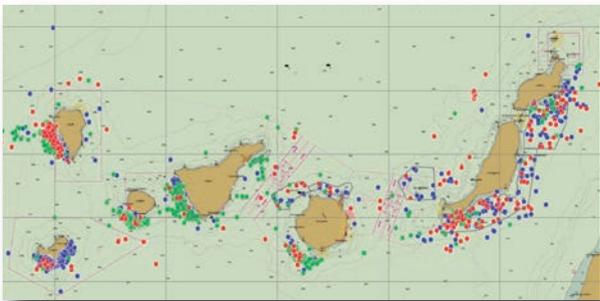


Entre las diferentes aplicaciones de la base de datos AIS histórica elaborada por el CEDEX, se encuentran los estudios de tráfico marítimo en las aguas jurisdiccionales españolas. La puesta a punto de una metodología para la explotación de estos datos, suministrados por SASEMAR, ha permitido realizar múltiples estudios en 2019. El incremento en el número de varamientos de cachalotes en las islas Canarias, donde la colisión con embarcaciones es la causa más probable de mortalidad de estos cetáceos, motivó el encargo al CEDEX de este estudio por parte de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (DGSCM) del Ministerio para la Transición Ecológica.



Densidad de tráfico de barcos de alta velocidad, km /km<sup>2</sup>.

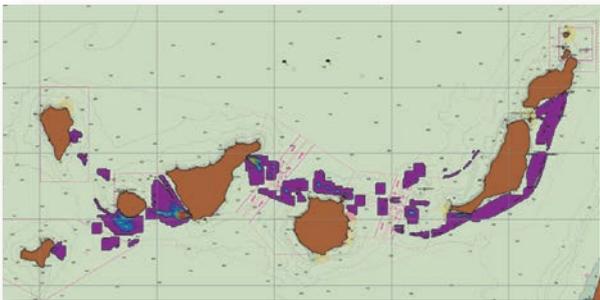
El estudio realizado abarca todo el ámbito espacial de la Zona Marítima Especialmente Sensible (ZMES) de Canarias, teniendo en consideración el rango temporal de mayo 2018-abril 2019, sobre el que se han seleccionado del orden de 130 millones de datos AIS de la base de datos histórica del CEDEX, correspondientes a todos aquellos barcos dedicados al tráfico interinsular. De los 28.000 trayectos analizados, 20.000 corresponden a buques de alta velocidad, que se han agrupado en 23 rutas principales, caracterizadas mediante distintos estadísticos, y cuya velocidad media supera en prácticamente todos los casos los 14 nudos de velocidad, que se considera letal en caso de colisión con cetáceos.



Avistamiento de cetáceos de interés para el estudio.

A partir de esta información se han elaborado mapas de densidad de tráfico marítimo para cada una de las rutas analizadas y para el conjunto de las rutas evaluadas.

La información proporcionada por el Gobierno de Canarias sobre avistamientos de cetáceos, y en particular sobre especies de hábitos profundos, a las que se considera más vulnerables desde el punto de vista de la muerte por colisión con embarcaciones, ha permitido elaborar un mapa de exposición de cetáceos en la ZMES de Canarias.



Mapa de riesgo total de colisión de los barcos de alta velocidad.

Para evaluar el riesgo de colisiones con efectos letales se ha aplicado la metodología de cálculo desarrollada sobre una malla de 30". Esta metodología está basada en el producto de los elementos que componen el riesgo: la peligrosidad, que se asocia a la densidad de la presencia de barcos navegando a más de 14 nudos, y la exposición que se ha evaluado proyectando sobre la malla los avistamientos disponibles, considerados como una aproximación a la densidad de población vulnerable, dado el efecto de los buques navegando por encima de la citada velocidad.

El desarrollo de la metodología expuesta permite evaluar el efecto sobre el riesgo total de la adopción de medidas concretas de mitigación de las colisiones, como son la posible desviación de las rutas de tráfico marítimo o la disminución de la velocidad en determinadas zonas.

## Estudio sobre la nueva terminal de contenedores de la dársena norte del puerto de Valencia

Contacto: [jose.m.valdes@cedex.es](mailto:jose.m.valdes@cedex.es)



La Autoridad Portuaria de Valencia (en adelante APV) tiene entre sus principales objetivos la construcción de un terminal de contenedores en su dársena Norte, para dar respuesta a la demanda prevista de este tipo de tráfico a medio y largo plazo. La terminal está diseñada de manera que puedan operar los buques portacontenedores de última generación, atendiendo tanto a tráficos de importación y exportación como de transbordo. Con objeto de alcanzar el diseño óptimo de la configuración en planta de la terminal, la APV y el Organismo Público Puertos del Estado encargaron al CEDEX tres tipos de estudios: en modelo numérico, en modelo físico 3D a escala reducida y de simulación de maniobra de buques.



*Panorámica del modelo de un ensayo de barco atracado.*

Entre las actuaciones previstas por la (APV) para la nueva terminal de contenedores en su estudio preliminar, planteó la prolongación del actual dique en 515 m y un contradique, con el fin de mejorar sus condiciones de abrigo. Para optimizar esta longitud, la APV propuso el estudio de varias alternativas, consistentes en diferentes longitudes de prolongación del dique y la posible necesidad del contradique.

El objetivo del estudio en modelo numérico de agitación tuvo por objetivo analizar dos alternativas de prolongación del dique (257 m y 172 m, con o sin contradique), más una alternativa que contemplaba la situación de “no prolongación” del dique.

Los resultados del modelo numérico pusieron de manifiesto la no superación en ningún caso de los umbrales de inoperatividad considerados aceptables de acuerdo con las recomendaciones de la ROM, estimándose por tanto que no era necesaria la prolongación del dique ni la construcción del contradique.

Mediante el estudio en modelo físico a escala reducida se verificó el comportamiento del diseño correspondiente a la solución “sin prolongación” de dique, realizándose ensayos

de agitación y de comportamiento de buques atracados. En los ensayos de agitación, se midieron las condiciones de oleaje en el interior de la dársena Norte y a la entrada a la misma. En los ensayos de buques atracados se analizó el comportamiento de un buque tipo portacontenedores de 218 m de eslora, considerado de tamaño medio, amarrado en dos atraques del muelle de contenedores, situados en sus extremos. Se consideró la condición de media carga y se dispuso el sistema de amarre a estribor en ambos casos.

Los resultados relativos a la operatividad del muelle de contenedores, resultantes de ambos ensayos –agitación y barcos atracados– indicaron un grado de operatividad muy elevado, tanto desde el punto de vista de la agitación como del comportamiento del buque portacontenedores en los dos atraques. A partir de los resultados globales del estudio se pudo concluir que no se consideraba necesario proteger la dársena Norte prolongando el dique de abrigo, ni disponer de un contradique.

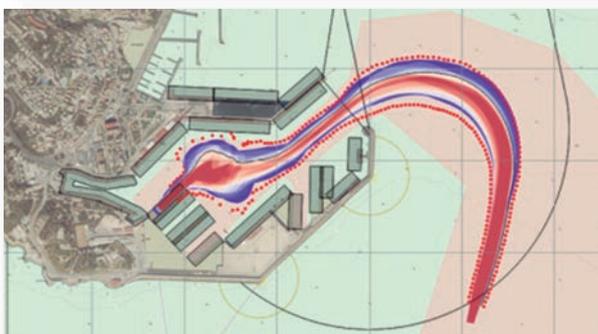
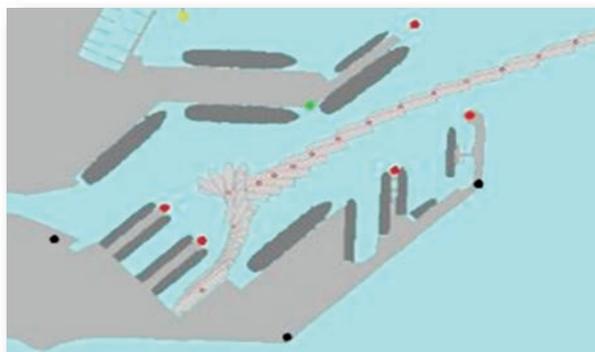
Actualmente se está llevando a cabo el estudio de simulación de maniobras de buques en tiempo real, que servirá para verificar la idoneidad de esta solución también desde el punto de vista de la navegabilidad.

## Estudio de maniobra de buques y operatividad para una nueva configuración de la dársena SW del puerto de Palma de Mallorca

Contacto: [m.eugenia.prieto@cedex.es](mailto:m.eugenia.prieto@cedex.es)



La dársena SW del puerto de Palma de Mallorca concentra su actividad en el tráfico de ferris o líneas regulares (pasajeros, mercancía general), además de contar con una importante ocupación de cruceros turísticos. Actualmente se viene produciendo en la dársena una importante simultaneidad en las llegadas de estos buques en una franja horaria a muy primeras horas de la mañana, con la consiguiente concentración del tráfico portuario. Para dotar a esta dársena de una nueva configuración, la Autoridad Portuaria de Baleares (APB) y Puertos del Estado encargaron al Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC), del CEDEX, la realización de un estudio de simulación de maniobra de buques y operatividad de la nueva configuración de la dársena.



El estudio ha tenido como objetivo analizar la maniobrabilidad de los buques, así como las condiciones de seguridad y operatividad marítima para verificar el diseño de la nueva configuración de la dársena SW, planteada por la APB.

Mediante el estudio de simulación de maniobras en tiempo real, se ha analizado la viabilidad y seguridad de las maniobras de acceso, reviro, aproximación, atraque, desatraque y salida para cada uno de los buques tipo indicados por la APB accediendo o saliendo de sus correspondientes puestos de atraque, en las tres alternativas de configuración propuestas por la APB. El estudio ha permitido determinar las combinaciones de oleaje-viento-marea y corrientes que constituyen los límites operativos de acceso/salida para cada buque tipo en relación con sus puestos de atraque.

Además se ha llevado a cabo un estudio estadístico del área ocupada por los buques durante las simulaciones, con objeto de detectar cuáles eran los puntos críticos en cada maniobra. El estudio se ha llevado a cabo en el sistema de simulación de navegación y maniobra de buques en tiempo real "POLARIS", disponible en el CEPYC.

Previamente a la realización de dicho estudio, en el Área de Clima y Estudios Portuarios del CEPYC se ha llevado a cabo un estudio de clima marítimo con el objetivo de establecer las condiciones de oleaje y de viento a considerar en las simulaciones de maniobras.

Asimismo, se está realizando un estudio de operatividad del tráfico marítimo, incluyendo un protocolo de programación de operaciones, con el objeto de analizar la operatividad de las alternativas planteadas. Para ello, se está teniendo en cuenta la sensible simultaneidad horaria de las escalas en función del número y características de los buques, y de las condiciones meteorológicas que puedan presentarse, caracterizando el tráfico actual en base a datos AIS y el previsible en el horizonte del Plan Director en el Puerto de Palma para los buques objeto de estudio.

## Estudio numérico de agitación y corrientes en la ampliación del puerto de Melilla

Contacto: [maria.j.martin@cedex.es](mailto:maria.j.martin@cedex.es)



Este estudio se ha realizado a petición de la Autoridad Portuaria de Melilla (APM) y del Organismo Público Puertos del Estado (PE), con el objetivo de analizar, en modelo numérico, la variación, respecto a la situación actual, de los niveles de agitación y corrientes en la ampliación del puerto de Melilla. En el estudio se ha considerado tanto el periodo estival como otoñal y se ha incluido el futuro “canal ecológico” de la ampliación, las zonas de los diques Este y Norte de Puerto Noray y la costa Este próxima a la ensenada de Galápagos. Este trabajo complementa los estudios realizados en modelo físico y de simulación de maniobra de buques llevados a cabo en el CEDEX en 2018.

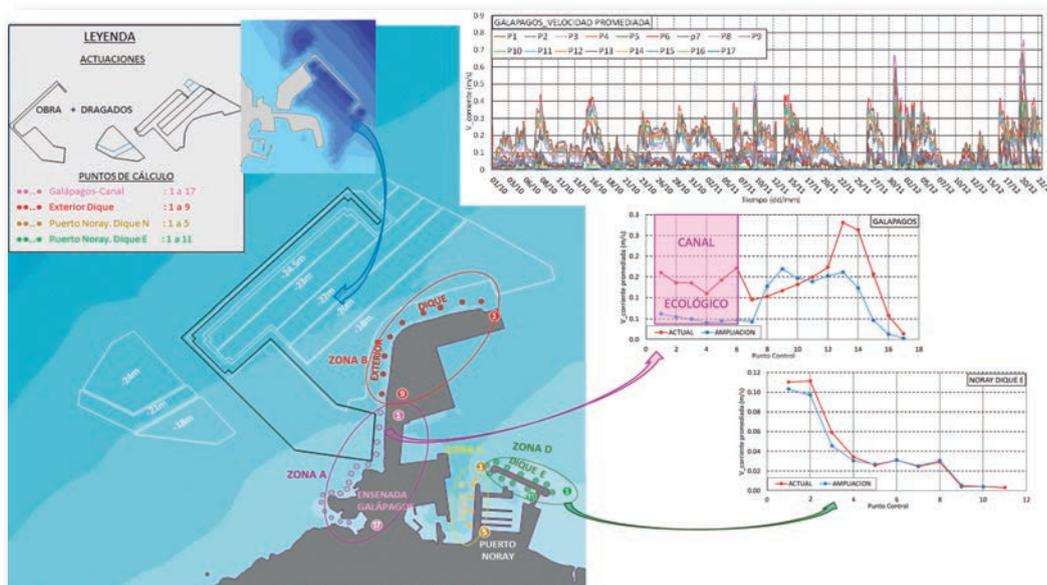


Figura 1. Configuraciones de ensayo, puntos de control y resultados de corrientes.

En la realización del estudio se utilizaron sondas batimétricas suministradas por la APM, y las contenidas en las cartas náuticas de Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) para la zona exterior, la serie histórica de oleaje sintético del punto SIMAR 2049064 de PE y las correspondientes a la marea y a las corrientes suministradas por el sistema de predicción y reanálisis de parámetros de clima de la NOAA (Global Forecast System Reanalysis (CFSR NCEP).

Para el estudio de agitación se utilizó el modelo de propagación de ondas de tipo elíptico “MDSL”, desarrollado en el CEDEX. La simulación de las corrientes asociadas a la rotura del oleaje, el viento y la marea se realizó con el modelo numérico anidado “MIKE3/ FM”, del Danish Hydraulic Institute (DHI), que incluye un módulo espectral de propagación de ondas y otro hidrodinámico en tres dimensiones.

Las simulaciones numéricas de agitación fueron calibradas con los resultados obtenidos en los ensayos de agitación obtenidos en modelo físico realizado en 2018 en el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX.

De los resultados obtenidos, en los puntos de control propuestos por la APM (figura 1), se desprende el siguiente comportamiento:

- Los niveles de agitación en el futuro “canal ecológico” son del mismo orden que los actualmente existentes en los diques Este y Norte de Puerto Noray.
- Las corrientes en la costa melillense asociadas a la marea en ambos periodos estacionales son irrelevantes, y las generadas por el oleaje dependen de su dirección de procedencia y la magnitud de las alturas de ola. Esta dependencia determina que oleajes de gran altura procedentes del cuarto cuadrante sean irrelevantes para las corrientes de la zona.
- Las intensidades de las corrientes en los puntos de control situados en el futuro “canal ecológico” (puntos 1 a 5) muestran una reducción respecto a la configuración actual, siendo su magnitud similar a las obtenidas en el dique N de Puerto Noray.

## Curso de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino

Contacto: [jose.f.sanchez@cedex.es](mailto:jose.f.sanchez@cedex.es)



En 2019 el Centro de Estudios de Puertos y Costas impartió tres ediciones del *Curso de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino*, organizado por encargo de la Dirección General de la Costa y el Mar (DGCM) con el objetivo de formar a sus técnicos, tanto de los servicios centrales como periféricos, en materia de ingeniería de costas y en aspectos ambientales relacionados con las actuaciones en la costa.



Figura 1. Panorámica del aula del CEPYC en que se impartió el curso.



Figura 2. Portada de la documentación del curso.

Cada una de las tres ediciones del curso se realizaron en cinco días con jornadas de mañana y tarde, con un total de 36 horas de duración, distribuidas en cinco módulos y catorce lecciones, todas ellas impartidas por personal del CEDEX en la sede del CEPYC.

La respuesta a la convocatoria al curso fue muy positiva desde su publicación en los canales de comunicación de la DGCM, recibándose más de 70 solicitudes, lo que hizo necesario ampliar a tres el número de ediciones del curso (inicialmente se habían previsto sólo dos). Además del personal de la DGCM, el curso se extendió a personal del propio CEPYC, del cual participaron 10 personas en total.

Las tres ediciones del curso se realizaron del 25 al 29 de marzo, del 27 al 31 de mayo y del 23 al 27 de septiembre.

Junto a las clases presenciales del curso, se entregó a los alumnos un extenso volumen de documentación en dos tomos, que está actualmente siendo editado en

forma de libro para su publicación por el CEDEX (figura 2).

La valoración del curso, tanto por los asistentes como por el profesorado, fue muy positiva. Por parte del alumnado, al que se consultó sobre diversos aspectos del curso (nivel general del curso, nivel del profesorado, temario, documentación, organización, instalaciones, etc.), hubo una valoración muy alta.

Con respecto a los alumnos, al profesorado y al equipo organizador del CEDEX en su conjunto, se destaca el beneficio *win-win* CEDEX-DGCM, al permitir la coincidencia con técnicos de la DGCM, lo cual favorece la creación de una red de contactos profesionales que incrementará el conocimiento del CEDEX por parte de esta importante dirección de la Administración, así como las capacidades del CEPYC en esta materia de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino por parte de los participantes de la DGCM y su disponibilidad para la resolución de problemas que se le planteen a esta Dirección General.

## Desarrollo normativo en materia de aguas en América Latina

Contacto: [ignacio.rio@cedex.es](mailto:ignacio.rio@cedex.es)



**El Centro de Estudios Hidrográficos está prestando asistencia técnica al Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) en una estrategia regional para el desarrollo y mejora de la normativa sectorial relacionada con el saneamiento y depuración de aguas residuales.**



*Desagüe de aguas residuales a cielo abierto (Nicaragua).*

*Planta de tratamiento de aguas residuales (El Salvador).*



Desde el inicio de la colaboración con el FCAS, en 2012, el CEDEX viene realizando diversas actuaciones en desarrollo normativo. Se podrían destacar como ejemplos las propuestas de cánones de uso y de vertido elaboradas para El Salvador o la asistencia a Honduras en el desarrollo del Reglamento Especial de los Organismos de Cuenca.

Aunque el desarrollo normativo en la región es muy dispar, hay cuestiones comunes que preocupan especialmente puesto que van a determinar el camino a seguir para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y, en especial, el Objetivo nº 6. Muchos países latinoamericanos cuentan con normativas de vertido que dificultan más que impulsan un desarrollo adecuado del saneamiento y depuración, ya sea por excesiva exigencia o por todo lo contrario. Además, muchos carecen también de normas que regulen la reutilización de aguas residuales o la disposición de lodos de depuradora. En este marco, el FCAS con la asistencia del CEDEX ha iniciado una estrategia regional de apoyo en la revisión y desarrollo normativo.

Como primeros pasos, se anunció esta iniciativa en la Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA) celebrada en Guatemala, en paralelo se establecieron contactos con diferentes países y se solicitaron las normas sectoriales, que fueron analizadas para identificar problemas y carencias, y posteriormente se presentó la iniciativa en la Conferencia LATINOSAN 19, celebrada en Costa Rica, donde se expusieron las principales conclusiones de la revisión normativa. A raíz de estas acciones, se han ido recibiendo solicitudes de apoyo de varios países, como Cuba, Haití, Colombia, El Salvador y Paraguay.

Durante 2019 se ha iniciado la colaboración con Cuba, donde se realizó un análisis de la normativa de vertidos que fue adoptada como referencia por las instituciones cubanas para la revisión de su norma. Además, se han realizado sendas propuestas de contenidos para las normas de reutilización de aguas residuales y de disposición de lodos de depuradora, que han servido para iniciar el debate de su desarrollo.

Como próximos pasos, además de iniciar la colaboración bilateral con los demás países, está previsto organizar talleres regionales, con la participación de expertos internacionales, que ayuden a las autoridades a tomar decisiones para la revisión de sus normas.

Es de destacar que, complementariamente a las actividades del FCAS, el CEDEX colabora también con Argentina en la propuesta de una norma de reutilización de aguas y, previsiblemente a partir del próximo año, en la revisión de las normas de vertido.

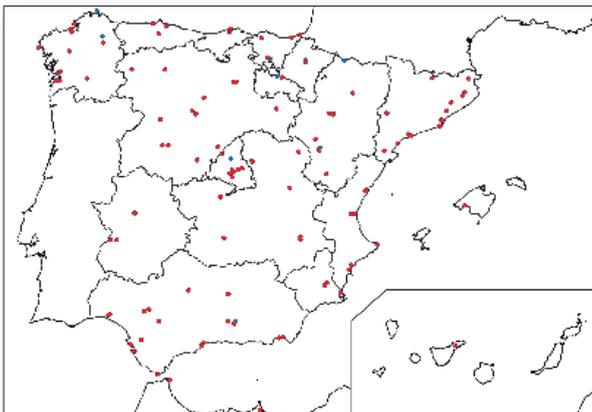
Con el trabajo de todos estos años y esta nueva iniciativa regional, el CEDEX empieza a tener un papel importante en el desarrollo de normativa técnica en Latinoamérica, al igual que lo ha tenido en España durante mucho tiempo.

## Precipitaciones máximas y curvas IDF

Contacto: [celia.garcia@cedex.es](mailto:celia.garcia@cedex.es)



El Centro de Estudios Hidrográficos está realizando la actualización de los mapas de precipitaciones máximas diarias y de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF). Dichos trabajos tienen sus antecedentes en el trabajo de “Máximas precipitaciones diarias en la España peninsular” (CEDEX, 1993) y en las curvas IDF de la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras.

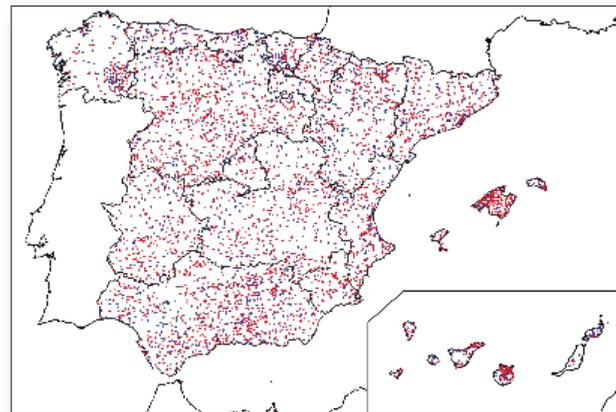


Pluviógrafos AEMET.

El Centro de Estudios Hidrográficos tiene entre sus principales tareas la caracterización de variables hidrológicas a escala nacional, como es el caso de las precipitaciones máximas diarias y las relaciones entre las intensidades máximas y su duración para distintas probabilidades. Estos estudios se emplean como base en los estudios hidrológicos de crecidas para el análisis de zonas inundables y en los estudios de drenaje de carreteras. Dado el prolongado periodo de tiempo transcurrido desde que se concluyeran los trabajos actualmente disponibles, se está llevando a cabo la actualización de estos estudios. Para ello se ha recopilado la información pluviométrica actualmente disponible, y se ha realizado el tratamiento de las series de datos para completar y depurar la información. Actualmente se está trabajando en el análisis estadístico regional de las series de datos con objeto de obtener las leyes de frecuencia de las variables. La información de partida procede principalmente de la red de medida de la Agencia Estatal de Meteorología, habiéndose seleccionado para el trabajo 4.249 pluviómetros y 126 pluviógrafos.

### Información pluviométrica de partida

- Pluviómetros de AEMET: series de precipitaciones máximas diarias mensuales
- Pluviógrafos de AEMET: series diarias de precipitaciones en los siguientes intervalos:
  - Precipitaciones máximas en 10, 20, 30, 60 minutos, y 2, 6, 12 horas
  - Precipitaciones horarias (de 0 a 24 h)

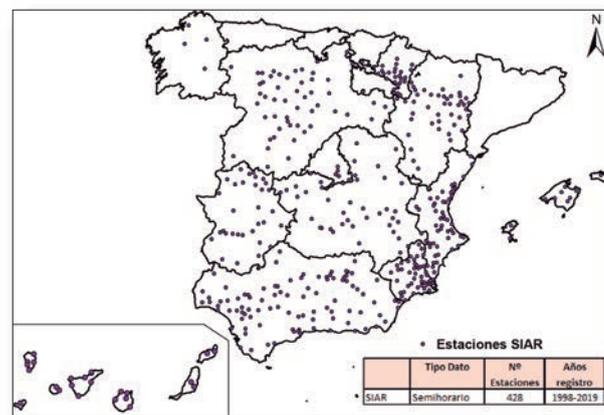


Pluviómetros AEMET.

Se ha procedido a la revisión y el análisis de la información disponible sobre precipitaciones e intensidades máximas. Dichos análisis han consistido en:

- Eliminación de estaciones próximas con información redundante.
- Completado de las series iniciales y confección de las de máximos anuales.
- Detección de valores anormalmente altos (*outliers*).
- Análisis de tendencias para detectar posibles errores sistemáticos en las series.

Se ha recopilado también, de forma complementaria, información procedente de otras fuentes, como son las redes propias de las comunidades autónomas y la red SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío).



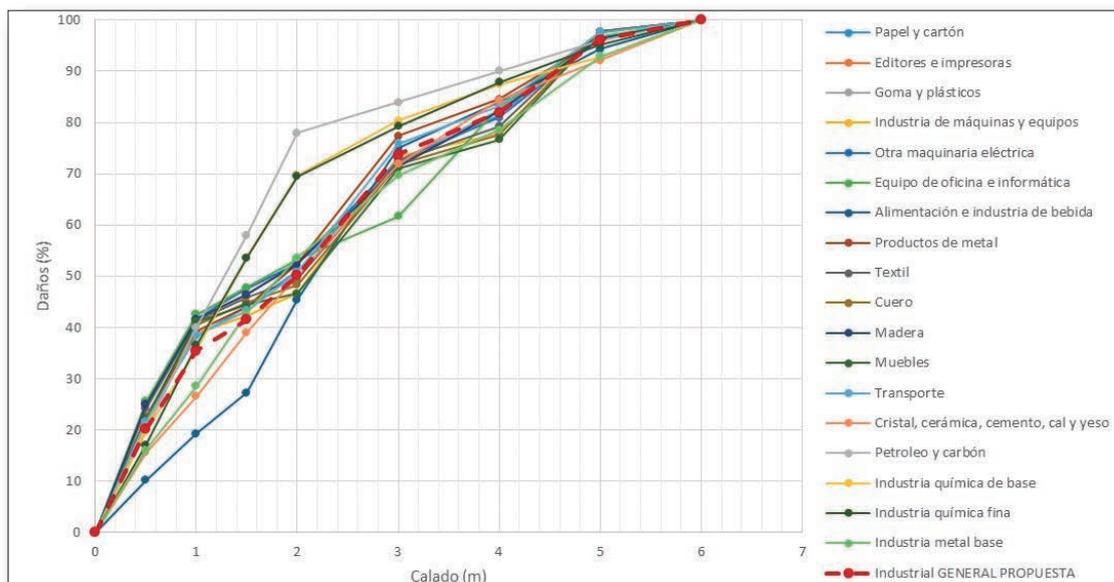
Red SIAR.

## Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones



Contacto: [antonio.jimenez@cedex.es](mailto:antonio.jimenez@cedex.es)

El Centro de Estudios Hidrográficos está elaborando una guía que incluye recomendaciones y metodologías para llevar a cabo el análisis coste-beneficio (ACB) de las medidas estructurales de defensa frente a inundaciones.



Funciones de daños según tipos de actividades industriales.

Eje de abscisas: calado alcanzado por la inundación (m). Eje de ordenadas: daños producidos (% del valor total).

- Facilitar la implantación de las actuaciones estructurales de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación
- Proporciona recomendaciones y metodologías para la estimación de los daños por inundación en los distintos usos del suelo: urbano (residencial, comercial, oficinas, edificios dotacionales, servicios públicos, vehículos, etc.), industrial, infraestructuras, agricultura y ganadería

Este trabajo consiste en la elaboración de una guía que contribuya a facilitar la aplicación del ACB de las actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones, como herramienta para determinar su rentabilidad económica, dentro del contexto de la implantación del programa de medidas de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación. Uno de los aspectos principales en los que se centra la guía es el referente a las metodologías a aplicar para la estimación de los daños por inundación, ya que los estudios de viabilidad o rentabilidad económica de las actuaciones de defensa frente a inundaciones requieren contar con una estimación del daño evitado por la actuación, así como su valoración económica, para determinar el beneficio de la misma. La guía consta de una memoria en la que se consideran los siguientes apartados:



Caso de estudio en Jávea. Parcelas de cultivos afectadas por la inundación de octubre de 2007.

- Descripción de fundamentos del ACB y los distintos pasos a seguir para llevarlo a cabo.
- Propuesta metodológica para la cuantificación y valoración económica de los daños por inundación.

Así como una serie de anejos que incluyen:

- Recopilación y análisis de metodologías de estimación de daños por inundación.
- Aplicación de las metodologías de estimación de daños propuestas al evento de inundación que tuvo lugar en Jávea en 2007.

## Evaluación del estado de las aguas superficiales (Lista de Observación)

Contacto: [ana.m.alonso@cedex.es](mailto:ana.m.alonso@cedex.es)



Desde el Centro de Estudios Hidrográficos se presta apoyo técnico a la Dirección General del Agua para la determinación de sustancias emergentes, entre las que están los contaminantes y sustancias incluidos en el programa de control de investigación definido en el Real Decreto de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y en la Directiva Marco del Agua.



Parámetros físico-químicos analizados en los puntos de control. Resultados correspondientes al carbono orgánico total.

En relación con la contaminación emergente, la Directiva 2013/39/UE, de 12 de agosto de 2013, por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, introduce, entre otras cuestiones, un nuevo mecanismo denominado Lista de Observación (*Watch List* - WL), con vistas al objetivo de recogida de datos de seguimiento para apoyar futuras revisiones de la lista de sustancias prioritarias.

La lista de observación se regula en el artículo 25 y anexo IV, apartado c, del *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*. Esta lista está integrada por un conjunto de sustancias seleccionadas entre aquellas de las que la información disponible indique que pueden suponer un riesgo significativo para el medio acuático o a través de él y para las que los datos de seguimiento son insuficientes.

Se han considerado, para su inclusión en la lista de observación, sustancias altamente tóxicas que se utilizan en

- Seguimiento de la red de investigación de la lista de observación
- Análisis de parámetros físico-químicos, pesticidas (8), fármacos (7), cosméticos (1) y sustancias químicas industriales (1)
- Para su estudio se utilizan técnicas analíticas de alta resolución

numerosos Estados miembros y se vierten en el medio acuático, pero que nunca o rara vez son objeto de seguimiento. De esta forma, el seguimiento de las sustancias de la lista de observación debe producir datos de alta calidad sobre sus concentraciones en el medio acuático, adecuados al objetivo de apoyar las evaluaciones de riesgo que permiten la determinación de las sustancias prioritarias.

El seguimiento de este tipo de sustancias en España se realiza durante un periodo de 4 años y en 36 puntos de control correspondientes a 15 depuradoras y su medio receptor, seleccionados por las diferentes confederaciones hidrográficas.

## Investigación aplicada en materia de aireación en rápidas de aliviaderos

Contacto: [juan.j.rebollo@cedex.es](mailto:juan.j.rebollo@cedex.es) / [david.lopez@cedex.es](mailto:david.lopez@cedex.es)



A través del proyecto EMULSIONA, financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, el CEDEX ha podido llevar a cabo en los últimos años diversos estudios relacionados con los efectos de la aireación en estructuras hidráulicas. Este trabajo, realizado en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad Politécnica de Cartagena, ha dado como resultado diversas publicaciones en congresos y revistas internacionales, así como la presentación de una tesis doctoral.



- Proyecto EMULSIONA (Plan Nacional de I+D+i)
- Modelo de grandes dimensiones para asegurar la representatividad de los resultados
- Efectos de la aireación sobre flujos supercríticos en rápidas de descarga
- Influencia de la aireación sobre el rendimiento de la amortiguación de energía en cuencos de resalto

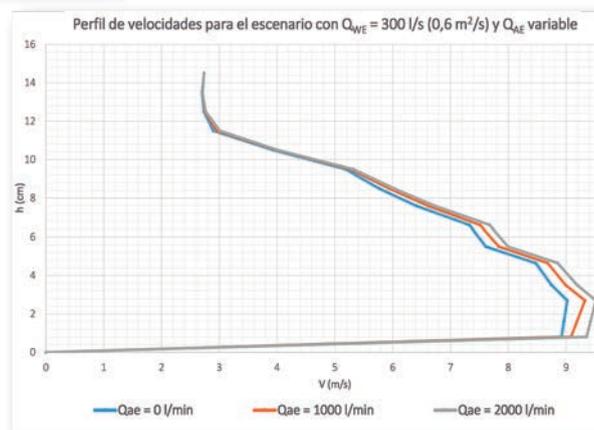
Modelo físico utilizado durante la fase experimental.

Los resultados de esta investigación, que se ha realizado en un modelo de grandes dimensiones en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, muestran un conjunto de conclusiones muy representativas tanto en el funcionamiento de la rápida de descarga como en los efectos de disipación de energía en cuencos de resalto:

- Se han realizado comparaciones con diferentes métodos de medida de concentración en flujos en régimen rápido, resultando el más idóneo la sonda de conductividad.
- Se ha comprobado que, a igualdad de condiciones en la rápida, mayor aireación se traduce en una aceleración del flujo y la reducción de la fricción de los contornos.
- En el análisis del resalto hidráulico no se aprecian mejoras con la variación de concentración en el flujo de entrada, pero si aparece un desequilibrio en el esquema dinámico.
- Se han planteado como líneas de trabajo futuras el desarrollo y la calibración de modelos numéricos para flujos aireados, basados en el esquema lagrangiano del modelo SPHERIMENTAL.

En cuanto al rendimiento científico de este trabajo, las publicaciones más representativas son las siguientes:

- Experimental Analysis of the Influence of Aeration in the Energy Dissipation of Supercritical Channel Flows. (2019) *Water* ISSN 2073-4441.



Resultados de la variación de velocidad del flujo en la rápida con diferentes concentraciones.

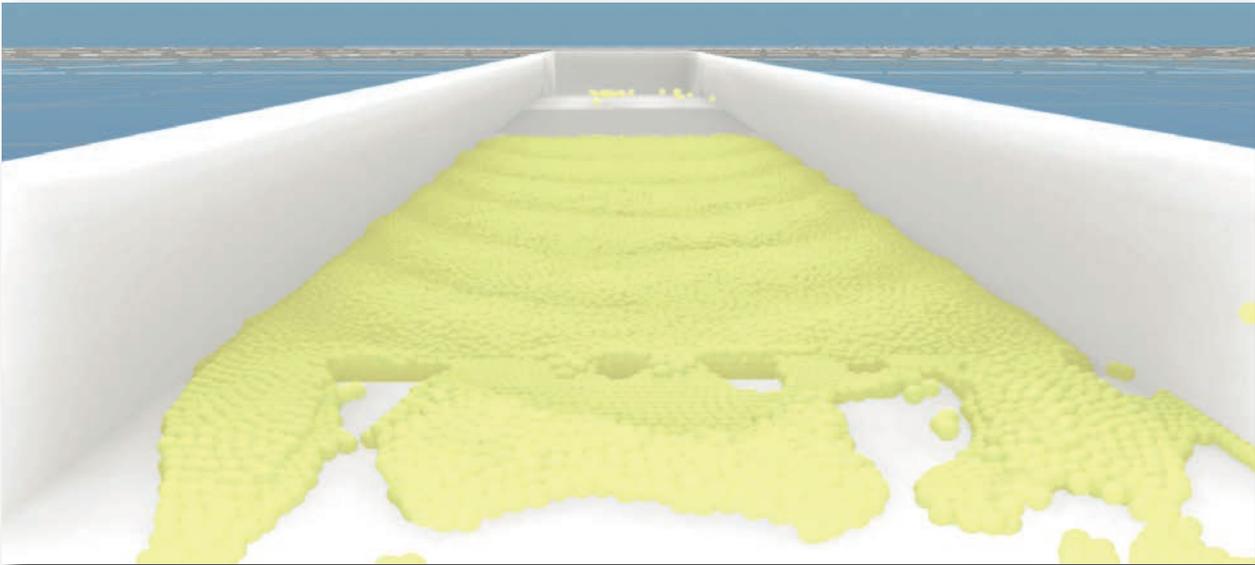
- Energy Dissipation Structures: Influence of Aeration in Supercritical Flows, (2018) *III International Electronic Conference on Water Sciences* (EISSN 2504-3900).
- Tesis doctoral: *Influencia de la aireación del flujo en rápidas y en el rendimiento de amortiguación de energía en cuencos de resalto*. (2019) Universidad Politécnica de Madrid. Autor: Juan José Rebollo Cillán; Directores: David López Gómez y Luis Garrote de Marcos.

## Modelización numérica 3D. Avances de flujos agua-sedimento y agua-aire

Contacto: [david.lopez@cedex.es](mailto:david.lopez@cedex.es)



Unas de las líneas tradicionales de investigación propia del Centro de Estudios Hidrográficos es la simulación hidrodinámica tridimensional de estructuras hidráulicas complejas mediante el modelo de desarrollo propio SPHERIMENTAL.



Simulación numérica 3D de transporte de sedimentos por arrastre de fondo. La imagen sólo visualiza el árido.

- SPHERIMENTAL es un modelo de desarrollo propio del CEDEX
- El modelo tiene múltiples aplicaciones para la simulación hidrodinámica tridimensional de estructuras hidráulicas complejas
- Mejora de las capacidades del modelo para el estudio de flujos bifásicos (agua-sedimento y agua-aire)

Como complemento a un estudio en modelo físico previo, se han analizado numéricamente diversas alternativas para incrementar la capacidad de desagüe actual del aliviadero de la presa de Pálmaces con el objetivo de desaguar la avenida extrema de 590 m<sup>3</sup>/s.

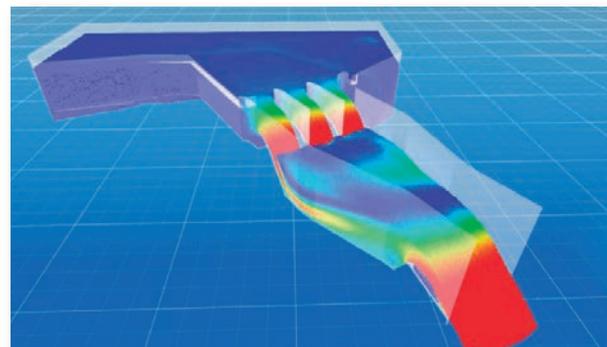
Por otro lado, se ha colaborado con el Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX en el estudio para la corrección del efecto de la erosión localizada en el extremo oeste de la segunda playa de El Sardinero (Santander). Se han realizado simulaciones a fin de estudiar los rebases que el oleaje incidente produce en el paseo marítimo y analizar la influencia de las estructuras transversales dispuestas para controlar la erosión de la playa.

El modelo SPHERIMENTAL se ha mejorado en sus módulos para flujos bifásicos (agua-sedimento y agua-aire),

los cuales resuelven las ecuaciones de la dinámica entre flujos homogéneos (agua, sedimento o aire), considerando las ecuaciones reológicas correspondientes a cada material (de fricción en el caso del sedimento y viscosas en el caso de los fluidos).

En el contacto de agua y sedimento se emplea el criterio de Shields para establecer las condiciones de inicio de arrastre. La interacción entre los diferentes medios agua-sedimento permite reproducir las formas del lecho de un río como son las rizaduras y las dunas.

La interacción de agua y aire permite estudiar fenómenos transitorios en flujos bifásicos en estructuras hidráulicas.



Estudio hidrodinámico del aliviadero de la presa de Pálmaces.

## Exposición: Santo Domingo de la Calzada. El Ingeniero del Camino

Contacto: [dolores.romero@cedex.es](mailto:dolores.romero@cedex.es)



**Basada en las obras de ingeniería relacionadas con el Santo en el Camino de Santiago, la muestra estuvo expuesta desde julio de 2019 hasta enero de 2020 en el Centro de Exposiciones de San Francisco de la localidad riojana.**



*El puente de la Rabia es un paso del río Arga, muy cercano a la localidad navarra de Zubiri. La denominación Zubiri significa en euskera "el pueblo del puente". Se encuentra en el Camino de Santiago Francés que da acceso a la población desde Roncesvalles.*

La exposición, junto a otras actividades como conferencias y conciertos, se desarrolló con motivo de la declaración del Año Jubilar Calceatense, a los que se sumó a la celebración del milenario del nacimiento del Santo.

La muestra fue organizada por CEHOPU en colaboración con el Obispado de la Diócesis de Calahorra y La Calzada-Logroño, por medio de especialistas e investigadores de la parroquia local.

La exposición contó con material gráfico, además de maquetas, libros y planos, objetos originales y reproducciones o representaciones a escala 1:1, catálogo, cartelería y programa de mano.

CEHOPU aportó la dirección y la coordinación de la muestra, la comisaría conjunta, la dirección del montaje y desmontaje, y el transporte de los componentes de la exposición (tanto los de nueva factura como las maquetas de su Colección de Historia de las Obras Públicas del CEDEX). El Obispado, vía Año Jubilar, aportó entre otros elementos el

diseño y realización del catálogo de la muestra, con la colaboración en los contenidos del CEHOPU. Para finalizar, el éxito de público y crítica llevó a la organización a ampliar el plazo de estancia, extendiéndose hasta enero de 2020.



*El puente de Ibero, también llamado Paso Ibero, Puente Fitero o Ponteroso, situado sobre el río Pisuerga entre Ibero de la Vega e Ibero del Castillo, es uno de los puentes más largos del Camino de Santiago, con once arcadas de sillería.*



An abstract graphic design featuring a winding road on the left with a person walking. A white cloud is positioned in the center, and a colorful compass is located below it. The background consists of large, overlapping organic shapes in shades of blue, green, and yellow. A dark blue circle at the bottom contains the text.

**CENTROS Y  
LABORATORIOS**



## CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE



*La importancia de la infraestructura como soporte de la movilidad.*

El Centro de Estudios del Transporte (CET) del CEDEX trabaja en una amplia diversidad de aspectos relacionados fundamentalmente con las carreteras, en tanto que son la **infraestructura** sobre la que descansa el **transporte**, tanto de personas como de mercancías y, en definitiva, permiten la **movilidad** por todo el territorio, al tiempo que lo vertebran y le dan cohesión.

En ese sentido, el CET atiende a las necesidades de la infraestructura como tal, referidas tanto a la **caracterización de los materiales** que la constituyen, al análisis del **comportamiento estructural** de las distintas capas que integran el firme y a la evaluación de las **características superficiales** de la capa de rodadura.

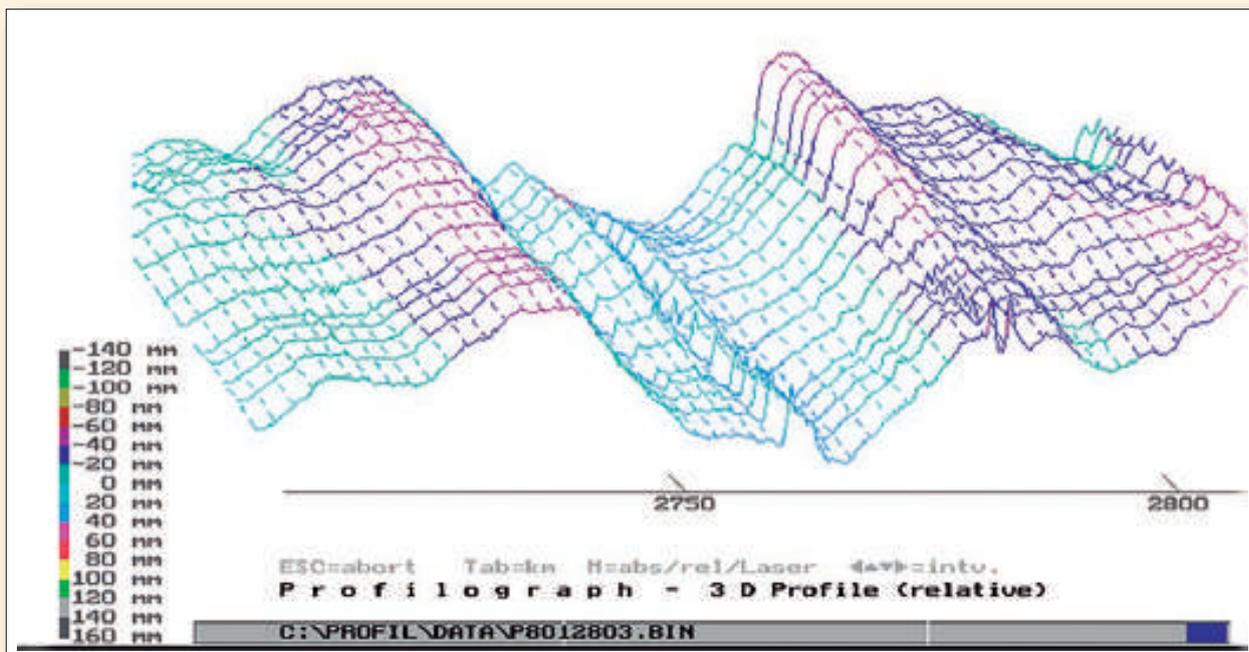
Desde el CET también se estudian los requisitos de **seguridad vial** de las carreteras, pues no se debe obviar que todavía, y a pesar de los esfuerzos realizados para reducir esta tragedia, algo más de 1.000 personas al año pierden su vida en las carreteras, y es tarea incuestionable de los gestores que éstas sean lo más seguras posibles.

Igualmente, se analiza el **tráfico** que circula por ellas, puesto que esta información permite conocer las cargas que están actuando y la manera en que afectan al deterioro de los firmes, además de una **gestión eficiente** de la

infraestructura y del tráfico, todo ello encaminado a una **conservación** de las carreteras adaptada en cada momento a las circunstancias y a la disponibilidad de recursos.

También es importante significar que las carreteras forman parte del sector de la construcción, que es uno de los mayores consumidores de **recursos naturales**, y que el transporte por carretera es responsable de aproximadamente el 90% del total de las **emisiones del transporte**, que a su vez representan del orden del 30% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país. Por ello, las actuaciones realizadas en el ámbito de la carretera han de estar inspiradas y orientadas a conseguir una importante **reducción de su huella de carbono**.

Para ello, el CET se está volcando en nuevas iniciativas, entre ellas, el estudio y aplicación de **nuevos materiales procedentes de residuos**, la creación de una base de datos como herramienta para sustentar la realización de estudios de análisis del ciclo de vida (ACV) en los proyectos de carreteras, el desarrollo de una metodología para la evaluación de los efectos derivados del **cambio climático**, y por supuesto, la investigación sobre las nuevas posibilidades y líneas de trabajo vinculadas a una **movilidad sostenible y conectada**.



Levantamiento 3D del perfil transversal y longitudinal de la capa de rodadura de una carretera.

Ya, de manera concreta, los ámbitos en los que ha venido trabajando el CET durante 2019 han sido los siguientes:

- Seguimiento del **refuerzo del firme** de una carretera de la Red de Carreteras del Estado, por medio de **sensores insertados en el firme**, que permiten conocer en tiempo real la evolución de los deterioros previos a la ejecución de dicho refuerzo. Toda la información es procesada de manera semiautomática, aportando al gestor de la carretera la información precisa para poder determinar en cada momento el estado del firme y la actuación de conservación más adecuada. La generalización de estaciones de monitorización como la colocada en este tramo permitiría implementar estrategias de **mantenimiento predictivo de las infraestructuras**, lo que repercutiría en una conservación más eficaz con unos menores costes a lo largo de su ciclo de vida.

- Caracterización, por medio de sensores incorporados en la infraestructura, de un **tramo experimental** de carretera construido con una subbase de suelo cemento en cuya fabricación se han empleado, como áridos, unas **escorias procedentes de la incineración de residuos sólidos urbanos** en Palma de Mallorca. Este trabajo se ha realizado para la empresa TIRME, gestora de la incineradora de dicha ciudad.

- Colaboración en la supervisión de numerosos tramos de carreteras de la Red de Carreteras del Estado cuya conservación se realiza a través de **contratos concesionales**.

- Organización del ensayo de intercomparación de equipos para la **medida de la fricción** (tipo SCRIM), y para la

**medida de la regularidad longitudinal** (tipo perfilómetro láser), lo que permite mejorar la calidad de las auscultaciones de los firmes.

- Apoyo a la Demarcación de Carreteras en Andalucía en relación a una anomalía detectada en una autovía en construcción, caracterizando el suelo cemento empleado en la obra con el fin de **detectar posibles patologías** en los materiales empleados en su fabricación o en el proceso de su puesta en obra.

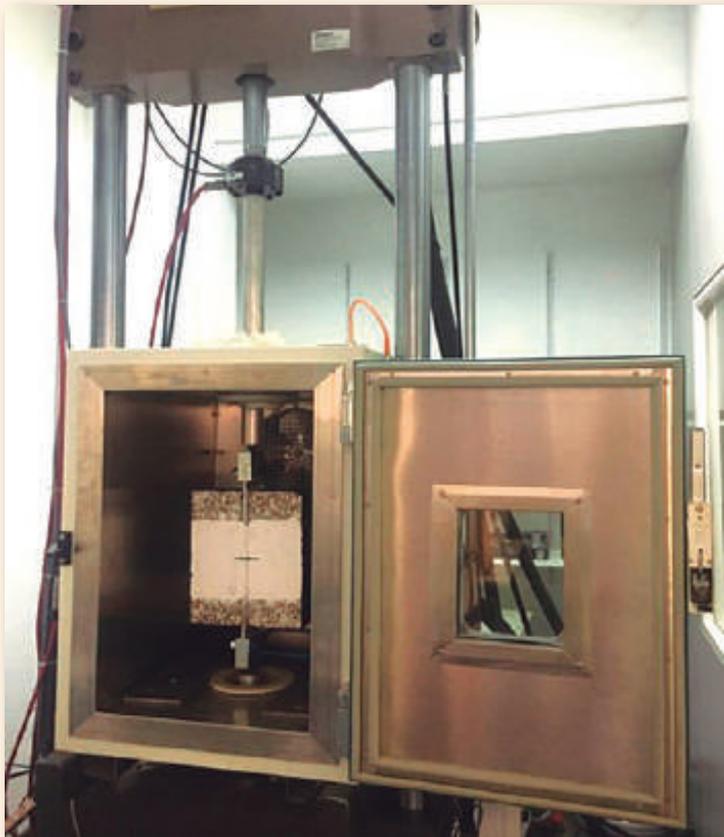
- Experimentación y puesta a punto de dos nuevos ensayos para el **estudio de sistemas anti-reflexión de fisuras**, simulando un firme rehabilitado en el que la grieta existente se refleja hacia la superficie, debido, por un lado, al paso de vehículos y, por otro, a los efectos térmicos. La información que se espera obtener de estos ensayos puede ser muy relevante para el diseño de las rehabilitaciones de los firmes en servicio.

- Coordinación del grupo de trabajo –creado desde la DGC del MITMA–, constituido por los principales actores vinculados a la **incorporación del polvo de caucho** procedente de neumáticos al final de su vida útil (NFVU) en la **fabricación de mezclas bituminosas** para carreteras. El objetivo de este grupo de trabajo ha sido preparar la documentación técnica que formará parte de una nueva orden circular, que recogerá precisamente las especificaciones aplicables al propio polvo de caucho, a los ligantes y a las mezclas bituminosas que lo incorporen.

- Revisión de la documentación sobre determinadas obras en las que se ha empleado **polvo de caucho NFVU** en la



*Estrategias para reducir la huella de carbono de las carreteras.*



fabricación de mezclas bituminosas. El objetivo es acreditar el empleo de este material, de manera que esta información se pueda incorporar en el **certificado de sostenibilidad** de la obra correspondiente, documento que aportaría méritos añadidos desde el punto de vista medioambiental, y de cara a futuras licitaciones de obras en las que se apliquen criterios de valoración basados en la reutilización y el reciclado de materiales procedentes de residuos.

– Colaboración con la Cátedra de Caminos de la Universidad Politécnica de Cataluña en la redacción y edición de la **norma NLT-383, sobre el ensayo Fénix**, ideado por aquélla, que se publicará a mediados de 2020. Este ensayo mecánico permite determinar de forma relativamente sencilla algunos parámetros relacionados con las características de ductilidad, fluencia y tenacidad de las mezclas bituminosas, propiedades que **permiten valorar su resistencia a la fisuración**.

– Colaboración con el grupo de trabajo sobre el **ensayo de adherencia entre capas de mezclas bituminosas (ALEAS)**, a través del cual se va a proponer a la DGC la adopción de nuevos valores para la especificación actual que figura en el **artículo 531 del PG-3**. Asimismo, por parte del CEDEX y con la colaboración de dicho grupo de trabajo, se revisará el procedimiento de **ensayo descrito en la norma NLT-382/08**, en el que se basan los valores actuales del PG-3.

– Participación en los ensayos comparativos, organizados por el grupo de trabajo sobre **mezclas templadas recicladas (30% y 80%) con emulsión**, promovido por los fabricantes de emulsiones bituminosas (ATEB). El estudio abarca dos métodos de compactación de las probetas, medida de su rigidez y su resistencia a compresión.

– En cuanto al **pesaje dinámico de vehículos**, se han llevado a cabo trabajos en el marco del proyecto de I+D+i **Repara 2.0**, "Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas

*Experimentación y puesta a punto de nuevos ensayos para el estudio de sistemas anti-reflexión de fisuras.*



*Análisis de medidas de adaptación y mitigación para reducir los impactos derivados del cambio climático en las carreteras, entre ellos los vinculados a precipitaciones intensas.*

de información para la REhabilitación sostenible de PAVimentos de carreteras”, financiado por el CDTI. Dichos trabajos tienen por finalidad demostrar la capacidad de esta técnica para obtener una información detallada sobre las **cargas debidas al tráfico** –sin interrumpir la circulación–, lo que es de gran aplicación práctica en la gestión viaria. En concreto, se ha instalado un **sistema de pesaje dinámico de tipo piezoeléctrico** en uno de los carriles de la autovía A1, en el término municipal de El Molar (Madrid).

– Asimismo, se ha estado trabajando dentro del ámbito del estudio de la **seguridad vial en relación con la infraestructura**, donde cabe citar la participación en el Comité Técnico CT 3.1 “Políticas y programas nacionales de seguridad vial” de la **Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR)**, en lo relativo a la definición de las políticas nacionales para la aplicación de lo que se conoce como el “**Sistema seguro**”, concepto que, partiendo de reconocer que las muertes y lesiones graves en la carretera son inaceptables y

evitables, tiene por objeto garantizar que ningún usuario de la vía pública se vea sometido a un impacto en caso de accidente que le pueda causar la muerte o lesiones graves que lo incapaciten a largo plazo.

Desde el CET, somos conscientes de que la **movilidad** está cambiando y que estos cambios van a ser importantes y a corto plazo. Además de los vehículos tradicionales, aparecen los **vehículos autónomos y conectados**, con nuevas necesidades, destacando entre ellas las vinculadas a las tecnologías de la información y la comunicación. Consecuentemente, se hace necesario estar preparados para gestionar grandes cantidades de datos (**Big Data**) y abrir paso a la **inteligencia artificial** como una herramienta más de gestión de las infraestructuras. Igualmente, es necesario contar con recursos para dar respuesta a la necesidad de que las **carreteras** sean **resilientes, seguras, conectadas, adaptables y autorreparables**, lo que constituye todo un reto para el que el CET se está preparando.



## LABORATORIO DE GEOTECNIA

**Figura 1.**  
Localización de los  
tramos de carretera  
con patologías  
geotécnicas  
analizados en 2019.



Dentro del CEDEX, el Laboratorio de Geotecnia es el centro especializado en las actividades de la ingeniería civil vinculadas al terreno, desarrollando funciones de investigación y asistencia técnica. Participa en las tres fases en las que se podría dividir cualquier actuación geotécnica: 1º) fase de reconocimiento del terreno o del problema geotécnico, mediante ensayos de laboratorio, de campo y técnicas de auscultación; 2º) fase de análisis, mediante la realización de cálculos analíticos y numéricos, pruebas *in situ* o a escala real y observación geotécnica; y 3º), fase de contribución a la seguridad de las obras, mediante emisión de informes geotécnicos de recomendaciones sobre soluciones de proyecto, corrección de patologías o métodos constructivos para obras concretas, o mediante la elaboración de guías o manuales técnicos.

En 2019, el ámbito de actividad principal se ha centrado fundamentalmente en la geotecnia de carreteras, de ferrocarriles y de puertos y costas, así como en temas de geotecnia ambiental y obras hidráulicas. Ha sido importante asimismo la actividad en I+D, formación y normalización. Los clientes han sido fundamentalmente institucionales: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agencia Urbana [Dirección General de Carreteras (DGC), Puertos del Estado (PE)], Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [Dirección General del Agua (DGA)],

Confederaciones Hidrográficas, Costas, Calidad Ambiental; también se han realizado trabajos para comunidades autónomas, empresas privadas y para la Unión Europea (proyectos de I+D; CEN).

En cuanto a recursos humanos, en 2019 el laboratorio ha contado con 44 efectivos, de los cuales 24 son funcionarios (16 del Grupo A1, 7 de los cuales con titulación de doctor), 1 contratado de I+D, y 19 laborales, la mayor parte técnicos de Grupo 3.

Por lo que respecta a su capacidad tecnológica, el laboratorio cuenta con un completo conjunto de equipos de ensayo geotécnico y con una serie de equipos e instalaciones singulares, entre las cuales pueden destacarse las siguientes: el Cajón Ferroviario del CEDEX; la caja de corte de 1 metro cúbico y equipos de ensayo de materiales de grandes dimensiones; y el conjunto de equipos de ensayo de dinámica de suelos, incluyendo un nuevo equipo de columna resonante y corte torsional; y en lo referente a equipos de campo: el presiómetro autopercutor, el piezocono sísmico, y el conjunto de equipos geofísicos sísmicos y electromagnéticos.

Se destacan a continuación las principales actuaciones en 2019, agrupadas por temática:



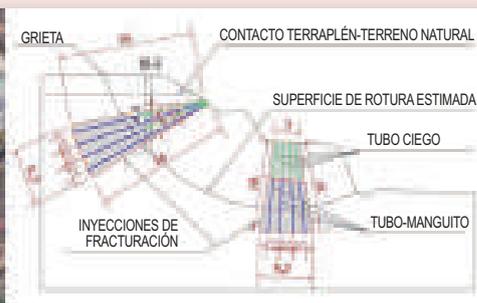
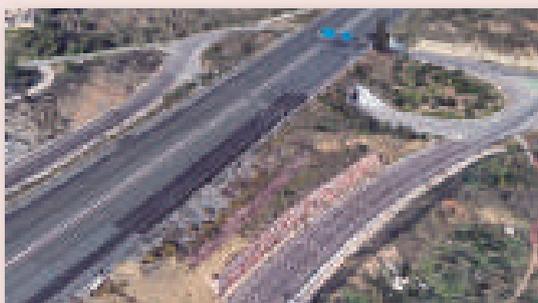
**Figura 2.**  
Tratamiento del terreno por mezcla en profundidad SE30, Sevilla.

**Geotecnia de carreteras:** para la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, el Laboratorio de Geotecnia ha realizado estudios de asistencia técnica y trabajos de instrumentación para seguimiento de patologías en diversos puntos de la red de carreteras del Estado (figura 1).

Desmante en la autovía A7 junto a la localidad de Carchuna (Granada); patologías en diferentes carreteras de la provincia de Cantabria; informe sobre ampliación de obras de emergencia en la autovía A48 (Cádiz); patologías en el p.k. 376+200 en la calzada Jaca-Huesca de la A23 en Nueno (Huesca); estabilización de bloques de roca por riesgo de desprendimiento en la carretera N630, Pola de Gordón (León); patologías en terraplén del p.k. 298,000 de la autovía A40 (Cuenca); deformaciones en la autovía A4 entre los pp.kk. 333+000 y 333+740 en ambos márgenes y 340+000 a 340+700 en la margen izquierda (Jaén); patologías en dos puntos de la autovía A44 en el entorno de La Guardia (Jaén); patología en el tramo entre los pp.kk. 12+625 y 13+000 de la Circunvalación de Burgos BU30; patologías observadas en diferentes pp.kk. de la N432 (provincia de Córdoba); túneles de Ramoncillos en la Autovía del Mediterráneo, en el tramo Polopos-Albuñol (Granada); análisis de las patologías existentes en la estructura E2 del tramo: "Central Térmica-CN-340(A) de la autovía MA22, Acceso al puerto de Málaga (2ª Fase)"; patologías en el entorno del falso túnel del p.k. 851 de la N420 (Coll de la Teixeta) (Tarragona). Asimismo, hay que destacar el apoyo en fase de obra prestado durante la ejecución de tratamiento del terreno por Mezcla en Profundidad (Soil Mixing) en la SE30 (Sevilla),

(figura 2); y la asistencia técnica durante tratamiento mediante inyecciones de fracturación en el enlace de Virreinas, pp.kk. 241+200 a 241+300 (Málaga), (figura 3).

**Geotecnia ferroviaria:** las labores del Laboratorio de Geotecnia abarcan cuatro campos de actuación: ensayos a escala 1:1 en el cajón ferroviario del CEDEX, instrumentación y ensayos *in situ* en secciones ferroviarias, modelización de secciones ferroviarias y ensayos de laboratorio sobre materiales usados en las vías férreas. En 2019 destacan las labores en el ámbito de la modelización numérica, orientadas básicamente al análisis de los ensayos realizados en el cajón ferroviario del CEDEX, así como de problemas relacionados con la velocidad crítica. Se han llevado a cabo ensayos en el cajón ferroviario de carga inclinada sobre prototipo de vía en placa, en el seguimiento de los estudios llevados a cabo para el proyecto Capacity4Rail. En el ámbito del proyecto sobre métodos de determinación de la velocidad crítica de secciones ferroviarias, se ha trabajado en dos abordajes: 1º) el método basado en las curvas de dispersión del sistema formado por capas ferroviarias, terraplén y terreno natural; y 2º), el método basado en la matriz de rigidez del terreno (programa Moving Bell-E. Kausel MIT 2018) para la determinación de movimientos verticales en vía. Se ha trabajado también en un proyecto de I+D interno sobre la caracterización geotécnica del contacto traviesa-balasto (figura 4). En el ámbito normativo, se ha trabajado en la elaboración de ponencias en el Comité de redacción de normativa UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles).



**Figura 3.**  
Tratamiento mediante inyecciones de fracturación en el enlace de Virreinas, pp.kk. 241+200 a 241+300 (Málaga).

**Figura 4.**

Estudio de caracterización geotécnica del contacto traviesa-balasto.

**Figura 5.**

Accesos a la nueva terminal del puerto de Cádiz.



**Geotecnia portuaria:** en 2019 se han realizado diversos trabajos de asesoramiento geotécnico a Puertos del Estado. En lo relativo a revisión geotécnica de proyectos, se han analizado los siguientes: prolongación del nuevo muelle comercial del puerto de Marín; adecuación del muelle de Raíces, para nuevos tráficos en el puerto de Avilés; asesoramiento en fases constructivas de la ampliación norte del muelle Sur (tablestacas, récord en España, 33 m) del puerto de Huelva; proyecto de reparación de la vía de agua en el falso túnel a la nueva terminal (valoración de alternativas de sellado, pruebas *in situ*, y apoyo en las fases de ejecución) en el puerto de Cádiz; planteamiento y seguimiento de la campaña para el dragado y ampliación de la bocana del puerto de Cádiz. Con respecto al análisis de patologías, se ha trabajado en el puerto de Huelva, en la auscultación mediante geofísica y ensayos de penetración de las chimeneas surgidas y de los defectos del paramento de hormigón; también se han analizado las pantallas en T del muelle Sur de este puerto; se ha efectuado también el seguimiento de los asientos secundarios del paseo marítimo del puerto de Huelva. Se ha intervenido en apoyo de las Autoridades Portuarias en la resolución de diferentes conflictos y litigios. En concreto: en el puerto de Cádiz, sobre las pantallas de hormigón del falso túnel de acceso a la terminal (figura 5); en el puerto de Huelva, sobre los ensayos de la escollera de la mota desde la que se hincarán las tablestacas; y en el puerto de Cádiz, sobre los ensayos de caracterización de materiales del entorno de las pantallas.

**Geotecnia ambiental:** se ha iniciado una colaboración con el CETA para dos estudios, relativos a la restauración ambiental del río Vinalopó, y a la prevención de lixiviación de lindano procedente de un vertedero, en el río Gállego. En el ámbito del aprovechamiento de residuos en obras geotécnicas, se ha presentado una ponencia en Portugal sobre los trabajos históricos y presentes del Laboratorio de Geotecnia en esta temática y se ha analizado la posibilidad de colaboración en el ámbito de la Estrategia de Gestión y Recuperación de Residuos de Construcción y Demolición para Madrid Nuevo Norte.

**Geotecnia de obras hidráulicas:** se ha reactivado la actividad de asistencia técnica a la Dirección General del Agua (DGA) en tema de análisis de patología geotécnica de presas. Se han comenzado los análisis de las siguientes presas y problemáticas: presa de tierras de Alcorlo (Tajo): degradación e inestabilidad de la escollera de aguas arriba; presa bóveda de La Tajera (Tajo): indicios de carst bajo el cimientto; presa de tierras de Mairaga (Ebro): patología del espaldón de aguas abajo.

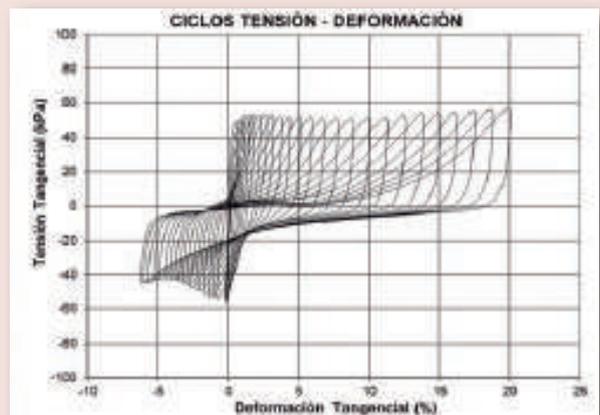
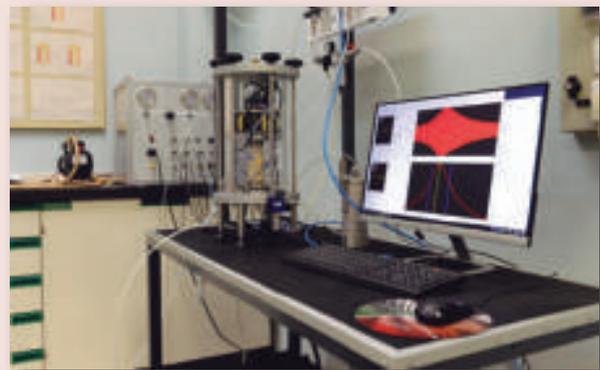
**I+D+i:** en este ámbito se ha continuado con el desarrollo de las aplicaciones de las técnicas geofísicas disponibles en el laboratorio: Se han preparado las diferentes líneas de investigación de los contratos de I+D de 8 nuevos investigadores, los cuales han dado comienzo el 31 de diciembre. Estas líneas son las siguientes: modelización numérica avanzada para el estudio de patologías

geotécnicas de obras públicas y monumentos históricos e interpretación de ensayos *in situ* e instrumentación (2 contratados); modelización numérica del comportamiento dinámico de líneas férreas; desarrollo de la realización de ensayos dinámicos en suelos y en balasto; desarrollo de técnicas de auscultación geotécnica de estructuras costero-portuarias y de técnicas de tratamiento del terreno y su control (2 contratados); desarrollo de ensayos geotécnicos en rocas y en materiales granulares gruesos; y estudio de los aspectos teóricos y experimentales de los suelos no saturados relacionados con la geotecnia.

**Normalización:** se ha trabajado en los comités de normalización nacionales de UNE. En concreto, en el Comité CTN 103-Geotecnia de UNE y en el Subcomité EC-7 del Comité CTN 140-Eurocódigos Estructurales, de los cuales se ostenta la Presidencia, así como en los diferentes subcomités y grupos de trabajo de los mismos. Se ha seguido trabajando en la redacción de la ponencia del futuro Eurocódigo 7, Proyecto Geotécnico, encargada por CEN TC-250, a través de Nederlands Normalisatie-Instituut (NEN). En el ámbito ferroviario, se ha trabajado en la elaboración de ponencias en el comité de redacción de normativa UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles): se ha finalizado la correspondiente a la UIC-IRS 70719 (Earthworks and track bed construction for railway lines), y se han comenzado los trabajos relativos a la redacción de la UIC-IRS 70722 (Maintenance and improvement of earthworks and track bed of existing railway lines).

**Transferencia tecnológica:** en 2019 se ha realizado la 37ª edición del *Máster de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica* CEDEX-UNED, y la *Jornada Técnica de Presentación del Anejo Nacional Español del Eurocódigo 7 y Guía para el proyecto de Cimentaciones*, los días 2 y 3 de octubre. Se ha logrado mantener el CEDEX como principal punto de encuentro del sector geotécnico en España, con la celebración de las jornadas técnicas anuales de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG), la Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR) y la Asociación de empresas de Técnicas del Suelo y del Subsuelo (AETESS). El Laboratorio de Geotecnia mantiene la sede de las dos principales sociedades científicas geotécnicas: SEMSIG y SEMR y ha apoyado las actividades desarrolladas por estas dos sociedades. Se ha participado en diferentes plataformas técnicas nacionales y europeas (ELGIP, GEOPLAT), y se ha mantenido el servicio de la biblioteca geotécnica del laboratorio, la más completa en esta temática en España.

**Trabajos de laboratorio:** por medio del Servicio Técnico Permanente se realizan ensayos geotécnicos para diferentes clientes nacionales y extranjeros. Además, se realizan ensayos de laboratorio en el ámbito de encargos, convenios y trabajos de investigación. En 2019 se han emitido más de 25 informes de trabajos finalizados, destacando: ensayos de corte directo 1x1 metro; ensayos



**Figura 6.** Trabajos en la sección de ensayos dinámicos del Laboratorio de Geotecnia.

de áridos impregnados de sales fundidas, para un estudio de la contaminación de la cimentación singular (con arlita) de un tanque con las sales viscosas que almacena a 500 °C; ensayos de caracterización de áridos ligeros; y diferentes colaboraciones con diferentes empresas privadas y universidades (UaC, UPM, UCM, USAL). En la sección de química se han realizado más de 205 ensayos correspondientes a 8 trabajos diferentes, pudiendo destacarse la colaboración con el LCEYM (ensayos sobre aguas y materiales de presas, muestras de cinc) y con el CET (lixiviados de polvo de caucho), un estudio sobre el procedimiento de determinación del LOI (pérdidas por ignición) a 550 °C y estimación del contenido de materia orgánica en suelos. Debe destacarse la publicación de la monografía CEDEX nº 141 *Ensayos de análisis químico en Geotecnia. Empleo de técnicas instrumentales*, elaborada por un investigador del laboratorio en base a su Trabajo Fin de Máster para el *Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica*.

Con respecto a la sección de ensayos dinámicos (figura 6), destacan los ensayos cíclicos para el proyecto Fauces, de la Universidad de Salamanca; en relación con el nuevo equipo de columna resonante, el establecimiento de procedimientos de ensayo, y los ensayos sobre arena de Otawa; y el desarrollo de las aplicaciones de los *bender elements* en la determinación de la velocidad de propagación de ondas en probetas de caolinita y del módulo de corte máximo ( $G_{m\max}$ ), en probetas de bentonita.



*Certificación del equipo embarcado ERTMS de Hitachi (Ansaldo).*

En 2019 el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha continuado con sus actividades principales, a saber: pruebas en laboratorio de líneas ERTMS, certificación de equipos ERTMS y proyectos de I+D tanto europeos como nacionales. También ha iniciado una línea muy importante de creación del denominado Laboratorio Nacional de ERTMS, todas ellas se describen a continuación.

En lo relativo a pruebas en el laboratorio de líneas ERTMS, la más significativa ha sido la línea de alta velocidad Antequera-Granada, que se probó en el LIF en la primera mitad del 2019 y que, finalmente, fue puesta en servicio el 26 de junio de 2019. Esta línea se probó en el laboratorio mediante la integración en el mismo de los dos RBCs (Centro de Bloqueo por Radio) de Siemens que la equipan, y la ejecución de las pruebas de interoperabilidad con un equipo ERTMS embarcado de Alstom. En las pruebas del LIF se detectó un error de Handover o transición entre los RBCs, que posteriormente se reprodujo en las pruebas en vía y que tras ser resuelto permitió la apertura comercial de la línea.

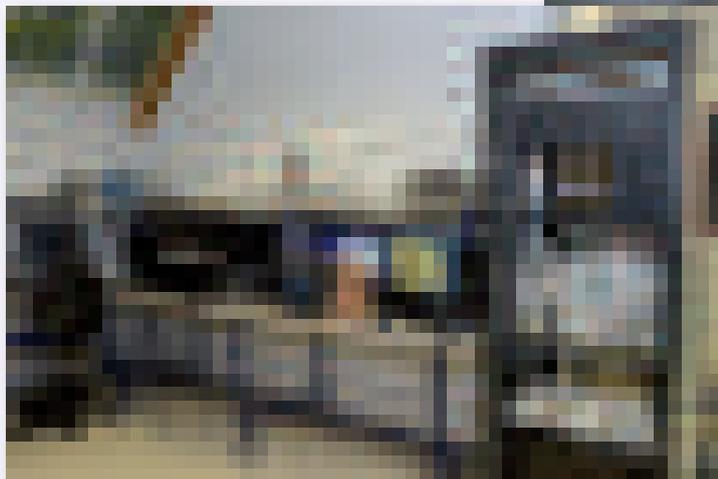
También durante 2019 se han realizado las pruebas de interoperabilidad de la línea que une Dakar con su aeropuerto. Se trata de una línea ERTMS N2 equipada con el RBC de Thales de la línea de base 2 (BL2), por el que circulará el equipo embarcado de la línea de base 3

(BL3) de Alstom. En este caso, el LIF ha realizado la definición, ejecución y evaluación de las pruebas de interoperabilidad, que han demostrado como un equipo BL3 circula sin problemas sobre una línea de la BL2, escenario que se reproducirá en breve en España cuando se equipen los trenes con equipos de la línea de base 3 (BL3).

En el último trimestre de 2019 se han integrado en el LIF los equipos ERTMS de la línea de cercanías de Barcelona entre Badalona y Mataró. Se ha integrado el enclavamiento de Bombardier y el RBC de Alstom BL2 e, igualmente, el equipo embarcado de Alstom de la línea de base 3. La integración de los PLO (Puesto Local de Operación) y del PCE (Puesto central de ERTMS), así como la capacidad de los simuladores del LIF, permiten ejecutar todo tipo de ensayos dinámicos como establecimiento de cualquier tipo de ruta, cambio de itinerarios, cierre intempestivo de señales, implantación de limitaciones temporales de velocidad (LTVs), circulaciones de varios trenes, etc.

En lo relativo a certificación de equipos ERTMS, hay que destacar que en diciembre de 2019 se finalizaron, con la entrega del informe final oficial, las pruebas de certificación del equipo embarcado ERTMS de Hitachi (antes Ansaldo), por lo que dicho equipo ha quedado certificado para la versión 3.4.0 de la línea de base 3. Este equipo es el que

TGV francés equipado  
con el ERTMS  
certificado en el LIF.



Banco de ensayos de Cercanías de Barcelona.

va a desplegar la SNCF en la red ferroviaria francesa de alta velocidad, ya que el llamado bi-standard de Hitachi agrupa el ERTMS BL3 y el sistema TVM de la red de alta velocidad francesa. Es la primera vez que se prueba en España un equipo de la línea de base 3 de forma exhaustiva mediante la ejecución de las más de 700 secuencias de test que conforman el Subset-076 de certificación de equipos embarcados ERTMS.

En relación a proyectos de I+D, el LIF ha participado de forma activa a lo largo del 2019 en dos proyectos europeos relacionados con la utilización del sistema de posicionamiento por satélite Galileo en el ferrocarril: el primero de ellos es el proyecto ERSAT (**ERTMS and SATellite**), que ha finalizado en diciembre de 2019 y en el que se ha desarrollado una metodología para la clasificación de la viabilidad de la utilización de la localización por satélite de cada tramo de una línea ferroviaria, habiéndose realizado una campaña de ensayos en la línea española entre Almorchón y Mirabueno. En el segundo, el proyecto GATE4RAIL, se está desarrollando una plataforma para ensayar en laboratorio líneas ERTMS en las que se utilice el Galileo para la localización del tren. Este proyecto finalizará en diciembre de 2020.

Otro aspecto muy relevante en la I+D ferroviaria que desarrolla el LIF ha sido su introducción en las tecnologías de Hyperloop, el sistema de transporte terrestre de muy alta velocidad (1000-1200 km/h) que se está empezando a investigar. La participación del LIF se concreta en los

siguientes puntos: 1) remisión del proyecto *Sistema de Aceleración y Levitación para Trenes Ultrarrápidos* ("Acceleration and Levitation System FO r UltraRapid TRAIN") ALAS4TRAIN a la convocatoria RETOS de 2019, un proyecto de I+D conjunto con el Ciemat y con la empresa Zeleros; 2) el posible desarrollo a partir de 2021 de una pista de ensayos a escala real con el apoyo financiero del CDTI, mediante el procedimiento de Compra Pública Innovadora; y 3), el LIF ha sido denominado como representante de la Administración española a las reuniones que sobre esta tecnología del Hyperloop está convocando la DG Move de la Comisión Europea, habiendo ya asistido a dos reuniones durante 2019.

Por último, a lo largo del segundo semestre de 2019 el LIF ha lanzado la iniciativa de la creación del denominado **Laboratorio Nacional de ERTMS** mediante la propuesta de firma de un Memorando de Entendimiento (MoU) entre la Administración (CEDEX, ADIF, AESF, RENFE e INECO) y la industria del ERTMS en España, para que se puedan probar en el LIF todas las líneas españolas equipadas con el ERTMS mediante la cesión de equipos de las empresas al LIF y el suministro y mantenimiento de los datos actualizados de todas las líneas por parte de ADIF. De esta forma, se podrán probar los trenes futuros que pretendan circular por dichas líneas de forma que una vez depurada la interoperabilidad en el laboratorio se minimicen las pruebas futuras sobre la línea en servicio. Este MoU se presentó en la reunión mantenida con todo el sector el 22 de noviembre de 2019 y se acabará de configurar en los primeros meses de 2020.



## LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES

En 2019, el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) ha desarrollado una amplia actividad, que ha dado lugar a la emisión de 75 informes técnicos relativos a trabajos de asistencia técnica de alto nivel, experimentación e investigación, y desarrollo en el campo de las estructuras de ingeniería civil y edificación y de los materiales de construcción, para diferentes organismos del sector público y empresas privadas.

Entre las actividades llevadas a cabo, tienen importancia especial las relativas a los estudios de patología y evaluación del estado de estructuras de todo tipo (edificios, puentes de carretera y de ferrocarril, presas, diques portuarios), que presentan problemas importantes,

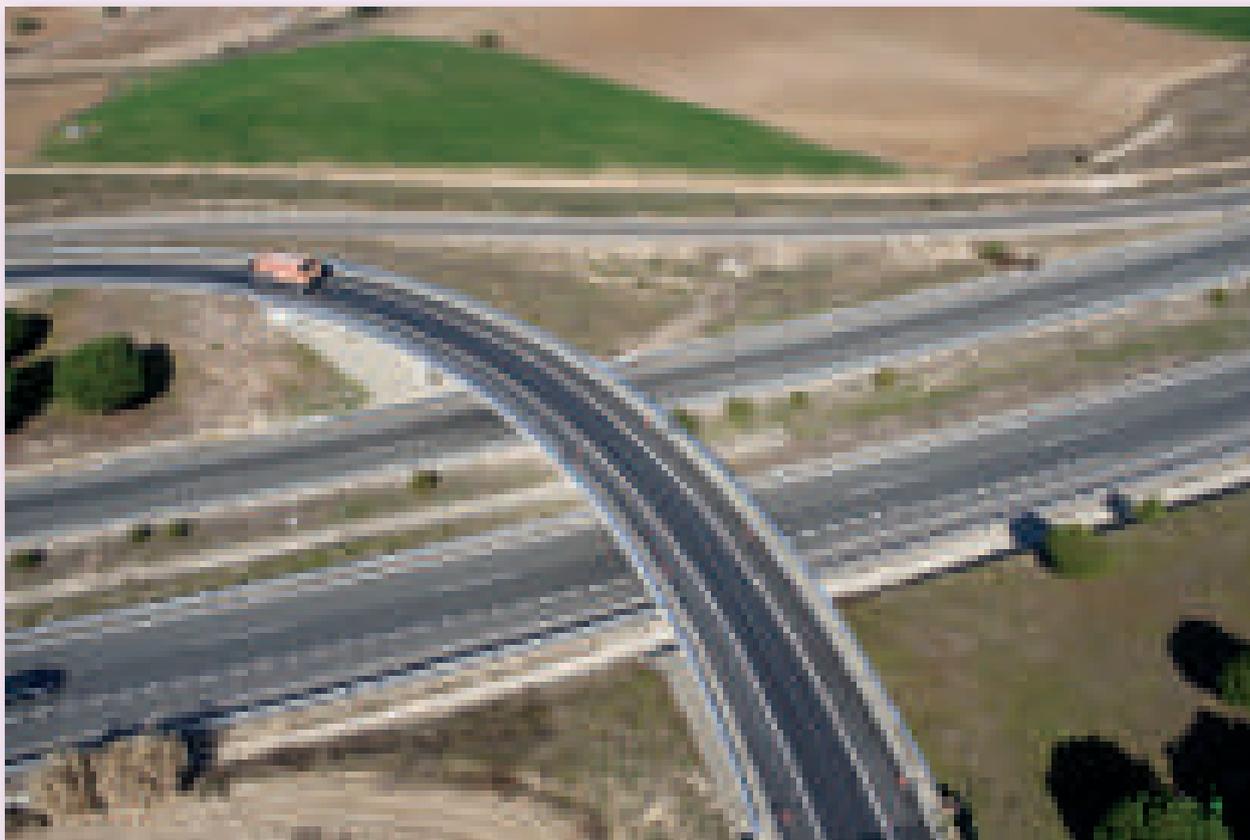
comprometiendo su funcionalidad, resistencia estructural y durabilidad.

Por otro lado, el LCEYM ha continuado su actividad permanente de participación en la elaboración de normativa técnica, lo que se ha plasmado en 2019 en la elaboración de la versión en inglés del borrador de Código Estructural.

Ha continuado la participación en numerosos comités de normalización y certificación de materiales, lo que ha dado lugar a la emisión de 60 expedientes tarifados para diversos peticionarios, así como el desempeño de la Secretaría de la Asociación Internacional de Estructuras

*Inspección de las torres de refrigeración en la central térmica de ciclo combinado de Plana de Vent.*





*Ensayo dinámico sobre una estructura de paso superior.*

Laminares y Espaciales (IASS), que mantiene desde su creación.

En el **Área de Estudios y Auscultación de Estructuras** se ha concluido el estudio del estado de la estructura de las naves de San Fernando de Henares (Madrid), antiguo Almacén General de Galerías Preciados, para el O.A. Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Educación y Cultura, analizando la trascendencia de los procesos de degradación que afectan a su estructura; y la capacidad de los forjados y pilares de hormigón armado del interior de la Nave. Dada la ausencia de documentación técnica descriptiva de la estructura y sus materiales, este estudio de la capacidad se ha realizado a partir de calas practicadas en los forjados y pilares, y de un estudio de calidad de hormigones basado en la correlación múltiple de distintos tipos de ensayo.

También se ha realizado, para la Dirección General de Carreteras, un nuevo estudio de la relevancia estructural de los daños en un paso superior de autopista con tablero postesado de hormigón afectado por procesos de degradación ácido-álcali, caracterizando dicho proceso y analizando sus condiciones de drenaje, y su comportamiento dinámico.

Ha continuado la coordinación con el Área de actividad del CEDEX-Operador de Drones, impulsando la formación de

nuevos pilotos, la actualización de los procedimientos operativos y la realización de acciones y vuelos de los distintos centros y laboratorios del CEDEX.

Además, se ha realizado para Naturgy y Alpiq una inspección y evaluación estructural de las torres de refrigeración de su Central Térmica de Ciclo Combinado de Plana del Vent, en Vandellós (Tarragona), afectadas por procesos de ataque por cloruros a pesar de los criterios de diseño que se adoptaron en su construcción y de las campañas de reparación de daños y protección de la estructura llevadas a cabo recientemente.

Por otro lado, desde este área se ha prestado asistencia técnica especializada sobre diversos problemas de patología estructural y de albañilería en inmuebles del Organismo, como las sedes del Centro de Estudios de Puertos y Costas y de Secretaría.

En el **Área de Dinámica de Estructuras**, se han realizado, para la Dirección General de Carreteras, varios ensayos dinámicos sobre una estructura de paso superior, de cuatro vanos continuos resueltos mediante tablero de losa maciza de canto constante apoyado en estribos y pilas mediante neoprenos, frente a las cargas reales del tráfico. El objetivo ha sido valorar la situación estructural del mismo y su evolución, desde el punto de vista de las características dinámicas (frecuencias propias, formas

modales y amortiguamiento), en comparación con los ensayos realizados previamente, y tras una actuación de reforma de la capa superior del tablero, y de impermeabilización y ejecución de firme de asfalto que se ha realizado.

Se han realizados diversos ensayos en el Simulador Sísmico según la norma MIL-STD 167-1A "Mechanical vibrations of shipboard equipment", para un equipo reformador-cámara de combustión y según la norma IEC 61373:1999 "Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests", aplicándola a varios equipos que irán embarcados en trenes para las empresas Abengoa y Albatros.

En el campo de la **Reglamentación Técnica Oficial** relativa a la seguridad de las estructuras, han concluido en 2019 los trabajos relativos a la Encomienda de Gestión de la Secretaría General Técnica del entonces Ministerio de Fomento, cuyo último informe ha consistido en la traducción al inglés del borrador de Código Estructural, reglamento que sustituirá a las actuales Instrucciones de Hormigón Estructural EHE-08 y de Estructuras de Acero EAE, y que reglamentará por primera vez las estructuras mixtas hormigón-acero, constituyendo un hito en la reglamentación estructural española.

En el **Área de Ciencia de Materiales** se ha trabajado intensamente en el ámbito de las patologías del hormigón, afectado por diferentes procesos químicos, así como por problemas de corrosión de las armaduras.

Se ha concluido para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, el Estudio del hormigón de la presa del Tranco (Jaén), que presenta un proceso de lixiviación en el hormigón, valorando las causas desencadenantes de la patología, su posible comportamiento a futuro y la afección a las propiedades del hormigón.

Asimismo, se ha realizado el estudio del hormigón de la presa de Navacerrada para la empresa GEOSA, a instancias del Canal de Isabel II, por la posible presencia de patologías químicas de ataque interno por sulfatos.

Se han realizado ensayos sobre testigos para el estudio de la corrosión del dique Levante del puerto de Málaga, para O.P. Puertos del Estado. Igualmente se ha realizado un estudio *in situ* del espaldón del dique Suroeste de Escombreras, en el puerto de Cartagena, que sufre severos problemas de corrosión.

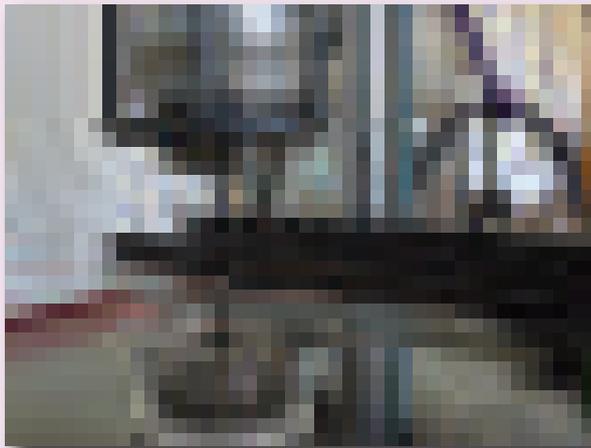
Se ha continuado con la investigación de la influencia del curado del hormigón con agua de mar, aspecto de máxima



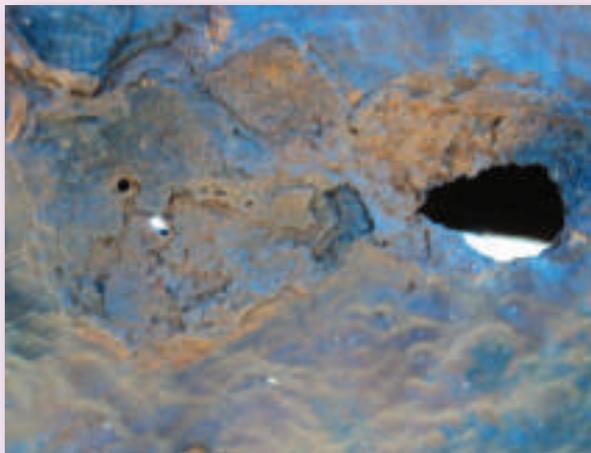
*Problemas de corrosión en el paramento exterior del espaldón del dique Levante del puerto de Málaga.*



**Arriba.** *Fractura de barra de acero inoxidable.*



**Centro.** *Ensayo dinámico de perfil de baliza.*



**Abajo.** *Corrosión en chapa de compuertas. Presa de San Juan.*

importancia en la ejecución de cajones flotantes. Se han llevado a cabo ensayos de difusión de cloruros y de caracterización de la durabilidad del hormigón sobre probetas fabricadas en el laboratorio, y también se han extraído sondeos de cajones sumergidos en el puerto de Barcelona.

En el **Área de Productos de Construcción**, se mantiene la actividad, como laboratorio de verificación externa, de ensayos para la Homologación por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, acorde con la Reglamentación vigente, sobre armaduras activas y pasivas de acero para hormigón.

Se han realizado ensayos de alambres trellados para mallas electrosoldadas, para fabricantes extranjeros de armaduras para hormigón, que comercializan sus productos en el mercado nacional.

Los Servicios Técnicos Permanentes 2019 de Aceros para Hormigón y Aceros Estructurales han efectuado numerosos ensayos tarifados, según precios públicos, para distintos peticionarios.

Para el Comité de Certificación CTC-017 Productos de Acero para Hormigón y Armaduras para Hormigón, se evalúan los aceros para pretensar, alambres trellados, alambrones para mallazo y pretensado y mallas electrosoldadas.

Para el Comité de Certificación CTC-036, Tubos y Perfiles Huecos de Acero se ha proseguido la realización de ensayos de los distintos productos.

Para el Comité de Certificación CTC-046 Perfiles, Barras y Chapas de Acero, también se han elaborado numerosos expedientes.

Se mantiene, también para la Marca AENOR, la línea de ensayos sobre piezas de fundición maleable para tuberías. Los trabajos se han desarrollado para fabricantes nacionales y extranjeros.

La realización de estas actividades exige la acreditación ENAC, del Sistema de Calidad, según UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, y la realización de intercomparaciones frecuentes sobre todos los ensayos acreditados.

Se ha puesto en marcha, para ADIF y otros suministradores ferroviarios, el ensayo de fatiga sobre los perfiles portantes de las balizas, que se instalan en voladizo, anclándose al patín de los carriles.

Han continuado los estudios de ingeniería forense sobre elementos metálicos de estructuras en servicio. Se ha analizado, para la Dirección General del Agua, la patología de las compuertas eliminadas de la presa de San Juan (Madrid).

En el **Área de Materiales**, dentro del campo de impermeabilización, se ha firmado un nuevo Convenio de colaboración con Balsas de Tenerife y el Consejo Insular de Aguas de La Palma, y un nuevo Encargo de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para el estudio y seguimiento del comportamiento de las geomembranas



Balsa de Montaña del Arco.  
Isla de La Palma.

impermeabilizantes en las balsas de almacenamiento de agua, gestionadas por dichas entidades. En agosto de 2019 se inició la colaboración con la Dirección General del Agua, para la elaboración de una guía práctica para la inspección y seguimiento de las barreras geosintéticas utilizadas en la impermeabilización de balsas.

Por otro lado, se han realizado ensayos químicos acreditados por ENAC para la certificación de productos estructurales de acero por medio de espectrometría de emisión óptica por chispa, horno de fusión con detección mediante medida de la conductividad térmica y horno de inducción con detectores infrarrojos.

Asimismo, se han realizado ensayos para el estudio de diversas patologías del hormigón, como la determinación de cloruros y sulfatos, y el análisis mineralógico mediante difracción de rayos X.

Se ha participado en los programas de ensayos interlaboratorios organizados por la Secretaría del Comité Técnico de certificación del cemento AE/CTC-015.

En el campo de la señalización de carreteras, se ha emitido un elevado número de informes correspondientes a la comprobación de los indicadores relativos a la retroreflexión de las marcas viales y señalización vertical, en ejecución del Encargo a medio propio personificado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento para la asistencia técnica en la verificación y comprobación de los indicadores empleados en los contratos de concesión de autovías vigentes (2018-2021). Han continuado los trabajos del convenio con 3M España S.L., para el estudio del comportamiento de distintos materiales retroreflectantes microprismáticos para señalización.

El LCEYM está acreditado por ENAC en el **Sistema de Gestión de la Calidad** (SGC), bajo la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, como laboratorio de ensayos, Expediente 82/LE688, en el Área Ensayos de Materiales Metálicos físico-mecánicos y químicos. Además, mantiene la Unidad de Calibración Interna, con trazabilidad ENAC, para calibraciones y verificaciones de tipo dimensional y masa.



*Equipos para ensayos químicos de aceros.*

En 2019, se han actualizado el Manual de Calidad, 4 procedimientos de Calidad, 4 guías y 11 formatos. Se seguirá con la revisión del resto de la documentación del SGC para adaptarlos a las nuevas versiones de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 y de los documentos de ENAC. Las actividades del SGC serán evaluadas por ENAC en abril de 2020.

Se ha iniciado la modernización del diseño de los informes de las 6 bases de datos que registran las actividades realizadas en el SGC.

Se ha mantenido y actualizado la Unidad de Red Q, soporte informático para el archivo de la documentación del SGC. Se han ampliado los permisos de acceso y escritura para favorecer la difusión de la información.

El LCEYM sigue manteniendo su equipo de auditores internos para la realización de sus auditorías internas, y coordina el mantenimiento de los 3 expedientes existentes en el CEDEX (GETA, LIF y LCEYM).

El LCEYM está integrado en la Certificación Multisede del CEDEX del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) UNE-EN ISO 14001. Las actividades en el LCEYM fueron evaluadas en la auditoría interna de septiembre de 2019 y en la auditoría externa realizada por la Entidad de Certificación SGS en octubre de 2019, habiéndose cumplido los objetivos medioambientales programados y las actividades planificadas para 2019 para continuar con la concienciación y sensibilización del personal en materia medioambiental, reciclado de residuos, mantenimiento del Punto limpio y ahorro energético.

Se han impartido los cursos de Calibración de equipos y de Evaluación del rendimiento de los informes de Intercomparación, así como el de Herramienta para el Sistema de Gestión Medioambiental.

El LCEYM está comprometido, a través de su SGA, a cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y del Pacto Verde.



*Equipo volumétrico del laboratorio en rack de secado.*

El Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) del CEDEX desarrolla su actividad en torno a seis áreas:

- Cambio Climático y Contaminación Atmosférica
- Ruido Ambiental
- Medio Ambiente Industrial
- Ingeniería Ambiental
- Restauración Ambiental
- Calidad Radiológica de las Aguas y Aplicaciones de Trazadores e Isótopos Ambientales en Hidrología

En estas materias se proporciona asistencia técnica especializada a la Administración y a otras entidades públicas y privadas, se promueve y participa en proyectos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo e innovación, así como en redes tecnológicas, grupos de trabajo nacionales e internacionales, y se transfiere el conocimiento por medio de actividades de difusión, formación y cooperación.

En el **Área de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica** se trabaja en el desarrollo de metodologías que permitan avanzar hacia la descarbonización de las actividades relacionadas con el ámbito de las infraestructuras de transporte, así como en iniciativas que promuevan el ahorro energético, que sensibilicen a los agentes involucrados en prácticas que reduzcan su

consumo energético y, en consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otras emisiones contaminantes a la atmósfera.

Tras el desarrollo la **Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono en puertos**, planteada con el objetivo de servir de herramienta de apoyo a las Autoridades Portuarias, durante 2019 el CETA ha continuado la colaboración con Puertos del Estado (PE) y diferentes Autoridades Portuarias para la aplicación del cálculo de la huella de carbono en el puerto de Cartagena y para la implementación de un modelado operativo de dispersión de contaminantes atmosféricos dentro del proyecto SAMOA (Sistema de Apoyo Meteorológico y Oceanográfico de la Autoridad Portuaria), en cada uno los puertos que gestionan dichas autoridades. Con este proyecto se pretende obtener un modelado operativo de dispersión de contaminantes atmosféricos en los puertos, evaluando la contribución en la contaminación atmosférica de las actividades portuarias en las ciudades próximas a los puertos, lo que redundará en la mejora y gestión de las operaciones portuarias.

En el ámbito interno del CEDEX se ha realizado una evaluación de la **huella de carbono en 2019 del Organismo** siguiendo la metodología *Ghg* protocol, con la que se aborda el cálculo de la huella de carbono de alcance 1+2. Esta herramienta permite conocer el origen y

Presentación realizada durante la reunión del comité UNE (CTN 323 Economía Circular) celebrada en el CEDEX.

Estado de acuerdos		
Acuerdo	Acciones realizadas	Estado
6. Alianza con MITECO para despliegue del Pacto por una Economía Circular	MITECO involucrado en: - CCEC - CTN 323	Buena base para tratar temas de interés común en materia de EC
7. Documento de sensibilización para CTNs	Punto específico del orden del día	
8. Coordinación entre CC	2019-07-05 Reunión de coordinación de Presidentes y Secretarios de las CC	Reuniones de coordinación

la magnitud de las emisiones a nivel de organización y así reducir los costes energéticos y las emisiones de GEI, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático. Incluye un apartado de **Plan de Mejora**, que plantea las medidas a implantar para reducir la huella de carbono en el próximo horizonte temporal.

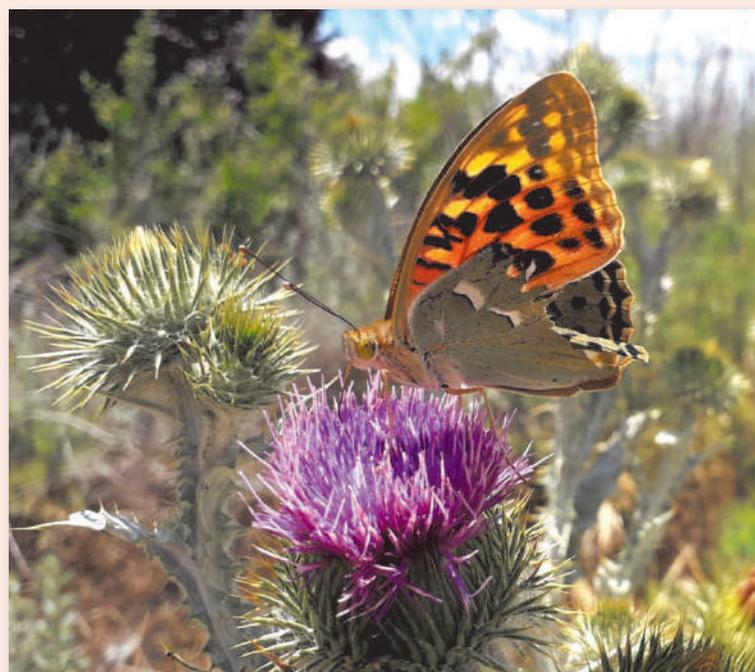
El **Área de Ruido Ambiental** viene realizando de manera continuada el mantenimiento y actualización del **Sistema Básico de Información sobre Contaminación Acústica (SICA)**, y prestando asistencia técnica para el cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE y la Ley del Ruido y sus reglamentos en lo referente a la recepción, verificación de formatos y preparación de comunicaciones a la Comisión Europea de los **mapas estratégicos de ruido y planes de acción contra el ruido** procedentes de las autoridades responsables de su elaboración (otros departamentos de la Administración General del Estado, comunidades autónomas, ayuntamientos, etc.), en el marco de colaboración con la Dirección General Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD).

El **Área de Medio Ambiente Industrial** comenzó su andadura en 2019, centrandose su actividad en trabajos relacionados con la **economía circular** dado el peso de la misma en las políticas de la Unión Europea y el potencial que presenta para, entre otros, resolver retos ambientales. Dentro de este campo, la actividad principal se ha dirigido al establecimiento de indicadores de medidas de circularidad.

El CETA ostenta la presidencia del Comité Técnico de Normalización de UNE (CTN 323 Economía Circular)

compuesto por más de 75 entidades y cuyo objetivo es la elaboración de normas de aplicación general en el campo de la economía circular.

El **Área de Ingeniería Ambiental** desarrolla desde 2018 el proyecto **Carreteras y Polinizadores**, que tiene por objeto analizar el impacto de la fragmentación de los hábitats de los polinizadores debido a las carreteras tanto en áreas rurales como en zonas suburbanas. Evalúa tanto el efecto de borde de las carreteras como el atropello directo de polinizadores por los vehículos, permitiendo un análisis a gran escala sobre el conjunto de la comunidad de polinizadores. El proyecto se enmarca en la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, y al Comité de las Regiones sobre la **Iniciativa de la UE sobre los polinizadores** de junio de 2018, que establece como prioridad I: "Mejorar el conocimiento acerca de la disminución de los polinizadores, sus causas y sus consecuencias".



La revegetación de los bordes de las infraestructuras lineales con especies herbáceas autóctonas representa una oportunidad para la conservación de los polinizadores en áreas sometidas a prácticas agrícolas intensivas.



Inicio de las obras en la ría del palacio real de Aranjuez (diciembre 2019).

El **Área de Restauración Ambiental** está centrada en el diseño y seguimiento de actuaciones de restauración ecológica en ecosistemas degradados, principalmente en el ámbito fluvial. Este área sigue una metodología de trabajo que consiste en la caracterización geomorfológica, hidrológica y ecológica del ámbito de estudio, el diseño de alternativas de actuación y la interpretación de los resultados obtenidos en la modelación hidráulica, con la finalidad de seleccionar la alternativa de restauración que se considere más oportuna según los objetivos que persiga el proyecto.

En 2019, el Área finalizó el estudio de **Asesoría científico-técnica de estudio ambiental de la ría del palacio real de Aranjuez**, encargado por el Consejo de Administración del Patrimonio Nacional. Además, se han iniciado los trabajos para abordar el **Estudio de alternativas para la restauración integral del río Vinalopó (Alicante)**, un convenio de cooperación firmado entre la Generalitat Valenciana y el CEDEX, que cuenta con el respaldo de la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD) y la Confederación Hidrográfica del Júcar. Por otra parte, se ha estado proporcionando **Asistencia técnica en materia de seguimiento de los regímenes de caudales ecológicos y de su relación con los ecosistemas** al MITERD, una línea de trabajo en colaboración con el Centro de Estudios Hidrográficos que se prevé continuar durante los próximos años. La finalidad de esta asistencia técnica es establecer la relación existente entre caudal ecológico y estado del ecosistema fluvial. Por último, se ha avanzado decididamente en el **proyecto DRAINAGE para la gestión integral del riesgo de inundación**, lanzando la página

web del proyecto (<http://drainage.cedex.es/>) y dando los primeros pasos en el uso de drones para la realización de levantamientos topográficos y la caracterización de la vegetación de ribera. Se ha editado un vídeo promocional de los trabajos realizados en junio de 2019.

El Área de Restauración Ambiental ha realizado una tutoría profesional de las Prácticas Académicas Externas Curriculares incluidas en el *Grado en Ingeniería del Medio Natural de la E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural* (horas totales de práctica: 624 h, 24 créditos). Finalmente, se han realizado dos presentaciones de los avances del proyecto DRAINAGE con Entes Promotores Observadores (EPOs), en Madrid y en Valladolid.

En el ámbito de la **Calidad Radiológica de las Aguas**, el CEDEX tiene encargado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) el desarrollo de dos **Programas de vigilancia radiológica ambiental en el medio acuático. Red de estaciones de muestreo: red densa y red espaciada**, que aplican a las aguas continentales y marinas españolas. En la red densa se determinan los índices de actividad alfa total, beta total y beta resto, la actividad de tritio y la espectrometría gamma, en muestras de unos noventa puntos distribuidos por toda la red hidrográfica nacional, y en quince puntos de aguas marinas. En la red espaciada se determina la actividad de cesio-137 y cesio-134 en dos puntos de aguas continentales y dos de aguas marinas. Los trabajos se integran dentro de la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental (REVIRA) española, gestionada por el CSN, en cumplimiento de los artículos 35 y 36 del Tratado Euratom por parte de los Estados miembros. Los resultados de REVIRA se hacen públicos en

el sistema de información del CSN  
<https://www.csn.es/kprgisweb2/index.html?lang=es>.

En cuanto a los técnicas de **Trazadores e Isótopos Ambientales en Hidrología**, se trabaja principalmente en su aplicación a la gestión del agua y las infraestructuras hidráulicas. El CEDEX mantiene un proyecto propio, la **Red de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP)**, gestionada en colaboración con AEMET, que tiene múltiples aplicaciones medioambientales, incluidos aspectos del cambio climático -de proyección nacional e internacional- en apoyo de proyectos de I+D de Naciones Unidas. Este proyecto, junto a la información generada por el CEDEX en los trabajos de trazado y datación del agua, permite disponer de valores de referencia en precipitación, aguas superficiales y subterráneas, para conocer el origen de la escorrentía, sus tiempos de renovación, y la evolución de contaminantes en las masas de agua. En 2019 destaca la aplicación de estas técnicas a **estudios de estanqueidad de embalses (Tous, Bellús)** para la Confederación Hidrográfica del Júcar.

En el marco de los proyectos y estudios detallados arriba, se han venido realizando numerosas actividades de formación y difusión, acordes con la finalidad del CEDEX. Entre otras cabe destacar las tutorías profesionales que se han dirigido en el **Área de Ingeniería Ambiental** para la realización de trabajos de fin de máster (en el *Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas* en la Universidad de Alcalá y en el *Máster en Biodiversidad* en la Universidad Autónoma de Madrid) así como la realización de Prácticas Académicas Externas Curriculares incluidas en el *Grado en Ingeniería del Medio Natural de la E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural*, del 25/11/2019 a 31/01/2020 (horas totales de práctica: 312 h, 12 créditos).



*Río Vinalopó. Aguas arriba de la confluencia con el arroyo Salinetes, en el término municipal de Novelda (octubre 2019).*

El **Área de Calidad Radiológica de las Aguas y Aplicaciones de Trazadores e Isótopos Ambientales en Hidrología** ha colaborado en la organización de diferentes eventos como son el “Hidrogeodía 2019 - Lagunas de Ruidera: el agua hecha piedra”(organizada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeología celebrada en el Parque Natural de las lagunas de Ruidera, Ciudad Real, el 23 de marzo de 2019), el “Training Course on Water Isotope Analysis by Laser Spectroscopy”, celebrado en el Organismo Internacional de la Energía Atómica en Viena (Austria), del 4 al 8 de noviembre de 2019 y, finalmente, la conferencia con el título “¿Cuántos años tiene el agua subterránea?”, celebrada durante la Semana de la Ciencia de Madrid, en el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, el 7 de noviembre de 2019.



*Desagüe de la válvula Howell en el embalse de Bellús.*



## CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS



**Figura 1.** Estudio de maniobra de buques para la ampliación exterior del puerto de Melilla.

En 2019 el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) ha continuado con una importante actividad en todas sus áreas, fundamentalmente prestando servicio al sector público en los ámbitos Portuario, Costero, del Transporte Marítimo y del Medio Ambiente Marino. También se ha llevado a cabo una actuación para el sector privado.

La actividad se ha plasmado en 57 informes relativos a trabajos de asistencia técnica de alto nivel y de I+D+i en los distintos campos de actuación del Centro. De ellos, 56 se han realizado para el sector público, con 21 en el ámbito del Ministerio de Fomento: 4 para el Organismo Público Puertos del Estado, 15 para varias Autoridades Portuarias y 2 para la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM). En el caso del Ministerio para la Transición Ecológica, se han elaborado 36 informes, 33 para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (DGSCM), 2 para Aguas de las Cuencas Mediterráneas S.M.E., S.A. (Acuamed) y 1 para la Oficina Española de Cambio Climático. Finalmente, en el sector privado se ha emitido 1 informe para la empresa Dragados UK.

Las actuaciones en el ámbito portuario han incluido tanto asistencia técnica como actividades de I+D+i. La primera ha estado principalmente basada en experimentación con modelos físicos y numéricos, destacando los trabajos para la modificación de la configuración de la dársena Norte del puerto de Valencia, que han incluido estudios en modelo numérico de clima marítimo y de agitación, ensayos en

modelo físico de agitación y de comportamiento de barcos atracados, y simulación de maniobra de buques en tiempo real, el cual finalizará en el 2020. Todos estos trabajos han determinado que no sea necesaria la prolongación del actual dique de abrigo de dicha dársena, estimada en 515 m en los estudios preliminares de la Autoridad Portuaria, con el consiguiente ahorro económico y la supresión de potenciales afecciones ambientales.

Otros trabajos de asistencia técnica han incluido la actualización del inventario de dragados de los puertos de titularidad estatal y actuaciones de diversa índole en los puertos de Pasajes, Bilbao, Melilla (figura 1), Cartagena (figura 2) y Palma de Mallorca. De ellos destacan los tres últimos. En Melilla, como continuación de los trabajos desarrollados en 2018 para la ampliación del puerto, se ha realizado un estudio en modelo numérico de agitación y corrientes. En Cartagena, las actuaciones para la ampliación de la dársena de Escombreras continuarán en 2020 con estudios en modelos físico y numérico y con simulación de maniobra de buques en tiempo real. En Palma de Mallorca los trabajos para el diseño de la nueva configuración de su dársena SW, han incluido simulación de maniobra de buques en tiempo real y un estudio de operatividad, el cual destaca por su carácter innovador, empleando resultados del estudio de simulación y datos del Sistema de Información Automática de buques (AIS) relativos a los barcos que operan actualmente en dicha dársena.



**Figura 2.**  
Modelo físico tridimensional de agitación y barcos atracados para el estudio de la ampliación de la dársena de Escombreras (Cartagena).

Al igual que en años precedentes, las actividades de I+D+i en materia portuaria han abarcado diversos campos: medio físico, infraestructuras, medio ambiente y análisis de riesgos. En relación al medio físico, se ha terminado el estudio para la **caracterización climática de los oleajes de diseño en entornos portuarios para dar soporte al programa de Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM)**, con la inclusión de la fachada Mediterránea. En el contexto de las infraestructuras, se ha comenzado el estudio de la evolución de averías en diques en talud, mediante ensayos en modelo físico, propuesto por Puertos del Estado en relación con las nuevas metodologías de diseño planteadas para este tipo de estructuras en la ROM 1.1 Diques de Abrigo.

En el campo medioambiental, se ha elaborado un estudio piloto para la **preselección de zonas de vertido de material dragado** de acuerdo con las Directrices para la Caracterización del Material Dragado y su Reubicación en Aguas del Dominio Público Marítimo-Terrestre, con aplicación al puerto de Huelva, y se ha continuado con el estudio sobre riesgo asociado al tráfico marítimo y a las maniobras de buques en puertos con base en datos AIS.

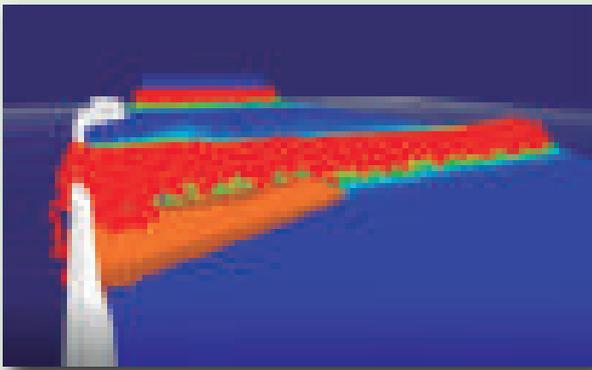
En el caso específico de la **navegación**, se han realizado dos estudios para determinar las condiciones de clima marítimo en el transcurso de dos naufragios de buques pesqueros, el *Domeda*, que se hundió a unas 300 millas de puerto Madryn (Argentina), y el *Sin Querer Dos* frente al cabo de Finisterre.

En **materia de costas**, otro de los sectores en los que el CEPYC es **una institución de referencia nacional**, se han realizado numerosos trabajos para el diseño de actuaciones de defensa del litoral y para la protección ambiental de la costa y del mar. En primer lugar, los trabajos de ingeniería de costas aplicada a la protección de la costa frente a los riesgos de la erosión y el cambio climático han incluido experimentación con modelo físico y numérico, medidas en la naturaleza y estudios de dinámica litoral. Dentro del primer grupo –modelado físico y numérico– como ampliación del **ensayo para el control de la erosión de la playa de El Sardinero (Santander)**, realizado en 2018, se ha iniciado el estudio de detalle para mitigar el rebase, que con la solución

adoptada se producían en el paseo marítimo (avda. M. G<sup>a</sup> Lago), empleando un modelo numérico SPH y otro físico a gran escala -1:10- (figura 3).

En relación con las **medidas en la naturaleza**, se ha realizado un importante esfuerzo, en apoyo de la DGSCM (hoy Dirección General de la Costa y el Mar), en el **seguimiento de las actuaciones de emergencia de 2018 en el golfo de Cádiz**, para lo cual se han realizado batimetrías en diversas playas de las provincias de Huelva y Cádiz. Además, se ha continuado con el seguimiento morfodinámico de las playas de la Zurriola (San Sebastián), Laredo (Cantabria), Salinas (Asturias) y de la Ensenada de Orzán (A Coruña). En materia de **estudios de dinámica litoral** se han acometido diversos trabajos para mejora de las playas de Flamingo (Lanzarote), Virgen de las Mareas (Pontevedra) y Barranquillo (Las Palmas), así como del tramo de costa occidental del Campo de Dalías (Almería), entre las playas de Balanegra y Punta del Moro. Asimismo, se ha realizado la caracterización del temporal que en noviembre de 2018 azotó la costa norte de Tenerife, particularmente en las zonas de Garachico y Tacoronte, y el análisis de la compatibilidad de las arenas de los yacimientos submarinos de Gijón y Villaviciosa para la regeneración de la playa de Salinas (Asturias). Finalmente, como trabajo singular, destaca el **plan para la protección del borde litoral del Mar Menor (Murcia)**, que incluye un detallado análisis de los potenciales efectos del Cambio Climático y un amplio conjunto de actuaciones para la defensa de ese litoral (figura 4).

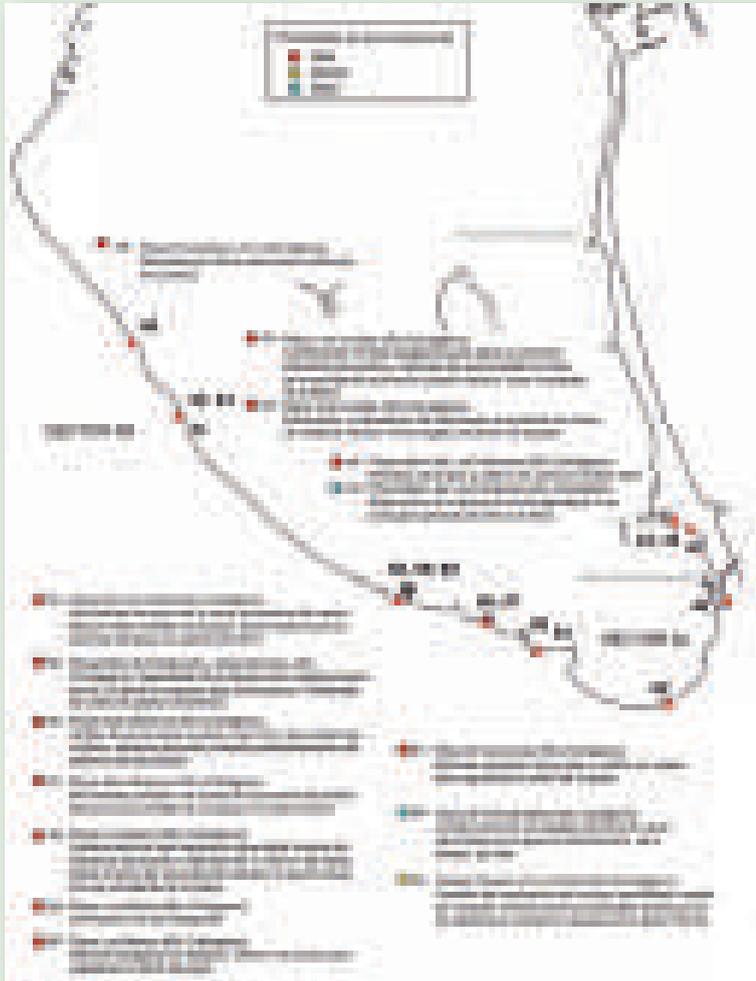
En el **ámbito del medio ambiente marino y de la protección del mar**, se ha participado activamente en diversos comités y grupos de trabajo de convenios internacionales (OSPAR, LONDRES y BARCELONA) de protección del medio marino, especialmente en temas relacionados con los impactos en el mar de las actividades humanas; mientras que la participación en los grupos de implementación de directivas europeas ha estado relacionada con el intercambio de datos y conocimientos asociados a los procesos de notificación de la Directiva Marco de la Estrategia Marina.



**Figura 3.** Playa de El Sardinero (Santander). Estudio en modelo numérico SPH y físico (E: 1/10), para la reducción de rebases en el paseo marítimo (avda. M. Gº. Lago).



Los trabajos relativos a Estrategias Marinas han continuado con la evaluación, dentro del segundo ciclo de planificación, de las actividades y presiones para las cinco demarcaciones marinas –Noratlántica, Sudatlántica, Estrecho/Alborán, Levantino-Balear y Canaria– y la ejecución del programa de seguimiento rutinario de microplásticos en playas. Por otro lado, se ha iniciado un **estudio relativo a los aportes desde ríos al medio marino de microplásticos**, y se ha continuado con el diseño de un Sistema de Información Marino (INFOMAR). Además, la explotación de la base de datos AIS elaborada por el CEDEX, ha permitido la caracterización del tráfico marítimo en las aguas jurisdiccionales españolas, el **estudio del tráfico interinsular marítimo en las islas Canarias en relación con el riesgo de colisión con cetáceos** y una primera aproximación a la estimación del ruido submarino asociado a la navegación.



Dentro de las actividades relacionadas con el impacto de vertidos al mar, se ha abordado la **modelización ambiental del sistema de vertido de la desaladora de Valdelentisco** y la revisión de los planes de vigilancia ambiental del vertido de la desaladora de Torre Vieja, este último como continuación y comprobación *in situ* de los trabajos que hace años se realizaron en el CEPYC para el diseño de los sistemas de vertido al mar de plantas desaladoras.

En relación con el Cambio Climático (CC), se ha prestado apoyo a la Oficina Española de Cambio Climático para la implementación del Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático **Prima Adapta Costas**, al objeto de armonizar e integrar los trabajos de las Comunidades Autónomas para el análisis de los riesgos asociados al CC. Asimismo se han evaluado los efectos del CC en la Manga del Mar Menor, dentro del Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor, citado anteriormente.

Para el **sector privado**, se ha trabajado para la empresa Dragados U.K. en la **ampliación del puerto de Aberdeen** (Reino Unido), mediante la ejecución de ensayos en modelo físico bi y tridimensionales, de la fase final del puerto y de etapas constructivas, realizados en el Tanque de Oleaje Multidireccional, al objeto de estudiar la estabilidad de sus diques de abrigo y la agitación interior provocada por el oleaje (figura 6). Uno de los elementos característicos del CEDEX en general y del CEPYC en particular, es la calidad de sus instalaciones tecnológicas –canales y tanques

**Figura 4.** Estudio para la protección del borde litoral del Mar Menor (Murcia). Propuesta actuaciones y retroceso línea de costa por efecto del cambio climático.



**Figura 5.** Sistema de muestreo de microplásticos en ríos.

de experimentación física, Simulador de Maniobra de Buques y Laboratorio de Calidad del Medio Marino—, en las cuales se ha iniciado en 2019 su renovación y mejora, estando en ejecución las del **Tanque de Oleaje Multidireccional y el Simulador de Maniobra de Buques**. Asimismo, se ha puesto en servicio una nueva aplicación informática para la generación del oleaje, viento, corrientes y marea, así como para la adquisición y el tratamiento de datos en los ensayos en modelo físico y un nuevo equipo informático de cálculo de altas prestaciones.

Con respecto a las **tareas de formación, difusión de actividades y participación en congresos o pertenencia a asociaciones técnico-científicas**, en el ámbito formativo destaca el *Curso de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino y Costero*, del que se han impartido tres ediciones para la Dirección General de la Costa y el Mar en el CEPYC y otra en la Cámara de Comercio de Cuba en la Habana. En el de la difusión de actividades y participación en congresos destaca la nutrida intervención en las *Jornadas Españolas de Costas y Puertos en Málaga*, el *XXXVIII congreso de la IAHR* en Panamá, el *Forum on Ecological Flow and Ecological Hydraulic Engineering* en Peking, el *International Forum on Higher Education of Hydro-Environment* en Nanjing, el *Seminario sobre Cambio Climático y Litoral* en París y la *Jornada sobre transformación digital en la COP25* en Madrid.

Con respecto a las actividades relacionadas con asociaciones nacionales e internacionales, se ha continuado participando de forma activa en las actividades de la **Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidro-Ambiental (IAHR)** a través de las jornadas organizadas conjuntamente con la agrupación SpainWater (CEDEX, DG de la Costa y el Mar y DG del Agua) y en las de la Asociación Mundial para la Infraestructura del Transporte Acuático (PIANC), directamente y a través de su delegación española: la Asociación Técnica de Costas y Puertos (ATCYP).

Todo este conjunto de actividades ha sido posible merced a un **equipo humano de 64 personas, entre funcionarios y personal laboral, altamente especializado y con un marcado carácter multidisciplinar**, que aglutina distintas ramas de la ingeniería (civil y naval) y de las ciencias básicas (física, química y matemática) y aplicadas (ambiental, marina y biológica), lo cual ha mejorado la forma de trabajo transversal, no sólo entre las diversas áreas del CEPYC, sino entre otros centros del CEDEX, aspecto que dota a estos equipos de gran solidez, sinergia y capacidad para generar líneas de trabajo innovadoras. Por último, se destaca que el potencial de este equipo humano se ha fortalecido a finales de 2019 con la incorporación de ocho titulados superiores para tareas de I+D+i, de forma similar a como ha ocurrido en otros centros del CEDEX.



**Figura 6.** Ampliación del puerto de Aberdeen (Reino Unido). Ensayos en modelo físico. Fase final y etapas constructivas.



## CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS



*Imágenes de portada de los Anuarios de aforos 2015-16 y 2016-17.*

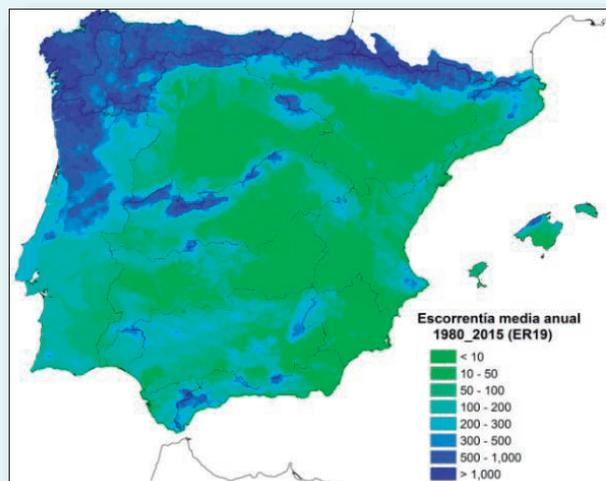
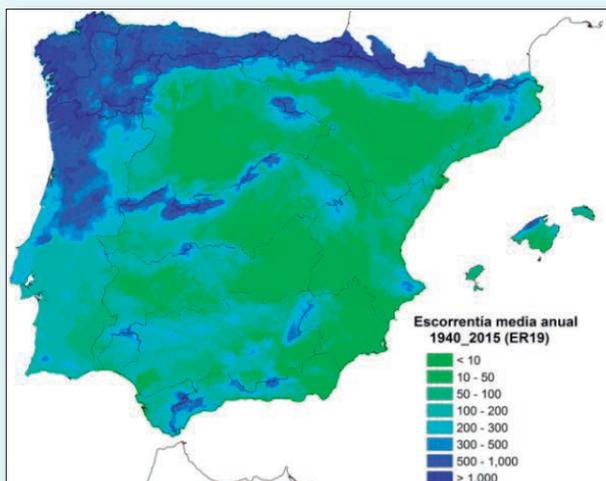
Las principales actividades llevadas a cabo en el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) durante 2019 se han estructurado de acuerdo con los fines establecidos estatutariamente para el CEDEX en el ámbito de las aguas continentales y sus infraestructuras naturales o artificiales: actividades relacionadas con los datos básicos de la naturaleza y con el conocimiento de los recursos y el medio hídrico; normalización y reglamentaciones, así como normas y especificaciones técnicas y, por último, avances en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

La asistencia técnica especializada se ha prestado al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y al Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, así como al Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y al sector privado. La asistencia a MITECO se ha prestado a través de la Dirección General del Agua (DGA) y de las confederaciones hidrográficas, de la Dirección General de la Costa y el Mar y de la Sociedad Estatal ACUAES. En el caso

de Exteriores se ha prestado asistencia a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento por encomienda de la Secretaría de Estado de Asuntos Exteriores y para Iberoamérica y el Caribe.

En cuanto a formación, se han organizado varios cursos propios, se ha participado en cursos organizados por otras instituciones y se han facilitado diversas estancias de carácter educativo. La difusión y transferencia de tecnología se ha desarrollado a través de publicaciones, organización o participación en jornadas, conferencias y congresos, artículos en revistas y mediante la atención en el centro a diversas delegaciones internacionales y visitas nacionales de índole institucional, académica y docente. Asimismo, se ha colaborado con distintas instituciones, tanto en el ámbito nacional como internacional.

Salvo la asistencia técnica especializada, que se lleva a cabo mediante encargos de los Organismos públicos interesados o mediante contratos con el sector privado, las



Mapas de escorrentía anual, periodo 1940-2015 y periodo 1980-2015.

demás actividades se han desarrollado procurando atender las necesidades de la Administración Pública del Agua, para lo que se ha trabajado en estrecha colaboración con la Dirección General del Agua.

#### Datos básicos de la naturaleza

##### Actualización de la base de datos hidrológicos HIDRO

Carga completa de los nuevos datos de las estaciones de aforos, canales, embalses y estaciones evaporimétricas correspondientes a los años hidrológicos 2015/16 y 2016/17.

Se han cargado los datos mensuales de precipitación total, precipitación máxima diaria, días de lluvia, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media mensual y temperaturas medias mensuales de las máximas y mínimas diarias hasta octubre de 2018. Datos que han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para todas sus estaciones. Actualización de la información geográfica correspondiente a la localización y ubicación de estaciones meteorológicas de AEMET. Análisis del cambio de ubicación de estas estaciones desde que se tiene registro en HIDRO a la actualidad.

##### Elaboración y publicación de los Anuarios de aforos correspondientes a los años hidrológicos 2015-16 y 2016-17

Desde su creación, el centro recopila, analiza y publica datos hidrométricos de la Red Oficial de Estaciones de Aforo, proporcionados por los organismos de cuenca, a través de la Dirección General del Agua, prestando apoyo a esta Dirección en sus labores de difusión y publicación. Las actividades durante 2019 de recopilación, unificación y validación de la información han permitido concluir los trabajos de elaboración de los anuarios de aforos de los años hidrológicos 2015/16 y 2016/17, que ya han sido publicados.

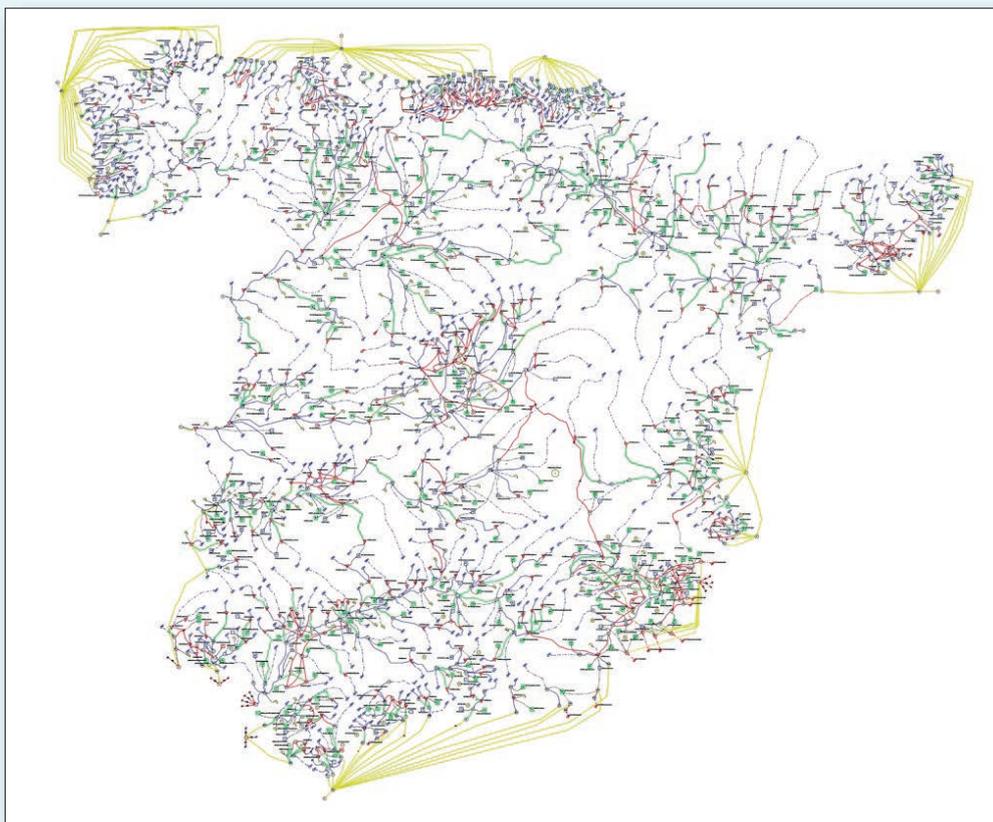
#### Conocimiento de los recursos y el medio hídrico

##### Actualización del inventario de recursos hídricos en régimen natural

Los resultados servirán de base para la elaboración de los planes hidrológicos de cuenca del tercer ciclo de planificación (2021-2027). Calibración del modelo de simulación SIMPA, realizando el ajuste de los cuatro parámetros básicos del modelo: capacidad de almacenamiento máximo en el suelo, coeficiente de excedente, capacidad de infiltración máxima y coeficiente de descarga del acuífero. Simulación hidrológica del periodo 1940/41-2015/16 y ampliación del periodo de simulación con dos años hidrológicos adicionales, el 2016/17 y 2017/18.

Durante 2019 se ha realizado la entrega a la DGA de los mapas de evapotranspiración potencial de Canarias, la colección de mapas de las variables atmosféricas de los años 2016/17 y 2017/18 y la colección de mapas de las distintas variables simuladas del periodo 1940/41 al 2017/18: evapotranspiración real, humedad del suelo, infiltración, escorrentía superficial, escorrentía subterránea, escorrentía total y aportación acumulada a la red de drenaje. La metodología y resultados del nuevo inventario de recursos hídricos se presentaron en una reunión de las Oficinas de Planificación Hidrológica de las Confederaciones Hidrográficas. También, se han atendido distintas solicitudes de información por parte de algunos organismos de cuenca.

Reuniones con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en las que se ha concretado y depurado un nuevo módulo de simulación de las aguas subterráneas. Se ha acabado de programar el nuevo módulo adaptando las interfaces del modelo hidrológico SIMPA y se ha probado con un caso hipotético en la cuenca del Segura. El nuevo módulo significa una mejora respecto al actualmente operativo, ya que supone una ampliación y un mayor detalle de definición de las masas de agua subterránea (diferenciando hasta tres horizontes verticales); se limita la recarga que puede aceptar el acuífero; se simulan las



*Esquema del modelo integrado del sistema de recursos hídricos de la España peninsular.*

*Se consideran de forma integrada los recursos en régimen natural, masas de agua, restricciones ambientales, demandas e infraestructuras, lo que permite realizar un análisis del sistema para diferentes escenarios.*

*En el mapa adjunto figuran en:*

*Rojo: canalizaciones.  
Azul: masas de agua.  
Verde: tramos con caudal ecológico.  
Amarillo: líneas internas del modelo.*

transferencias laterales y verticales entre masas de agua subterráneas; se simulan las descargas directas al mar y a ríos y manantiales; y se simula la posible recarga de las masas de agua subterránea desde el río.

#### **Actualización del modelo integrado para el análisis de los sistemas de recursos hídricos de las demarcaciones hidrográficas a escala nacional, a partir de la información de los planes hidrológicos de cuenca**

Elaboración, calibración y simulación de los modelos unificados a nivel nacional en cada escenario de los planes de cuenca, incluyendo el efecto del cambio climático en los recursos disponibles según los términos establecidos en la Instrucción de Planificación Hidrológica.

#### **Actualización del mapa de máximas precipitaciones diarias de España y de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)**

Revisión y análisis de la información disponible sobre precipitaciones e intensidades máximas, procedente principalmente de la red de medida de AEMET. Dichos análisis han consistido en el completado de las series iniciales y confección de las de máximos anuales, la detección de valores anormalmente altos, el análisis de tendencias para detectar la posible existencia de errores sistemáticos en los datos y la eliminación de estaciones muy próximas con información redundante. Se ha concluido también la labor de recopilación de información procedente de otras fuentes, como son las redes propias de las comunidades autónomas y la red SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío).

#### **Determinación de contaminantes y sustancias incluidas en el programa de control de investigación, definido en el Real Decreto de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y en la Directiva Marco del Agua**

Se prosiguen los trabajos de análisis de los parámetros generales (DQO, sólidos en suspensión y COT), incluyendo la determinación de COD, para la aportación de datos a la Comisión Europea, y el estudio de las sustancias incluidas en la Lista de Observación con las determinaciones de los compuestos incluidos en la Lista I, y los tres compuestos que se han añadido de la Lista II (amoxicilina, ciprofloxacino y metaflumizone), en los 36 puntos de control, seleccionados por las distintas confederaciones hidrográficas (16 puntos en la salida de depuradoras y 20 puntos en el medio receptor).

#### **Establecimiento de los puntos de desembocadura de los ríos y cierre de las líneas de costa en baja mar**

Se han iniciado los trabajos para definir el punto final de desembocadura de los ríos (*outlet*) y el cierre de la línea de costa en estas zonas. Se ha elaborado la capa de información geográfica de los ríos que desembocan en el mar y que son o forman parte de masas de agua, y de las cuencas vertientes a los mismos, a partir de las capas de información geográfica de los ríos y cuencas clasificadas según el método de Pfafstetter modificado, elaboradas en el CEH.

#### **Normalización**

El CEH participa en la Asociación Española de Normalización UNE en el Comité Técnico CTN 149

Ingeniería del Agua, en el Comité Técnico CTN 77 Medio Ambiente y en la vocalía del subcomité SC1 Aguas.

### **Reglamentaciones, normas y especificaciones técnicas**

#### **Proyecto piloto para la elaboración del “Plan de gestión del riesgo del agua reutilizada (PGRAR) del sistema Pinedo-Acequia del Oro”**

La nueva reglamentación europea sobre requerimientos mínimos para el agua reutilizada en proceso de aprobación propone un nuevo procedimiento de gestión de los sistemas de reutilización basado en la gestión del riesgo. Esta metodología es novedosa y no existe experiencia en la UE al respecto. Por ello, desde 2018 se está desarrollando un proyecto demostrativo para evaluar las implicaciones del nuevo reglamento europeo y establecer metodologías para su implementación e identificar los cambios a introducir en nuestra legislación.

#### **Guía para el análisis coste-beneficio de las medidas estructurales de los planes de gestión del riesgo de inundación**

La guía incluye recomendaciones sobre distintos aspectos del análisis coste-beneficio (selección del periodo de análisis, tasa de descuento, criterios de rentabilidad, priorización de inversiones, etc.). No obstante, la mayor parte de la guía está dedicada a proporcionar criterios para estimar los daños evitados por las medidas de defensa frente a inundaciones sobre distintos usos del suelo. Aplicación a las inundaciones ocurridas en Jávea en octubre de 2007.

#### **Evaluación de los efectos del cambio climático en la gestión de los riesgos de inundación**

Se ha seguido colaborando con la DGA, y se ha trabajado en la descarga y tratamiento de la información

sobre precipitaciones de las simulaciones climáticas disponibles procedentes del proyecto EURO-CORDEX. Dicha información servirá de base para estimar el posible impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas y, a partir de ello, el impacto en los caudales máximos.

#### **Estudios básicos relacionados con la seguridad hidrológica de presas y, en particular, para el estudio hidrológico de las Avenidas de Proyecto y Extrema**

Desarrollo de estudios y metodologías que sirvan de base para la elaboración de una guía metodológica para el cálculo de las Avenidas de Proyecto y Extrema. Se ha trabajado en cuantificar la incertidumbre asociada a la estimación de cuantiles de muy alto periodo de retorno, como los que se exigen en el ámbito de la seguridad hidrológica de presas, bajo distintas hipótesis de ajuste: realizando un ajuste local, utilizando información regional y empleando paleocrecidas o información histórica. El análisis se llevó a cabo en tres zonas geográficas del Ebro, Tajo y Duero para poder tener en consideración la variabilidad estadística de los caudales en la península.

#### **Revisión de la propuesta de normas técnicas para el diseño de las obras e instalaciones para la gestión de aguas de escorrentía**

Desde la DGA se ha solicitado al CEDEX la revisión de la propuesta de normas técnicas sobre aguas pluviales, preparada por una consultora con la participación de un amplio grupo de trabajo de expertos, ya que el documento resultó de una elevada complejidad y muy ambicioso en su alcance y contenidos, lo que hacía dudar de su encaje legal y aplicación práctica. Los trabajos del CEDEX se han orientado en dos direcciones: análisis del marco normativo



*Instalación del proyecto EMULSIONA en el Laboratorio de Hidráulica.*

de la gestión de aguas pluviales, necesario para detectar carencias y determinar el alcance y contenido necesario de las normas, y estudio técnico de la propuesta.

### Investigación, desarrollo tecnológico e innovación

Se ha seguido colaborando con AEMET en el proyecto de investigación europeo de predicción estacional (MEDSCOPE). Primera fase consistente en dos simulaciones, para todos los meses del periodo 1997-2017, con el modelo hidrológico SIMPA, a partir de los datos de temperatura y precipitación suministrados por AEMET procedentes, por una parte, de la rejilla observacional y, por otra, mediante regionalización por análogos del reanálisis ERA5 del ECMWF (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio).

Se ha participado como entidad asociada en la reunión en Zaragoza del proyecto de investigación CO-MICC (*Co-development of methods to utilize uncertain multi-model based information on freshwater-related hazards of climate change*; <http://www.co-micc.eu/>), cuyo objetivo es utilizar conjuntamente modelos hídricos globales para apoyar la adaptación al cambio climático a diversas escalas.

En marzo de 2019 se iniciaron las actividades del proyecto “Albufeira. Programa de evaluación conjunta de las masas de agua de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas”, dentro del programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal (Interreg-POCTEP), cuyos objetivos son investigar y establecer criterios comunes en el seguimiento de esas masas de agua, mejorar la integración de los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua y la Directiva de Hábitats, y la sensibilización sobre la cooperación en cuencas hidrográficas compartidas. El proyecto está promovido por la DGA del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y por la Agencia Portuguesa do Ambiente.

La DGA está acometiendo una actualización y mejora del modelo matemático bidimensional Iber para el cálculo de zonas inundables en ríos. En este contexto, el centro está optimizando el código FORTRAN del modelo para mejorar

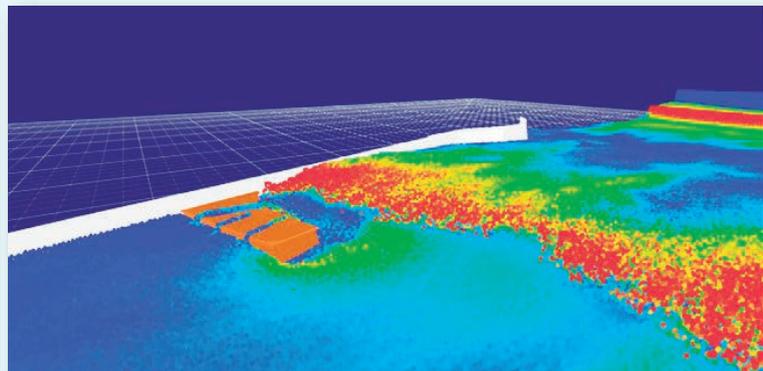
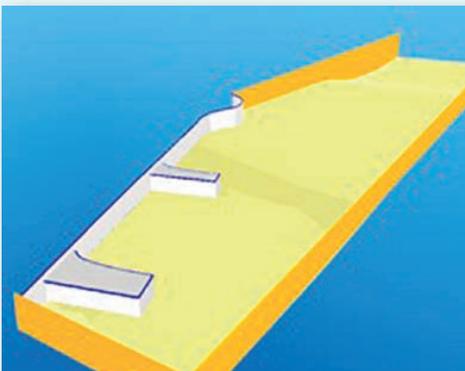
su rendimiento de cálculo y reducir los tiempos de computación.

Juan José Rebollo Cillán defendió su tesis doctoral *Influencia de la aireación del flujo en rápidas y en el rendimiento de amortiguación de energía en cuencas de resalto* en la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM. Esta tesis se ha desarrollado en las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica, en el marco del proyecto coordinado “EMULSIONA. Uso de la aireación natural y forzada del flujo en aliviaderos de presas y extensión del campo de utilización de las obras de disipación de energía mediante resalto hidráulico”.

### Asistencia técnica especializada

Asistencia a la DGA en la resolución de problemas concretos o supervisando trabajos encargados a terceros, principalmente mediante encargos de las confederaciones hidrográficas o mediante la participación en grupos de trabajo.

- Control limnológico del lago de Sanabria y seguimiento de *blooms* en embalses (Confederación Hidrográfica del Duero).
- Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos de las partes española y portuguesa de las cuencas hidrográficas de los ríos Miño y Limia (Confederación Hidrográfica del Miño-Sil).
- Estudio en modelos reducidos hidráulicos en lecho erosionable de las reincorporaciones al cauce de los órganos de desagüe de la presa de Zufre (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir).
- Revisión de la propuesta europea de reglamento sobre requerimientos mínimos para el agua reutilizada.
- Apoyo en el seguimiento del Estudio de soluciones y anteproyectos de las actuaciones en saneamiento y depuración de las aglomeraciones de la China, Butarque y Sur de Madrid.
- Supervisión de la migración de la aplicación CAUMAX de gvSIG a QGIS.
- Supervisión de la actualización del mapa del parámetro umbral de escorrentía.



Simulación en SPHERIMENTAL de espigones de defensa en la playa de El Sardinero.

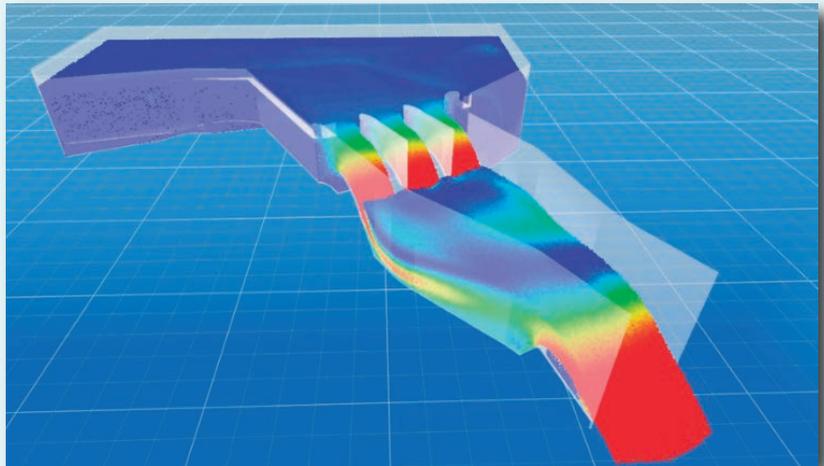
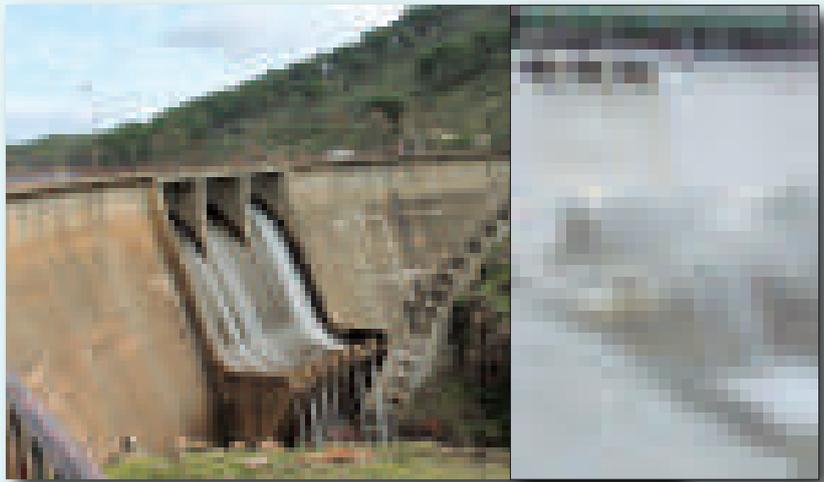
- Estudio sobre la determinación del régimen de caudales ecológicos establecidos en los planes hidrológicos de cuenca del segundo ciclo de planificación 2015-2021.
- Asistencia en cuestiones técnicas relacionadas con la Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA).

Colaboración con el CEPYC en el estudio encargado por la DG de la Costa y el Mar para la “Corrección del efecto de erosión localizada en el extremo oeste de la segunda playa de El Sardinero en Santander (Cantabria)”, realizando una serie de simulaciones numéricas tridimensionales con el modelo SPHERIMENTAL a fin de estudiar los rebases que el oleaje incidente produce en el paseo marítimo y analizar la influencia de unas estructuras transversales dispuestas para controlar la erosión de la playa.

Durante 2019 se ha finalizado para Aguas de las Cuencas de España (ACUAES) el estudio de los problemas de generación de olores en el nuevo sistema general de saneamiento de Ribeira (A Coruña).

En el caso del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, se ha prestado asistencia técnica especializada a los programas del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS), por encomienda de la Secretaría de Estado de Asuntos Exteriores y para Iberoamérica y el Caribe. El trabajo ha consistido principalmente en la orientación, supervisión y revisión de los proyectos desarrollados por el Fondo en Bolivia, Panamá, Cuba, Honduras y Haití. Además, se ha trabajado en diferentes iniciativas de carácter regional o transversal:

- Guía técnica de planificación hidrológica en el marco de la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) dirigida al ámbito latinoamericano.
- Guía para el planteamiento de proyectos de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.
- Apoyo en la estrategia regional del FCAS sobre normativas sectoriales. Estas normas comprenderían vertidos al medio; vertidos a colectores, regulación de sistemas unitarios y gestión de sus vaciados, disposición de lodos y reutilización de aguas residuales. Además de Cuba, hay una serie de países que han solicitado colaboración en la propuesta o revisión de alguna de las normas, como Haití, Colombia, Honduras, Paraguay y El Salvador.



**Arriba.** Presa de Sotiel-Olivargas. Prototipo y modelo físico a escala 1/30.

**Abajo.** Estudio hidrodinámico mediante modelo matemático del aliviadero de la presa de Pálmaces.

El CEDEX ha sido contratado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) para prestar asistencia técnica en la elaboración del Plan Nacional de Tratamiento de Aguas Residuales de Argentina. Bajo este contrato se ha colaborado con la Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento de Argentina en la definición de objetivos y del marco de priorización de actuaciones, y en la estimación de costes de actuaciones y propuesta de normativa para reutilización de aguas.

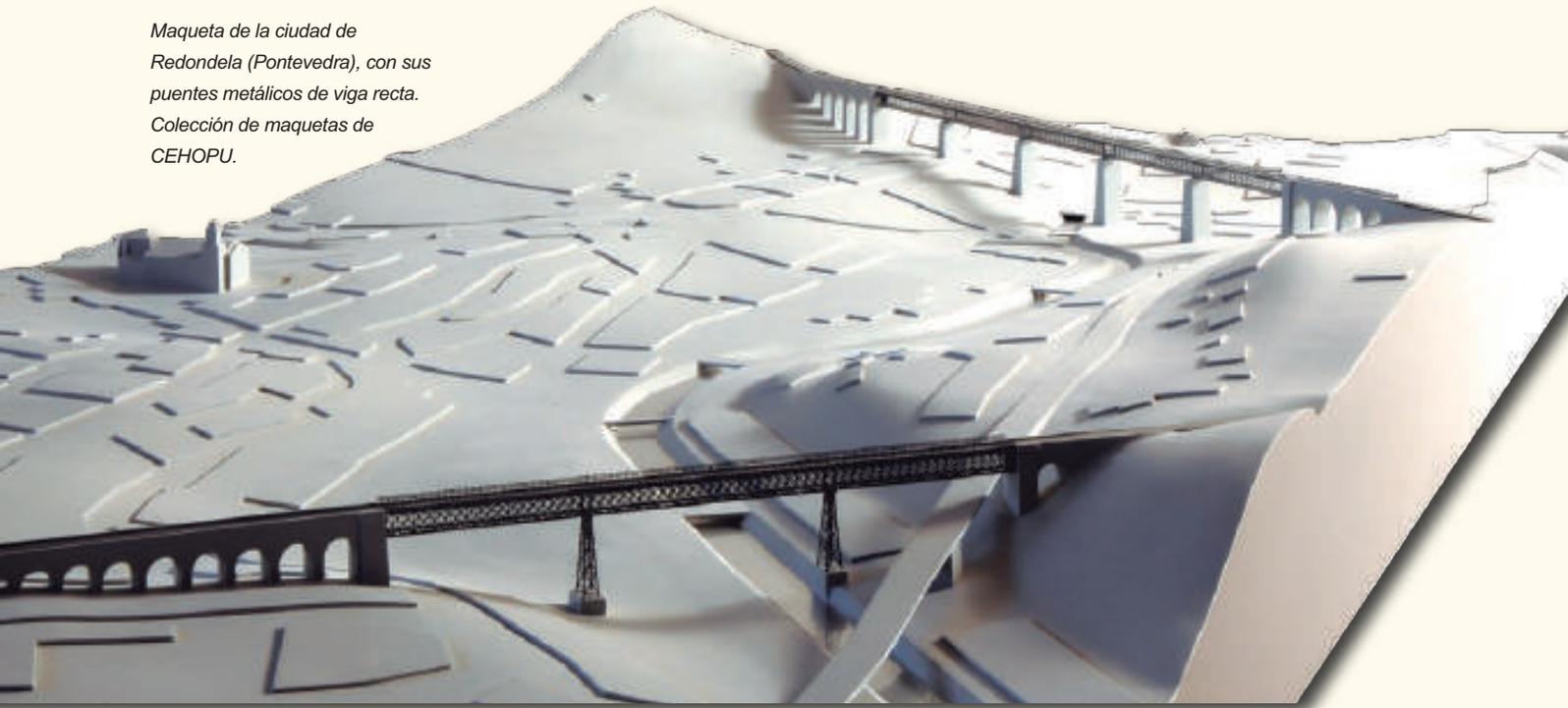
La asistencia técnica al sector privado:

- Estudio hidráulico mediante modelo físico a escala reducida del aliviadero y desagües de fondo de la presa de Sotiel-Olivargas (ACSA Obras e Infraestructuras SAU).
- Estudio hidráulico del aliviadero de la presa de Pálmaces (FYSEG).
- Adenda al estudio hidráulico en modelo físico a escala reducida de los órganos de maniobra de la toma derecha de la presa de Angostura, Perú (Constructora las Pampas de Siguan, SA).



## CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO

*Maqueta de la ciudad de  
Redondela (Pontevedra), con sus  
puentes metálicos de viga recta.  
Colección de maquetas de  
CEHOPU.*



De acuerdo con las competencias del CEDEX, recogidas en sus Estatutos, le corresponde al Centro de Estudios de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) la investigación, estudio y difusión del importante patrimonio histórico de la obra pública en España.

A lo largo de más de treinta años el centro ha desarrollado sus actividades por medio de la organización de exposiciones, publicaciones, participación en congresos, jornadas, reuniones, etc. En este extenso periodo de actividad se han realizado importantes esfuerzos de inversión económica, no solo en la creación de grandes exposiciones sino también en la producción de la Colección de Maquetas de Historia de las Obras Públicas, un fondo singular de elementos que, con una marcada impronta plástica y formal, constituye la representación más importante de la evolución de la historia de la ingeniería, el urbanismo y las obras públicas y de su legado patrimonial en nuestro país.

El continuo enriquecimiento de la colección, la formación de una biblioteca especializada con un fondo de 8.000 ejemplares, y la creación de un archivo gráfico con más de 40.000 reproducciones en alta resolución, constituido por fondos archivísticos de todo el mundo, son los resultados de una inversión espectacular programada que quedará como activo imprescindible para la comprensión de la vasta obra de ingeniería civil en España.

A ello se une la gestión del depósito de los archivos Torroja y el archivo Carlos Fernández Casado, cedidos por sus propietarios para su acceso a investigadores de todo el mundo.

A lo largo de 2019, el centro ha continuado su actividad en el desarrollo de las distintas áreas de actividad en las que se organizan sus competencias. Así, en relación con el programa de exposiciones itinerantes, fue inaugurada en San Sebastián, dentro de las actividades del Museo Rezola, la exposición **Más Allá del Arco. Puentes de la Modernidad**. La exposición estuvo abierta al público del 20 de junio al 30 de septiembre.

Esta muestra constituye la continuación de otra anterior cuyo tema principal es el de los puentes españoles levantados sobre arcos. En este caso se pretende dar a conocer al gran público un conjunto de realizaciones que sirven de hilo conductor para el recorrido por un capítulo esencial de la historia de la ingeniería, los puentes rectos, sin arcos para sustentarlos. Una amplia tipología, surgida al socaire de los nuevos materiales constructivos propios de una evolución tecnológica que los hicieron posible. Materiales que requerían nuevas técnicas, tecnologías y tipologías, conectadas intrínsecamente con la idea de modernidad, en cuanto a progreso y avance científico.

Para la realización de los contenidos de esta exposición, se recurrió a las piezas de la Colección de Maquetas del



*Puente medieval de Jaca (Aragón).*

CEHOPU, junto con algunas piezas de nueva factura. En la muestra, como se ha mencionado, se recorre la evolución de la ingeniería de los siglos XIX y XX, desde los puentes colgantes, pasando por los puentes de viga de hierro o acero, para finalizar con los proyectados en hormigón armado, sin duda el material por excelencia del siglo XX. Junto a las maquetas, se une una amplia y evocadora iconografía, fruto de una labor de investigación en instituciones nacionales

Otra exposición de CEHOPU que prosigue recorriendo la geografía española desde su inauguración en 2002, ha sido **Artifex. Ingeniería romana en Hispania**, presente en el Museo de la Ciencia de Valladolid desde el 11 de julio hasta el 27 de noviembre de 2019, con un notable éxito de público.

Dentro de la colaboración habitual con la Cátedra Demetrio Ribes de la Universidad de Valencia, se han tomado en préstamo maquetas para su exposición **Rius per l'aire**, que se inauguró el 16 de abril en Valencia, en el Museo de la Ciudad.

#### **Investigación, estudio y elaboración de contenidos**

La investigación es la actividad que da soporte a los distintos proyectos del CEHOPU, materializados en las exposiciones y publicaciones que se definen en los siguientes apartados, pero también acomete aquellas otras que por su consideración entran de lleno en el principal cometido del mismo, que no es otro que el mejor conocimiento del importante patrimonio histórico de la obra pública en España.

En la misma línea se está participando en una acción I+D+i, con la UNED, la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad de Barcelona, etc., financiada por el Ministerio de Economía, sobre *El Dibujo de los Ingenieros en la Edad Moderna: las ciudades del Mediterráneo (Siglos XVI-XVIII)*, con la participación en jornadas, congresos internacionales y edición de libros, uno de ellos en preparación en estos momentos. Dentro de esta acción Dolores Romero Muñoz ha defendido su tesis doctoral el 23 de septiembre sobre **Carlos de Grunenbergh, un ingeniero alemán al servicio de Felipe IV y Carlos II**. La calificación obtenida ha sido Sobresaliente *Cum Laude*, con la propuesta para la obtención del Premio Extraordinario de Doctorado.

#### **Difusión de la historia de las obras públicas**

Se realiza a través de la organización de exposiciones, publicaciones y la participación en congresos, jornadas, etc.

##### *a. Exposiciones de nueva factura*

Solapadas en el tiempo y en distintas fases de organización, pueden destacarse las siguientes:

##### **Santo Domingo de la Calzada. El Ingeniero del Camino**

Basada en las obras de ingeniería relacionadas con el Santo, en el Camino de Santiago, fue inaugurada el 15 de julio en el Centro de Exposiciones de San Francisco de la localidad riojana.

La muestra ha sido organizada por el CEHOPU en colaboración con el Obisado de la Diócesis de Calahorra y



Detalle del sepulcro de Santo Domingo de la Calzada en la catedral de la ciudad riojana, con la construcción del arco de un puente.

La Calzada-Logroño, por medio de especialistas e investigadores de la parroquia local.

El CEHOPU aportó la dirección y coordinación de la muestra, Comisaría conjunta, dirección del montaje y desmontaje.

Así pues, y organizada en colaboración por el CEHOPU, en la misma se glosa el inicio de la actividad de Domingo García como artífice de puentes, obras hidráulicas y caminos en el siglo XI y como urbanista. Hoy el Santo es celebrado como Patrono de los Cuerpos de Ingenieros tanto de Obras Públicas como de los de Caminos, Canales y Puertos.

Un itinerario iniciático para algunos, cultural o patrimonial para otros, en un encuentro entre lo telúrico y lo teúrgico.

### El Urbanismo de la Ilustración

El CEHOPU ha abordado el tema del urbanismo desde los primeros tiempos de su existencia. Sin duda, una de las exposiciones más emblemáticas de las más de 30 realizadas, fue **La Ciudad Hispanoamericana. El Sueño de un Orden** (1992).

Esta exposición supuso un acontecimiento destacable pues, por primera vez en España, se abordaba el urbanismo como un elemento fundamental en la organización, articulación y ordenación de amplísimos territorios en Hispanoamérica y Filipinas.

Dentro del programa de exposiciones de nueva factura que el CEHOPU viene desarrollando en los últimos años, se pretende organizar una relativa al urbanismo en el periodo de la Ilustración en España.

### b. Exposiciones itinerantes

El CEHOPU dispone en la actualidad de 11 exposiciones itinerantes las siguientes exposiciones:

- *Iribarren. Ingeniería y mar*
- *Artifex. Ingeniería romana en España*
- *Felipe II. Los ingenios y las máquinas*
- *Más allá del arco. Puentes de la modernidad*
- *Obras hidráulicas de la Ilustración*
- *Puentes arco en España*
- *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*
- *Ildelfonso Sánchez del Río. El ingenio de un legado*
- *Félix Candela. La conquista de la esbeltez*
- *Carlos Fernández Casado, ingeniero*
- *Torroja*

Desde julio a diciembre de 2019, la exposición **Artifex. Ingeniería romana en España**, estuvo presente en el Museo de la Ciudad de Valladolid. Por otra parte, la exposición **Más allá del arco. Puentes de la modernidad** en San Sebastián, en el Museum Cemento Rezola; y para el último trimestre del año, se pretende iniciar un recorrido itinerante de la exposición **España en el Mediterráneo. La construcción del espacio** por las comunidades autónomas de Murcia y Valencia.

### Los orígenes del hormigón armado en España

Necesita preparar un paquete itinerante adecuado y la construcción de algunas maquetas.

### Manila 1571-1898. Occidente en Oriente

Necesita una adecuación de los paneles y maquetas para poder comenzar su itinerancia.

### Colección de maquetas de Historia de las Obras Públicas

La colección está agrupada por temas: puentes metálicos, de hormigón, presas, puentes arco, rectos, ingenios y máquinas hidráulicas, acueductos, canales, técnicas portuarias, cubiertas, etc. Pueden conformarse exposiciones temáticas sin más que preparar la información escrita en paneles de texto y gráficos con un pequeño catálogo o folleto que las ilustre.

### El CEHOPU como centro de documentación

El CEHOPU, en el ejercicio de sus competencias y como parte de sus actividades dedicadas a conservar, estudiar y

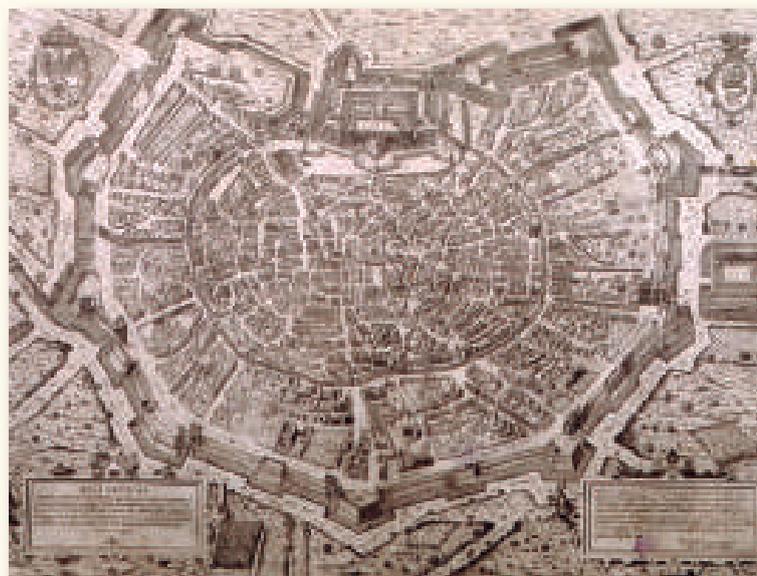
difundir el patrimonio bibliográfico de las obras públicas, tiene depositado en su centro documental el archivo de proyectos del ingeniero Eduardo Torroja y Miret.

Además de estos archivos, el CEHOPU cuenta con el Archivo Gráfico fotográfico de uso interno fruto de los trabajos realizados por el centro desde sus orígenes. Actualmente cuenta con más de 60.000 imágenes y se pretende su actualización con nuevo material recopilado en los últimos años, su catalogación, clasificación, inclusión en la base de datos, señalización y demás actuaciones necesarias, así como continuar el proceso de digitalización total del Archivo Gráfico.

### Museo Virtual de CEHOPU

Dentro de las actividades del CEHOPU, se puso en marcha una iniciativa encaminada a dar a conocer la actividad del centro recurriendo a la comunicación vía Internet. Con este objetivo se mantiene una página web que recibe el nombre de *Museo Virtual* y que puede consultarse desde la web del CEDEX.

En el Museo se muestran las más de veinticinco exposiciones realizadas por el CEHOPU desde su creación en 1984. Se explican asimismo los contenidos, las personas, las instituciones participantes y las maquetas relacionadas con la muestra, así como imágenes evocativas de la primera inauguración y las posteriores sedes por las que ha itinerado.



Planta iconográfica de la ciudad de Milán por Antonio Lafrery, 1586.

### Publicaciones

En diciembre de 2019 ha visto la luz la edición facsímil del libro inédito *Obras principales de hormigón armado proyectadas y dirigidas por Eduardo Torroja desde 1926 a 1936*, una pequeña joya de muy pequeña tirada, casi sin distribuir, escrito por Torroja como obsequio a los que se sumaron a su homenaje, promovido por José Eugenio Ribera, autor del prólogo, escrito ocho días antes de su muerte.



Imágenes del mercado de Algeciras, obra de Eduardo Torroja en la monografía E. Torroja. *Sus Obras. 1926-1936*. Madrid, CEHOPU, 2019.





**TRANSFERENCIA  
DE  
CONOCIMIENTO**



# TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

## TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

El Área de Transferencia de Conocimiento del CEDEX está enmarcada dentro de sus Estatutos y constituye una unidad de apoyo transversal que da soporte a todos los centros y laboratorios del mismo, así como a los sectores relacionados con la ingeniería civil mediante la difusión del conocimiento científico-técnico y de la innovación.

Sus ámbitos de trabajo son:

- Formación
- Publicaciones
- Documentación y Red de Bibliotecas

## FORMACIÓN

En 2019, el Gabinete de Formación ha continuado trabajando en la línea de ejercicios anteriores en aras de difundir y transferir el conocimiento, gestionando con eficiencia y calidad sus actividades, todas ellas encaminadas a desarrollar la formación permanente del personal del CEDEX y la transferencia de tecnología entre los profesionales de la ingeniería civil.

La actividad global del gabinete de formación del CEDEX ha estado distribuida por sectores de actividad según se puede observar en el gráfico.

## Cursos

### *Cursos de larga duración*

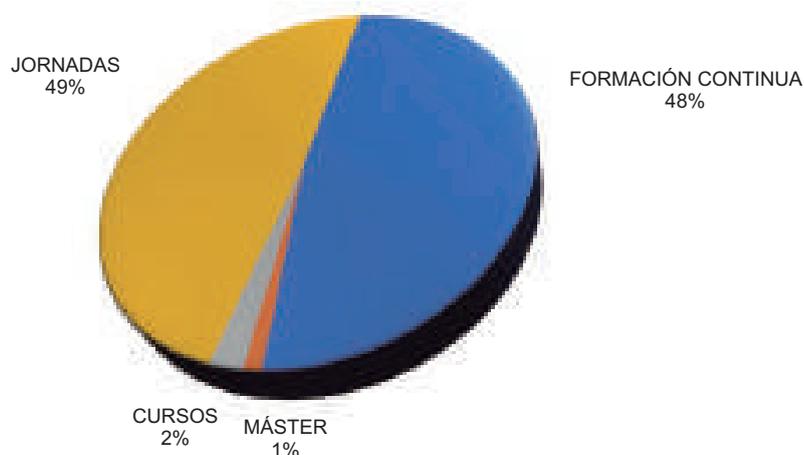
En el campo de cursos de larga duración, se ha impartido el **Máster en Mecánica del Suelo e**

**Ingeniería Geotécnica** como título propio de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Con 17 alumnos de los cuales 9 son españoles y el resto de los países hispanoamericanos (Venezuela, Honduras, Bolivia y Chile), se han impartido 560 horas lectivas, incluyendo la elaboración de una tesina de fin de máster, para formar parte de la oferta formativa de dicha Universidad, teniendo una equivalencia de 60 créditos ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*).

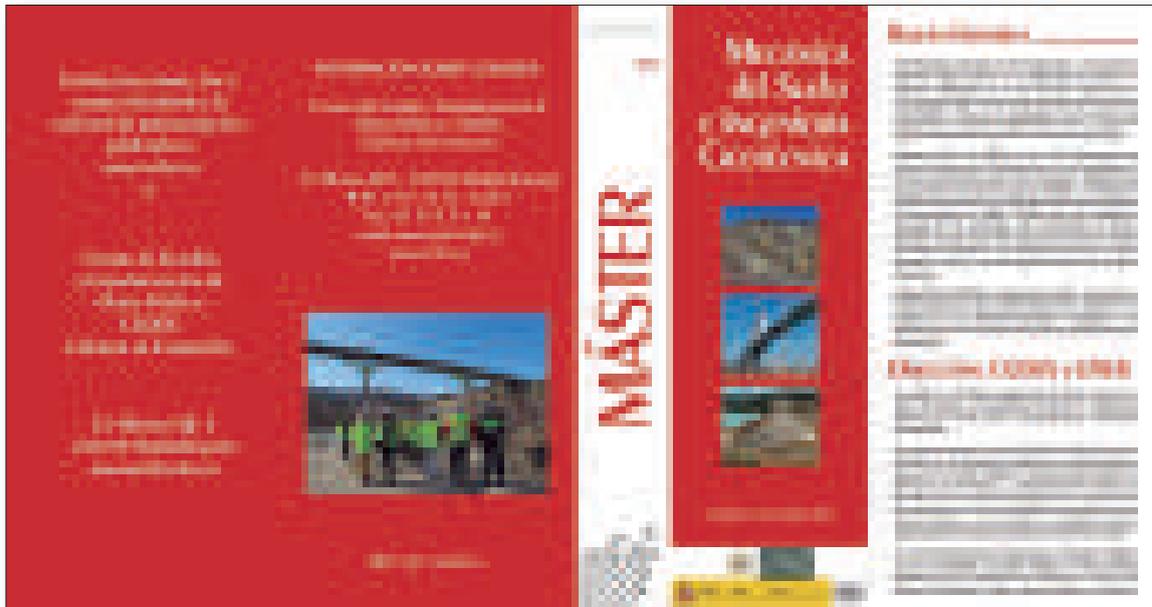
El máster, concebido por el profesor José Antonio Jiménez Salas como curso internacional, se ha venido impartiendo sin interrupción desde los años 80. En 2000 adquiere la categoría de Máster y desde 2009, primero con la Universidad Politécnica de Madrid y en la actualidad con la UNED, tiene carácter universitario como título propio.

### **Cursos Selectivos de Acceso a los Cuerpos Especializados de la Administración y Escalas de Técnicos Facultativos de Organismos Autónomos de los Ministerios de Fomento y Transición Ecológica**

Se han organizado en las aulas que gestiona el Programa de Formación del CEDEX, en colaboración con la Subdirección General de Recursos Humanos de la Inspección General del Ministerio de Fomento, los cursos selectivos de acceso a los cuerpos de: Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Ingenieros Navales y de la Marina Civil y de la escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento, con un total de 119 alumnos.



*Actividad global del Gabinete de Formación del CEDEX distribuida por sectores de actividad.*



Folleto de presentación del Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica 2019.

Otros organismos han utilizado los servicios del Programa de Formación para organizar las pruebas correspondientes a distintas especialidades, tales como las pruebas de Conocimiento del Servicio Portuario de Practicaje de la Dirección General de la Marina Mercante.

**Curso Nacional sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras**

Uno de los cursos impartidos en el CEDEX de mayor prestigio en el campo de la ingeniería civil es el **Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras**, cuya edición XXXVII se ha celebrado en las aulas del CEDEX en noviembre de 2019.

Este curso, organizado ininterrumpidamente desde 1983, se dirige a profesionales relacionados con la depuración de aguas residuales. Han participado 54 alumnos, todos españoles a excepción de uno de Costa Rica, uno de Honduras y dos de Cuba, y ha constado de 80 horas, incluidas dos visitas a Estaciones Depuradoras.

**Curso de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino**

Este curso organizado por el CEPYC ha constado de 3 ediciones y ha contado con la participación de un total de 90 alumnos. Estuvo destinado a técnicos de los servicios centrales y periféricos de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCM), para



Folleto de presentación del XXXVII Curso de Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras 2019.

exponer aspectos generales de carácter práctico sobre ingeniería de costas y aspectos ambientales relacionados con las actuaciones en la costa.

### Otros cursos y jornadas

Entre las distintas actividades del Gabinete de Formación, también se encuentra la organización de 41 eventos entre reuniones, plataformas, jornadas y comités en las instalaciones del CEDEX, eligiendo estas como sede para su celebración numerosas instituciones, tanto públicas como privadas, con una notable afluencia de público.

### Formación interna

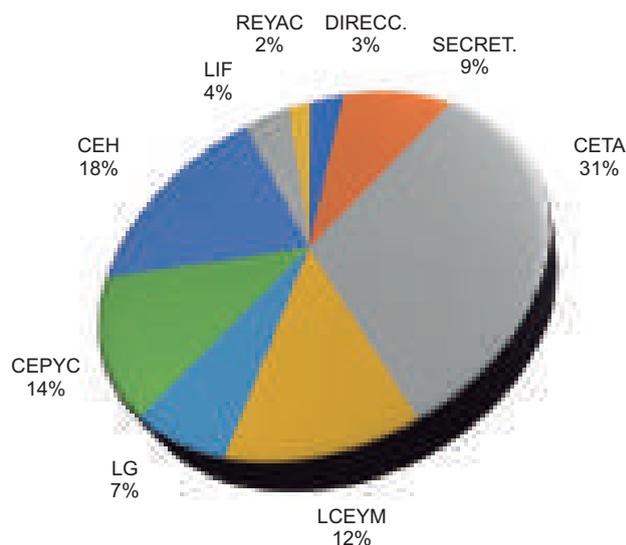
En lo que a la formación interna del personal del CEDEX se refiere, y centrándonos en el Plan de Formación Continua 2019, se han desarrollado nuevas acciones formativas fruto de las necesidades detectadas por los centros directivos, las organizaciones sindicales, las comisiones y los empleados públicos del organismo.

Así, se ha perfilado dicho Plan como elemento importante para asegurar la mayor calidad del funcionamiento del CEDEX, no sólo en los aspectos administrativos sino, y de forma especial, en las

CURSOS DEL CEDEX DE FORMACIÓN CONTINUA			
TIPO DE CURSO	Nº CURSOS	Nº ASISTENTES	HORAS LECTIVAS
Tecnologías de la información y de las comunicaciones	11	116	192
Idiomas	8	87	276
Puestos específicos y medioambientales	11	89	216
Salud laboral	10	92	137
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>384</b>	<b>821</b>



Evaluación global de los cursos por parte de los asistentes.



*Los cursos han estado distribuidos por participación en los diferentes centros.*

diversas líneas técnicas especializadas, en las que un organismo de investigación y experimentación como el CEDEX tiene una clara vocación de vanguardia. Todo ello sin olvidar el derecho de los empleados públicos a la formación y el perfeccionamiento profesional y personal.

Atendiendo a estas premisas, se ha realizado un total de 40 cursos con una carga lectiva de 821 horas y 384 alumnos (161 mujeres y 223 hombres).

#### **Programa 4 de la ESO + Empresa**

El CEDEX viene colaborando con el departamento de Recursos Humanos del Ministerio de Transportes,

Movilidad y Agencia Urbana (antiguo Ministerio de Fomento) en un programa denominado **4º de la ESO + Empresa**, por el cual los alumnos de 4º de ESO procedentes de institutos de la Comunidad de Madrid, realizan una estancia de entre 3 y 5 días en algunos de los centros y laboratorios del CEDEX. Esta misión es importante para nuestra institución y para el Ministerio anteriormente mencionado, ya que es una oportunidad para los jóvenes de conocer qué hacemos y potenciar futuras vocaciones en la ingeniería civil.

#### **PUBLICACIONES**

En 2019, el CEDEX, en su calidad de Unidad Editora del Programa Editorial del Ministerio de Fomento,



*Imágenes de las portadas de las publicaciones CEDEX en 2019.*



Portadas de los números 193 y 194 de la revista Ingeniería Civil.

dentro del Plan General de Publicaciones de la Administración General del Estado (AGE), ha seguido impulsando la transferencia de conocimiento, divulgando los procesos de innovación en los ámbitos de la obra Pública, la ingeniería civil y el medio ambiente.

La programación editorial de 2019 se ha concluido con la edición de las siguientes publicaciones que se detallan a continuación:

- *El Paisaje en la Ingeniería*
- *Foro del Patrimonio Cultural de la Obra Pública*
- *Eduardo Torroja. Sus Obras. 1926-1936*
- *Anuario de Aforos Digital 2016-2017*
- *Ensayos de Análisis Químico en Geotecnia. Empleo de Técnicas Instrumentales*
- *Actividades Técnicas y Científicas, 2018*
- *XXXVII Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras*

De la revista *Ingeniería Civil* se han publicado dos números (193 y 194), en vez de los cuatro que se venían publicando anualmente, por problemas ajenos al Servicio de Publicaciones.

Ambos números han sido publicados en papel y digitalmente, siendo de libre acceso –al igual que el fondo histórico de la revista–, en formato electrónico (PDF y XML/HTML) a través de la web oficial del CEDEX (<http://cedex.es>).

## DOCUMENTACIÓN Y RED DE BIBLIOTECAS

La Red de Bibliotecas, coordinada desde su Biblioteca Central, ha continuado con su objetivo de dar apoyo a los procesos de investigación y asistencia técnica del Organismo, poniendo a disposición de sus técnicos la documentación requerida para el desarrollo de los trabajos que se llevan a cabo en los distintos centros y laboratorios.

Como en años anteriores, ha contado con un presupuesto único la Red de Bibliotecas para la compra de recursos bibliográficos, gestionado de manera centralizada desde la Biblioteca Central, que ha permitido satisfacer todas las solicitudes de libros y otros recursos documentales sin ningún tipo de restricciones.

El Catálogo colectivo de la Red de Bibliotecas se ha incrementado en 609 registros, alcanzando 130.965 títulos y 165.575 volúmenes. En el catálogo están incluidos los títulos monográficos, revistas, mapas, recursos electrónicos y más de 9.500 informes técnicos elaborados por el CEDEX.

El acceso al catálogo es público y está disponible para su consulta a través de Internet en la dirección: <http://vopac.cedex.es/opac>

Por lo que se refiere al capítulo de revistas, como en los últimos años, no se ha llevado a cabo ninguna nueva suscripción ni renovación de títulos. Solo se han recibido aquellas revistas que se obtienen por



*Biblioteca del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX.*

donación, canje con nuestra revista *Ingeniería Civil*, o las editadas por organismos o asociaciones a las que pertenece el CEDEX como miembro.

Esta falta de suscripciones se ha suplido, como en los últimos años, mediante la suscripción "Article Choice" *online* para la descarga de artículos de la base de datos de ScienceDirect de Elsevier, que permite acceder a cualquier artículo de los más de 3.800 títulos de la colección de revistas de esta editorial. Para la obtención de artículos de otras editoriales, se ha recurrido al préstamo interbibliotecario.

También ha sido renovada, a través de la FECYT, la suscripción a las bases de datos WOS (*Web of Science*). Accediendo a estas bases de datos, los técnicos e investigadores han podido conocer la bibliografía publicada en sus áreas de interés, el impacto obtenido de los artículos que han publicado en

revistas internacionales y las citas de esos artículos, así como realizar búsquedas de artículos interrelacionados y recibir alertas de contenido en sus áreas de interés e investigación.

Con respecto a los servicios de atención al público, se continúa detectando un incremento de las solicitudes digitales con respecto a las presenciales. Un importante número de solicitudes se realizan por correo electrónico, y son atendidas también por el mismo sistema, digitalizándose aquellas peticiones que, por su tamaño, permiten el envío por correo electrónico.

Únicamente la Biblioteca CEHOPU y los Archivos Torroja y Fernández Casado han tenido un incremento de usuarios presenciales, debido fundamentalmente a las características especiales de esta documentación, que obliga en la mayoría de los casos a la consulta presencial en la sala de lectura.





**ANEXOS**



## Informes técnicos emitidos por el CEDEX

GRUPO CLIENTE	CLIENTE	TÍTULO ACTUACIÓN
<b>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA (ANTIGUO MINISTERIO DE FOMENTO)</b>	Autoridad Portuaria de Baleares, Puertos del Estado	Simulación de maniobra de buques y seguridad y operatividad marítima en la dársena SW del puerto de Palma (Informes: 2)
	Autoridad Portuaria de Cartagena, Puertos del Estado	Estudio de los efectos de la prolongación del dique SW con los nuevos condicionantes de navegabilidad indicados por la corporación de prácticos. Dársena de Escombreras (Informes: 2)
	Autoridad Portuaria de Melilla, Puertos del Estado	Ensayos en modelo físico sobre el dique de la ampliación exterior del puerto de Melilla (Informes: 1)
		Ensayos en modelo físico 3D de agitación, onda larga y buques atracados de la ampliación exterior del puerto de Melilla (Informes: 2)
		Estudio de maniobra de buques para la ampliación exterior del puerto de Melilla (Informes: 1)
	Autoridad Portuaria de Valencia, Puertos del Estado	Estudio de agitación en modelo numérico en la nueva terminal de contenedores de la dársena Norte para determinación de la longitud óptima de la prolongación del dique de abrigo exterior (Informes: 1)
		Ensayo en modelo físico 3D de agitación de barcos atracados en la nueva terminal de contenedores de la dársena Norte del puerto de Valencia (Informes: 1)
	Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM)	1. Estudio de condiciones de clima marítimo en el transcurso de accidentes de buques (Informes: 2)
	Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento	1. Contraste de mediciones realizadas en el primer semestre de 2018 (Informes: 10)
		2. Comprobación del indicador Resistencia al deslizamiento, medido con equipo SCRIM (Informes: 40)
		3. Comprobación del indicador 'Regularidad superficial longitudinal (IRI)', medido con equipo perfilómetro láser (Informes: 13)
		4. Comprobación del indicador 'Capacidad estructural (firmes flexibles, semiflexibles y semirígidos)', medido con los equipos deflectómetro de impacto y curvímetro (Informes: 5)
		5. Comprobación del indicador 'Retroreflexión de marcas viales' (Informes: 32)
		6. Comprobación del indicador 'Retroreflexión de señales verticales' (Informes: 15)
		7. Comprobación de indicadores relacionados con deterioros del firme (Informes: 25)
		8. Apoyo a la Dirección General de Carreteras en cuestiones técnicas especializadas relacionadas con la aplicación de indicadores en los contratos de concesión de autovías vigentes (Informes: 1)
Puertos del Estado	Evolución de averías en diques en talud (Informes: 2)	
	Asistencia técnica permanente en materia geotécnica (Informes: 5)	
Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento	Seguimiento y análisis de la reglamentación relativa a la seguridad de las estructuras de hormigón, acero y mixtas (Informes: 1)	

<b>MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (ANTIGUO MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA)</b>	Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.M.E., S.A. (ACUAMED)	Ejecución de la asistencia técnica sobre el control y mejora ambiental de los vertidos al mar de las instalaciones que gestiona ACUAMED (Informes: 2)
	Aguas de las Cuencas de España, S.A. (ACUAES)	Ejecución del estudio de la problemática de la generación de olores en el nuevo sistema de saneamiento litoral de Ribeira (A Coruña) (Informes: 2)
	Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General del Agua. Confederación Hidrográfica del Duero	Programa de control limnológico bianual intensivo del lago de Sanabria. Seguimiento de blooms en embalses (Informes: 3)
	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir	Realización de trabajos de estudio de ataque de aguas puras al hormigón del cuerpo de presa de Tranco de Beas, para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en la provincia de Jaén. JA(DT)-5739 (Informes: 1)
	Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General del Agua. Confederación Hidrográfica del Miño-Sil	Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos de las partes española y portuguesa de las cuencas hidrográficas de los ríos Miño-Limia en el marco del proyecto POCTEP RISC MIÑO_LIMIA (0034_RISC_ML_6_E) (Informes: 1)
	Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar	3.3.2. Estudio numérico bidimensional de lecho móvil del tramo bajo del río Tordera. Análisis de los efectos derivados de la extracción de áridos para la regeneración de las playas de S'Abanell y la Marina. T.M. de Blanes (Girona) (Informes: 1)
		3.1. Estudios de Ingeniería de Costas (Informes: 7)
		3.4. Medidas en la naturaleza (Informes: 2)
		2.2. Apoyo técnico en las estrategias marinas (Informes: 5)
		3.2. Estudios ambientales (Informes: 3)
		1.1. Colaboración en convenios internacionales (Informes: 13)
		2.1. Apoyo técnico en la revisión e implementación en los planes de cuenca (Informes: 1)
	5.1. Curso de formación sobre actuaciones en la costa (Informes: 1)	
	Secretaría de Estado de Medio Ambiente [Dirección General del Agua]	Trabajos del Centro de Estudios Hidrográficos para Dirección General del Agua sin encomienda de gestión específica (Informes: 2)
Dirección General del Agua [SEG]	Red de vigilancia radiológica ambiental de las aguas continentales españolas (2018) (Informes: 1)	
Mancomunidad de los Canales del Taibilla	Realización del seguimiento de las geomembranas utilizadas en la impermeabilización de balsas (período 2015-2019) (Informes: 1)	
Mancomunidad de los Canales del Taibilla	Encargo para el seguimiento de las geomembranas utilizadas en la impermeabilización de balsas (período 2019-2023) (Informes: 1)	
Oficina Española de Cambio Climático (OECC)	Encargo al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para la realización en el periodo 2018-2020 de trabajos en relación con el plan de impulso al medio ambiente para la adaptación al cambio climático en España (Plan Pima Adapta) (Informes: 1)	
<b>OTRAS ADMINISTRACIONES</b>	Consejo de Seguridad Nuclear	Programa de vigilancia radiológica ambiental en el medio acuático (Red de estaciones de muestreo: red espaciada). Renovación 2018. SRA/957/201/227.06 (Informes: 1)
	Consejo de Seguridad Nuclear	Asistencia técnica al Consejo de Seguridad Nuclear en los programas de vigilancia radiológica del medio acuático. Renovación 2018. SRA/782/2018/227.06 (Informes: 1)
	Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Educación y Cultura. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte	Asistencia técnica sobre el comportamiento estructural de dos edificios gestionados por la Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Educación y Cultura (Palacio del Infantado en Guadalajara y Naves de San Fernando de Henares, Madrid) (Informes: 1)
	Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA)	Análisis de tritio por concentración electrolítica en 1 muestra de agua de lluvia (Informes: 1)

<b>OTRAS ADMINISTRACIONES</b>	Mancomunidad de Aguas del Sorbe	Análisis radiológico en 1 muestra de agua de consumo humano procedente de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe (Informes: 1)
	Patrimonio Nacional Dirección de Inmuebles y Medio Natural	Encargo a medio propio personificado para asesoría científico-técnica de estudio ambiental de la ría del palacio real de Aranjuez (Informes: 1)
	Universidad de La Laguna. Tenerife	Realización de Análisis de tritio por concentración electrolítica en 24 muestras de agua potable del abastecimiento de Tenerife durante los años 2017 y 2018 (Informes: 1)
	Universidad de Zaragoza	Análisis de tritio por concentración electrolítica en 2 muestras de aguas salinas procedentes de diapiros de la provincia de Huesca (Informes: 1)
	Universidad de Zaragoza	Análisis de tritio por concentración electrolítica en 5 muestras de aguas salinas procedentes de diapiros de la provincia de Huesca (Informes: 1)
<b>CLIENTES NACIONALES</b>	3M España, S.A.	Realización del estudio 'Comportamiento de Materiales Retrorreflectantes. Clase RA1P-EGP-Serie 3430-3M, Clase RA1P-AEGP-Serie 7930-3M, Clase RA2P-HIP-Serie 3930-3M' (Informes: 3)
		Realización del estudio 'Material Diamond Grade RA3P-DG3-Serie 4090-3M. Comportamiento' (Informes: 1)
	A.I.E. CC.NN. Almaraz-Trillo	Vigilancia radiológica del río Tajo en torno a las instalaciones de la central nuclear de Almaraz (2018) (Informes: 1)
	Abengoa Innovación S.A.	Prueba de ensayo de vibraciones del conjunto reformador-cámara de combustión S80-F34-723 (Informes: 1)
	Albatros, S.L.	Shock and vibration tests for Wireless data link, CCTV, and RMM systems (Informes: 1)
	Alpiq Energía España S.A.U.	Inspección preliminar del edificio de las torres de refrigeración de la Central Térmica de Ciclo Combinado de Plana del Vent en Vandellós (Tarragona) (Informes: 1)
	Applus Norcontrol, S.L.U.	Realización del Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo Matrícula 0118-GCG de la empresa Applus Norcontrol, S.L.U. (Informes: 1)
	Asociación Nuclear Ascó - Vandellós II, A.I.E.	Vigilancia radiológica del río Ebro en torno a las instalaciones de la central nuclear de Ascó (2018) (Informes: 1)
	CAF Signalling, S.L.	Obtención de patrones de radiación de la antena-BTM de CAF Signalling (Informes: 1)
	CIESM-INTEVIA, SAU	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo matrícula 4349 GHD de la empresa CIESM INTEVIA SAU (Informes: 1)
	Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo Matrícula 1835-GLM de la empresa EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.S. (Informes: 1)
	Euroconsult Nuevas Tecnologías, S.A.	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo Matrícula 9087-DSC de la empresa EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A. (Informes: 1)
	FYSEG (Fulcrum y Sers Engineering Group)	Realización del estudio hidráulico mediante modelo físico a escala reducida del aliviadero de la presa de El Atance (Informes: 1)
	FYSEG (Fulcrum y Sers Engineering Group)	Realización del estudio hidráulico mediante modelo físico a escala reducida del aliviadero de la presa de Pálmaces (Informes: 1)

<b>CLIENTES NACIONALES</b>	Geotecnia y Cimientos, S.A. (GEOCISA)	Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo matrícula 1292 DFP de la empresa Geotecnia y Cimientos, S.A. (Informes: 1)
		Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo Matrícula 4381-GKW de la empresa Geotecnia y Cimientos, S.A. (Informes: 1)
	Gestión de Estudios, Obras y Proyectos, S.A.	Estudio del hormigón de la presa de Navacerrada (Informes: 1)
	GOLDER ASSOCIATES GLOBAL IBÉRICA S.L.U.	Inspección de sondeo mediante la técnica PS-Logging (Informes: 1)
	Ingeniería de Trazados y Explanaciones, S.L. (INTEF S.L.)	Estudio de las características geométricas y mecánicas reales en una serie de lotes en la Autovía SE-40 Sector Este. Tramo Alcalá de Guadaíra (A-376) - Dos Hermanas (A-4). Subtramo I del PK 0+000 al PK 4+100 (Informes: 1)
	Medidas Ambientales, S.L.	Realización de análisis de tritio por concentración electrolítica en 16 muestras de agua del entorno de la C.N. de Cofrentes durante los años 2017 y 2018 (Informes: 1)
	Medidas Ambientales, S.L.	Realización de análisis de tritio por concentración electrolítica en 16 muestras de agua del entorno de la C.N. de Cofrentes durante los años 2019 y 2020 (Informes: 1)
	Naturgy Generación S.L.U.	Inspección preliminar del edificio de las torres de refrigeración de la central térmica de ciclo combinado de Plana del Vent en Vandellós (Tarragona) (Informes: 1)
	Nuclenor, S.A.	Vigilancia radiológica del río Ebro en torno a las instalaciones de la central nuclear de Santa María de Garoña (2018) (Informes: 1)
	Signus Ecovalor, S.L.	Ensayo de lixiviación por percolación de flujo ascendente basado en la norma UNE-EN 14405 sobre muestras de granulado de caucho NFVU empleado en la fabricación de césped artificial (Informes: 1)
	Signus Ecovalor, S.L.	Revisión de la documentación acreditativa del empleo de polvo de caucho NFVU en una mezcla bituminosa aplicada en la obra Plan de Asfalto 2018. T.M. Marbella (Málaga) (Informes: 1)
	THALES España, GRP, S.A.U.	Realización de pruebas cruzadas de integración tren-vía entre el RBC de Thales y el EVC de Alstom BL3 para la línea ERTMS N2 de Dakar (Senegal) (Informes: 1)
	Tirme, S.A.	Realización de seguimiento del comportamiento estructural de un tramo de ensayo en la carretera Ma-30 (2019) (Informes: 2)
	TPF GETINSA Euroestudios, S.L.	Realización del Ensayo anual de Intercomparación de Equipos de Medida del Rozamiento Transversal del tipo SCRIM 2019. Equipo Matrícula 2054-HKX de la empresa TPF GETINSA Euroestudios, S.L. (Informes: 1)
	UTE THALS ANTEQUERA-GRANADA	Realización en el laboratorio de las pruebas de puesta en servicio de la LAV Antequera-Granada mediante la integración en el mismo de dos RBCs de Siemens y realización de las pruebas de estos dos RBCs con el equipo embarcado de Alstom (Informes: 1)

<b>CLIENTES INTERNACIONALES</b>	Cobra Thermosolar Plants Inc.	Hot Salt Tank Foundation Materials Mechanical Analysis (Informes: 1)
	Constructora Las Pampas de Sigüas, S.A.	Estudio hidráulico en modelo físico a escala reducida, de los órganos de maniobra sitios en la toma de la margen derecha de la presa de Angostura (Perú). Modelización de las válvulas Howell-Bunger (Informes: 1)
	Dragados UK Ltd.	3D Physical model study on south breakwater of Aberdeen Port Expansion (Scotland) (Informes: 1)
	International Union of Railways (UIC)	Updating of UIC leaflets 719 'Earthworks and track bed for railway lines' and conversion into a new IRS-International Railway Solution (Informes: 1)
	ALSTOM Francia	Realización de un número reducido de pruebas del Subset-085 a una baliza de Alstom y una de Lanxin para comparar los resultados entre ambas (Informes: 1)
	ALSTOM Francia	Ensayos del Subset-085 para la baliza de Alstom (Informes: 1)
	HITACHI RAIL STS	Realización de los ensayos de certificación del equipo embarcado ERTMS de Hitachi (antes Ansaldo) que equipará a todos los trenes de alta velocidad que circulen con ERTMS por la red francesa (Informes: 1)
	Comisión Europea	Proyecto LIFE12 ENV/ES/000072 LIFESURE (Informes: 1)
	Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento	Ensayo Fénix, sobre evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas (Informes: 1)
	European GNSS Agency (GSA)	Proyecto sobre la utilización del Sistema Galileo de posicionamiento por Satélite para el ferrocarril y más en concreto para el ERTMS (Informes: 1)
	Comisión Europea	Proyecto VITE de la JU Shift 2 Rail de ensayos ERTMS en laboratorio: hacia la estrategia de "Zero on site testing" (Informes: 1)



## Participación en congresos, jornadas y seminarios externos

EVENTOS INTERNACIONALES	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES/ CENTROS-LABORATORIOS
<i>VIII Conferencia Internacional sobre el Pesaje en Movimiento (ICWIM8)</i>	Praga (República Checa)	19/3/19	Leal, J. (CET)
<i>Segundo Ensayo Europeo de Comparación Interlaboratorios de Equipos de Medida de la Resistencia al Deslizamiento</i>	Nantes (Francia)	20/5/19	Aguado, A., González, J., y Parra, L. (CET)
<i>EPFW European Pavement Friction Workshop</i>	Nantes (Francia)	23/5/19	Parra, L. (CET)
<i>Seminario sobre la Geotecnia en Transportes</i>	Lisboa (Portugal)	28/1/19	Pardo, F. (LG)
<i>XVII Conferencia Europea de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica</i>	Reikiavik (Islandia)	1/9/19	Tijera, A., Estaire, J., González-Gállego, F.J., Santana, M., y Estaire, J. (LG)
<i>International Congress on Rock Mechanics and Rock Engineering</i>	Foz de Iguazú (Brasil)	13/9/19	Moreno, J., Muñiz, M., y Díez, J.A. (LG)
<i>27th European Young Geotechnical Engineers Conference</i>	Mugla (Turquía)	26/9/19	Montero, N., y Estaire J. (LG)
<i>XXVIth World Road Congress: Caracterización de los RCD para su Uso en Terraplenes: El Caso Español</i>	Abu Dhabi (Emiratos Árabes)	6/10/19	Santana, M., Cano, H., e Higuera, C. (LG)
<i>Seminário Internacional 2019 sobre Soluções Geotécnicas para Problemas Ambientais Inter-regionais Portugal-Espanha: Estudos sobre utilização de residuos en terraplenes de carreteras</i>	Covilhã (Portugal)	25/11/19	Pardo, F. (LG)
<i>Space for Innovation in Rail</i>	Viena (Austria)	18/3/19	Iglesias, J., y González, M. (LIF)
<i>First UIC Global FRMCS Conference</i>	París (Francia)	14/5/19	Iglesias, J., y Molina, D. (LIF)
Control Coman and Rail Communications Conference (CCRCC) Agencia Ferroviaria Europea (ERA)	Valenciennes (Francia)	15/10/19	Cadavid, B., Iglesias, J., y López, M. (LIF)
<i>12th World Conference on Rail Research (WCRR)</i>	Tokyo (Japón)	28/10/19	Molina, D. (LIF)
<i>Workshop and Training Courses in Geel at JRC de la Intercomparación Europea de Radón en Aguas</i>	Geel (Bélgica)	25/3/19	Pujol, L. (CETA)

39th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment (IAIA19). Comunicación oral: García Sánchez-Colomer, M. 2019. Good practices for the landscape integration in projects	Brisbane (Australia)	29/4/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
Noise NRC Meeting de la Agencia Europea de Medio Ambiente	Copenhague (Dinamarca)	14/5/19	Segués, F. (CETA)
Simposio Internacional de Hidrología Isotópica del Organismo Internacional para la Energía Atómica	Viena (Austria)	19/5/19	Rodríguez, J., y Almendro, D. (CETA)
International Symposium on Isotope Hydrology: Advancing the Understanding of Water Cycle Processes. Póster: Castaño S., y Rodríguez-Arévalo J. 2019. Mapping environmental tritium activity concentration in recent precipitation in Spain to trace moisture sources in the hydrological cycle	IAEA Headquarters, Viena (Austria)	20/5/19	Rodríguez-Arévalo, J., y Almendro, D. (CETA)
Seminário Internacional 2019 sobre Soluções Geotécnicas para Problemas Ambientais Inter-regionais Portugal-Espanha. Comunicación oral: García Sánchez-Colomer, M. 2019. Buenas prácticas para la integración del paisaje en los proyectos	Covilhã (Portugal)	26/11/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
Curso de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino	La Habana (Cuba)	1/6/19	Sánchez, J.F., Martín, M., y Buceta, J.L. (CEPYC)
Coastal Structures Conference 2019	Hannover (Alemania)	30/9/19	Medina, J.M., y Jiménez, M. (CEPYC)
Congreso Littoral et Changement Climatique	París (Francia)	20/11/19	Gutiérrez, R.M., y Grassa, J.M. (CEPYC)
II Congreso Internacional Seguridad Hídrica y Gobernanza	Mendoza (Argentina)	5/3/19	Mora, J. (CEH)
V Conferencia Latinoamericana de Saneamiento-LATINOSAN 2019	San José (Costa Rica)	1/4/19	Del Río, I. (CEH)
31st International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics	Antalya (Turquía)	14/5/19	López, D. (CEH)
XXVIII Congreso Mundial de la Asociación de Ingeniería e Investigación Hidroambiental IAHR	Panamá	28/8/19	Gutiérrez, R.M., Bailairón, L. (CEH)
Kongsberg Digital International Simulation User Conference	Róterdam (Holanda)	25/9/19	Fernández, J. (CEH)
Taller Fortalecimiento de Capacidades en Materia de Desalinización y Reúso de Agua ICEX-Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú	Lima (Perú)	1/10/19	Del Río, I. (CEH)

EVENTOS NACIONALES	LUGAR DE CELEBRACIÓN	FECHA	ASISTENTES
<i>IX Jornada de Ensayos de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA)</i>	Madrid	7/3/19	Jiménez, R., García J., Termenón, J., y Gómez, J. (CET)
<i>Jornadas Técnicas SUDS: Pavimentos Permeables Continuos</i>	Madrid	13/3/19	Carnerero, J., Sánchez Trujillano, A. (ponente) y Parra, L. (CET)
<i>Jornada Final Proyecto LIFE BATTLE CO2</i>	Madrid	24/4/19	Perelli, M. (ponente) (CET)
<i>Jornada Final del Proyecto LIFE SOUNDLESS</i>	Sevilla	17/10/19	Parra, L. (ponente) (CET)
<i>Workshop Proyecto SIS-INFRA</i>	Madrid	25/11/19	Crespo, L., Sánchez Trujillano, A. (ponente) y Parra, L. (ponente) (CET)
<i>Tercer Congreso Nacional de Geosintéticos, Geosintec 3</i>	Madrid	7/11/19	Carnerero, J., García Carretero, J., Jiménez, R., Pérez Ayuso, J., y Parra, L. (ponente) (LG)
<i>Simposio de Túneles de Carretera</i>	Barcelona	12/2/19	Pardo, F. (LG)
<i>Mesa Debate sobre Hyperloop en FITUR</i>	Madrid	25/1/19	Iglesias, J. (LIF)
<i>Shift 2 Rail Dialogue in Future Research</i>	Madrid	12/2/19	Bueno, J., y Herranz, S. (LIF)
<i>XIX Congreso Español sobre Sistemas Inteligentes de Transporte</i>	Madrid	1/4/19	Bueno, J., y Cadavid, B. (LIF)
<i>Railway Signalling Seminar Railgrup / TÜV-SÜD</i>	Madrid	23/5/19	Iglesias, J., y López, M. (LIF)
<i>Segunda Jornada de Señalización Ferroviaria Talgo</i>	Madrid	26/6/19	Iglesias, J., y López, M. (LIF)
<i>10º Congreso de Innovación Ferroviaria</i>	Mérida	24/10/19	Bueno, J., y Agudo, P. (LIF)
<i>XIV Asamblea de la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española</i>	Madrid	27/11/19	Iglesias, J. (LIF)
<i>Jornada Técnica sobre el Plan EILA y el Código Estructural</i>	Instituto Eduardo Torroja, CSIC, Madrid	13/2/19	Gállico, J.M. (LCEYM)

Jornada sobre Presentación de la Publicación Guía de Reparación de Estructuras de Hormigón en Ambiente Marino Asociación Técnica de Puertos y Costas	Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia	22/1/19	Alaejos, P. (LCEYM)
<i>Jornada Técnica sobre el Plan EILA y el Código Estructural</i>	Instituto Eduardo Torroja, CSIC, Madrid	13/2/19	Gállico, J.M. (LCEYM)
<i>Jornada Técnica sobre el Código Estructural</i>	Murcia	10/4/19	Gállico, J.M. (LCEYM)
<i>Conferencia Internacional Gestión de la Conservación de los Puentes</i>	Sevilla	20/4/19	Carpintero, I. (LCEYM)
<i>Máster de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos</i>	Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas	8/5/19	Alaejos, P. (LCEYM)
<i>Investigación e Innovación en la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos: Necesidad y Oportunidad</i>	Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid	27/5/19	Rodríguez, L., y Morales, A. (LCEYM)
Jornada sobre Aplicaciones de Drones en la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos: Innovación y Tecnología, organizada por la Universidad de Granada	Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid	17/6/19	Carpintero, I. (LCEYM)
<i>XII Jornada sobre Señalización Vial Presentación de la Guía para una Correcta Señalización de Orientación en Entorno Urbano</i>	Madrid	26/9/19	Orencio, J. (LCEYM)
<i>Jornada de Presentación de la Guía de Reparación de Estructuras de Hormigón en Ambiente Marino</i>	Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, Madrid	26/9/19	Alaejos, P. (LCEYM)
<i>Simposio IASS 2019: Forma y Fuerza</i>	Barcelona	7/10/19	Gállico, J.M., y Mateo, B. (LCEYM)
<i>Foro Patrimonio Cultural de la Obra Pública</i>	Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid	21/10/19	Morales, A., Martínez, J., Rujeda, J., López, E., y Carpintero, I. (LCEYM)
<i>Congreso Internacional de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)</i>	Escuela Técnica de Ingeniería Civil de Madrid	30/10/19	Alaejos, P. (LCEYM)
<i>3er Congreso Nacional de Geosintéticos, GEOSINTEC 3</i>	Barcelona	7/11/19	Leiro, Á., Solera, R., y Mateo, B. (LCEYM)
<i>Jornada Morteros de Cal en Restauración de Patrimonio</i>	Fundación Gómez Pardo - Madrid	28/11/19	Carpintero, I., Rueda, J., y Martínez, J. (LCEYM)
<i>Foro ARPHO 2019</i>	Instituto Eduardo Torroja, CSIC, Madrid	21/11/19	Alaejos, P. (LCEYM)
<i>Máster de Postgrado en Planificación y Gestión de Infraestructuras</i>	Escuela Politécnica Superior de Algeciras	29/11/19	Alaejos, P. (LCEYM)

<i>1st Iberian Ecological Society Meeting &amp; XIV AEET Meeting</i>	Barcelona	4/2/19	Cortés, F., y Molina, B. (CETA)
<i>Efectos de la Infraestructura Verde en los Servicios de Polinización</i>	Madrid	5/3/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
<i>Change the Change. International Conference on Climate Change</i>	San Sebastián	8/3/19	Crespo, L. (CETA)
<i>Congreso Conama Local Toledo 2019: Campo y Ciudad Agenda Global, Encuentro de Pueblos y Ciudades por la Sostenibilidad</i>	Toledo	4/4/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
<i>ICRM 2019 Conferencia Internacional de Metrología de Radionucleidos y sus Aplicaciones</i>	Salamanca	26/5/19	Pujol, L. (CETA)
III Congreso Ibérico de Restauración Fluvial. Póster: Molina, B., Cortés, F., y Magdaleno, F. "Estudio de recuperación ambiental de la Ría de Aranjuez". Comunicación oral: Cortés, F., Molina, B., y Magdaleno, F. "Crecidas controladas en el río Manzanares para la mejora del régimen de caudales ecológicos". Comunicación oral: Magdaleno, F., Cortés, F., Molina, B., Díez-Herrero, A., y Bodoque, J.M. "El proyecto DRAINAGE: restaurando las llanuras de inundación como infraestructuras verdes frente a los riesgos de inundación"	Murcia	12/6/19	Cortés, F., y Molina, B. (CETA)
9º Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Comunicación oral: López-Piñero, T., Cortés, F., Magdaleno, F., Vallejo, N., y Viu, M. "Identificación de los requerimientos de conservación de plantas protegidas ligadas al agua para su integración en los procesos de planificación hidrológica"	Granada	9/7/19	Cortés, F. (CETA)
XVIII Congreso Ibérico de Entomología. Comunicación oral: García Sánchez-Colomer, M. 2019. Ensayos preliminares de un nuevo método de muestreo para evaluar el efecto de las carreteras sobre los polinizadores	Madrid	10/7/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
28th Congress of the European Vegetation Survey. Comunicación oral: Cortés, F., Magdaleno, F., López-Piñero, T., Viu, M., y Vallejo, N. "How to sample water-dependent protected plant species in a standardized way to be taken into account in the hydrological planning processes? Insights from Spain"	Madrid	2/9/19	Cortés, F. (CETA)
XXIII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural Comunicación oral: García Sánchez-Colomer, M. 2019. Estudio de la utilización de grandes infraestructuras urbanas por polinizadores mediante un nuevo sistema de muestreo	Barcelona	4/9/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
<i>Rewilding: Theory, Monitoring and Management</i>	Alcalá de Henares	26/9/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)

XVII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada Comunicación oral: García Sánchez-Colomer, M. 2019. Propuesta de una nueva metodología para evaluar el impacto del tráfico sobre las poblaciones de insectos	Madrid	4/11/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
<i>Jornada Economía Circular y Sostenibilidad</i>	Madrid	6/11/19	Sobrados, L. (CETA)
<i>Cumbre del Clima COP25</i>	Madrid	3/12/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
<i>Taller CDTI Primera Etapa de Reto Social 5 Convocatorias 2020: Acción por el Clima, Medio Ambiente, Eficiencia de Recursos y Materias Primas</i>	Madrid	23/12/19	García Sánchez-Colomer, M. (CETA)
<i>Jornada Técnica de presentación de los proyectos europeos: "ELISA/ELICAN PROJECT" y "TELWIND PROJECT"</i>	Madrid	7/3/19	Gutiérrez, R., Valdés, J.M., Gutiérrez, C., y López, A. (CEPYC)
<i>International Forum on Marine Litter and Circular Economy. MARLICE 2019</i>	Sevilla	10/4/19	Zorzo, P. (CEPYC)
<i>Jornada Técnica el Servicio de Practicaje y la Seguridad Marítimo-Portuaria</i>	Algeciras	11/4/19	Valdés, J.M. (CEPYC)
<i>Jornada IAHR – SPAIN WATER: Medidas de Adaptación Frente al Cambio Climático en la Costa Española</i>	Madrid	25/4/19	Sánchez, J.F., y Peña, J.M. (CEPYC)
<i>XV Jornadas Nacionales de Ingeniería de Costas y Puertos</i>	Torremolinos	8/5/19	Grassa, J.M., Gutiérrez, R., Valdés, J.M., Lloret, A., Sánchez, J.F., Buceta, J.L., Martín, M.J., Peña, J.M., Antequera, A., Gutiérrez, C., López, A., de la Lama, D., Moreno, I., y Murciano C. (CEPYC)
<i>Taller de Transferencia de Logros y Retos entre la Comunidad MED para la Protección de la Biodiversidad y los Actores Estatales</i>	Madrid	4/7/19	Lloret, A., y Grassa, J.M. (CEPYC)
<i>ISPO 19 Conference</i>	Palma de Mallorca	11/9/19	Prieto, M., y Valdés, J.M. (CEPYC)
<i>I Foro del Patrimonio Cultural de la Obra Pública: Caracterización, Gestión y Rehabilitación</i>	Madrid	21/9/19	Gutiérrez, R., Valdés, J.M., y de la Peña, J.M. (CEPYC)
<i>Jornada Instituto de Ingeniería de España: Los Laboratorios Marítimos: Puertos, Costas, Buques y Estructuras Flotantes</i>	Madrid	1/10/19	Gutiérrez, R., y Valdés, J.M. (CEPYC)
<i>Los microplásticos. Preocupación emergente en las aguas</i>	Valencia	2/10/19	Obispo, R. (CEPYC)
<i>XVI Jornadas de Jóvenes Profesionales ATPYC</i>	Menorca	3/10/19	López, A., y Fernández, A. (CEPYC)

<i>I Jornada de Sostenibilidad Ambiental y Gestión Portuaria</i>	Huelva	8/10/19	Gutiérrez, R.M., y Lloret, A. (CEPYC)
<i>Jornada Instituto de Ingeniería de España: Hacia un Uso Sostenible del Medio Marítimo</i>	Madrid	3/12/19	Lloret, A. (CEPYC)
Hydrosensof IAHR	Madrid	16/2/19	López, D. (CEH)
Máster de Gestión Integral del Agua Universidad de Cádiz	Cádiz	15/3/19	Balairón, L. (CEH)
Los Retos del Agua en España: La Acción es Necesaria. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Asociación de Ingenieros de Caminos	Madrid	26/3/19	Estrada, F. (CEH)
<i>XXXV Congreso de la Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS)</i>	Valencia	27/3/19	López, C. (CEH)
<i>Jornada RedSUDS 2019 Consolidando el Drenaje Sostenible en España</i>	Madrid	4/4/19	León, I., y del Río, I. (CEH)
Jornada sobre Paleocrecidas y Avenidas Históricas y su Aplicación a la Seguridad Hidrológica de las Presas. IAHR - SPAIN WATER Sociedad Española de Presas y Embalses (SEPREM)	Madrid	8/5/19	Jiménez, A., y García, C. (CEH)
Seminario Nuevos Desafíos en la Gestión del Agua Universidad Católica de Murcia	Murcia	9/5/19	Barranco, L.M. (CEH)
Jornada Técnica Gestión de Inundaciones en un Marco de Sostenibilidad Ambiental y de Cambio Climático. Cátedra Rafael Dal-Ré/TRAGSA Universidad Politécnica de Madrid	Madrid	9/5/19	Jiménez, A. (CEH)
VII Jornada sobre Biorreactores de Membrana Universidad de Barcelona	Barcelona	16/5/19	León, I. (CEH)
Jornadas Técnicas sobre Nuevos Materiales, Productos y Servicios para Desalación y Reutilización. Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR)	Madrid	22/5/19	Del Río, I. (CEH)
Workshop sobre Gobernanza de Presas y Embalses. Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD)	Madrid	11/6/19	Estrada, F. (CEH)
Jornada Técnica sobre Aguas Regeneradas en el Riego. Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales, Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)	Madrid	12/6/19	Leal, M., y León, I. (CEH)
<i>Jornada Técnica Uso de Geosintéticos en Rehabilitación de Firmes de Carreteras</i>	Madrid	18/6/19	Leiro, Á. (CEH)

Taller Regional en el Marco del Proyecto 4KET4Reuse: El Futuro de la Reutilización del Agua en Andalucía. Centro de Nuevas Tecnologías del Agua	Almería	18/6/19	Del Río, I. (CEH)
XII Seminario de la Red de Laboratorios de Hidráulica de España. Universidad Politécnica de Valencia	Valencia (España)	19/6/19	Andrés, F.R., Balairón, L., y López, D. (CEH)
<i>XIII Jornadas Internacionales de Ingeniería para la Alta Velocidad</i>	Córdoba	19/6/19	Bueno, J., y Fernández, M. (CEH)
2º Congreso Iberoamericano de Cianotoxinas. 6º Congreso Ibérico de Cianotoxinas Universidad de Murcia	Murcia	3/7/19	Alonso, A.M. <sup>a</sup> (CEH)
2º Taller Hispano-Argentino de Seguridad de Presas, organizado dentro del marco de la cooperación hispano-argentina que establece el Memorándum de Entendimiento firmado en diciembre de 2018 entre el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España, el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de Argentina y el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Madrid	8/7/19	Estrada, F. (CEH)
3º Taller Hispano-Argentino de Seguridad de Presas, organizado dentro del marco de la cooperación hispano-argentina que establece el Memorándum de Entendimiento firmado en diciembre de 2018 entre el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España, el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de Argentina y el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Madrid	8/7/19	Mora, J. (CEH)
<i>XVI Jornadas de Jóvenes Profesionales ATPYC</i>	Menorca	3/9/19	López, A., y Fernández, A. (CEH)
Jornada Contaminantes emergentes, la amenaza fantasma. Un Nuevo Reto para el Sector del Agua, organizada por la red de entidades públicas de aguas de Euskadi, formada por la Agencias Vasca del Agua (URA), el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia, Aguas Municipales de Vitoria (Amvisa), Aguas del Añarbe, Consorcio de Aguas de la Rioja Alavesa, Consorcio de Aguas de Busturialdea, Katauriko Urkidetza y Servicios de Txingudi, coordinadas por Aclima. Basque Environment Cluster	San Sebastián	17/9/19	Leal, M. (CEH)
Jornada Retos de la Gestión de Aguas Pluviales Mediante Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible. Cátedra EMALCSA-UDC. Agrupación Estratégica CITEEC	La Coruña	19/9/19	León, I., y del Río, I. (CEH)
Curso sobre Gestión de Riesgos de Inundaciones Confederación Hidrográfica del Júcar	Valencia	24/9/19	Jiménez, A. (CEH)
II Jornadas Agua, Economía y Sociedad Cajamar. Grupo de investigación WEARE de la Universidad de Córdoba	Vélez-Málaga	15/10/19	Leal, M. (CEH)

Foro del Patrimonio Cultural de la Obra Pública Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Madrid	21/10/19	Balairón, L., y Jiménez, A. (CEH)
Curso de Modelización Numérica Tridimensional en Ingeniería Hidráulica, organizado por la Universidad de Castilla-La Mancha como curso precongreso de las VI Jornadas de Ingeniería del Agua	Toledo	22/10/19	López, D. (CEH)
VI Jornadas de Ingeniería del Agua Universidad de Castilla-La Mancha	Toledo	23/10/19	Balairón, L., López, D., y Rebollo, J.J. (CEH)
Jornada Marco Legal en Materia de Saneamiento y Depuración. Nuevos Retos para los Operadores Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia	Bilbao	5/11/19	Leal, M. (CEH)
Simposio sobre Cambio climático. Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon España	Madrid	7/11/19	Barranco, L.M. (CEH)
<i>VI Congreso Intenacional de Ingeniería Romana. Ingeniería Hidráulica</i>	Santo Domingo de la Calzada	7/11/19	De la Peña, J.M. (CEH)
Jornada sobre el Estado de Implantación de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación: Lecciones Aprendidas y Retos Pendientes Dirección General del Agua, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico	Madrid	14/11/19	López, D., y Jiménez, A. (CEH)
Curso Drenaje de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	Madrid	19/11/19	Jiménez, A. (CEH)
Jornada Estrategia de Utilización de las Aguas Subterráneas como Garantía del Abastecimiento Urbano en Periodos de Sequía y Escasez en Grandes Núcleos Urbanos, Mancomunidades y Consorcios. Asociación Internacional de Hidrogeólogos	Sevilla	19/11/19	Estrada, F. (CEH)
Jornada sobre Modelación Numérica en Ingeniería de Presas. Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD)	Madrid	25/11/19	López, D. (CEH)
Curso Gestión del Riesgo de Inundaciones. Implantación de Nuevas Normativas Unidad de Protección Civil y Emergencias de la Subdelegación del Gobierno en Granada	Granada	26/11/19	López, D. (CEH)
Jornada Transformación Digital en el Ámbito del Agua, la Energía y el Medio Ambiente. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Madrid	10/12/19	Estrada, F. (CEH)
EU Water Innovation Conference EIP Water, Comisión Europea	Zaragoza	11/12/19	Barranco, L.M., y Fernández, A.I. (CEH)
<i>Jornada-Debate sobre el Cambio Climático. COP 25 Madrid 2019</i>	Madrid	12/12/19	Estrada, F. (CEH)



## Comités y asociaciones con representación del CEDEX

### I. Representación en comités

NOMBRE DEL COMITÉ O ASOCIACIÓN	NOMBRE DEL SUBCOMITÉ O GRUPO DE TRABAJO
Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)	Grupo de trabajo de la Reporting Mechanism Environmental Noise Directive
ARCER	GT 1.- Características de tracción y fatiga
Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE)	Representante
	Comisión 2.- Materiales
	GT.- Nuevos retos en los áridos para hormigón
	GT.- Caracterización del hormigón in situ
	Comisión 5.- Estructuras y elementos estructurales
	GT.- 5.9.- Ejemplos Eurocódigos
Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS)	Comisión 4ª Drenaje Urbano
	Comisión 5ª Depuración de aguas residuales
	GT.- Reutilización
	GT.- Operaciones, tecnología y energía
	GT.- Gestión y tratamiento de lodos de depuradoras
Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDYR)	Representante
Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental	
Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA)	Comités ALEAS (Agrupación de Laboratorios de Entidades Asociadas a ASEFMA)
	Adherencia entre capas de mezcla bituminosa
	Control térmico y toma de muestras de mezclas bituminosas y de sus componentes
	Marcado CE de mezclas bituminosas
	Compactación giratoria
Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR): Comités de Certificación	CTC 15.- Cementos
	CTC 17.- Productos de acero para hormigón
	CTC 36.- Tubos y perfiles huecos de acero
	CTC 46.- Perfiles de acero laminados en caliente
	CTC 52.- Equipamiento para carreteras

Asociación Española de Normalización y Certificación (UNE): Comités de Normalización	CTN 36.- Siderurgia
	CTN 41.- Construcción
	Subcomité SC 2.- Materiales para carreteras
	GT 1.- Mezclas bituminosas
	GT 5.- Características superficiales
	CTN 53.- Plásticos y cauchos
	Subcomité SC 2.- Tuberías (GT UNE 53331)
	CTN 76.- Estructuras Metálicas Permanentes
	CTN 77.- Medio Ambiente
	Subcomité SC 1.- Aguas
	CTN 80.- Cementos y cales
	Subcomité SC 1.- Ensayos mecánicos
	Subcomité SC 2.- Análisis químicos
	Subcomité SC 3.- Definiciones, terminología, especificaciones
	CTN 83.- Hormigón
	Subcomité SC 10.- Durabilidad
	CTN 103.- Geotecnia
	CTN 104.- Materiales impermeabilizantes para la construcción
	Subcomité SC 1.- Materiales bituminosos
	Subcomité SC 2.- Materiales poliméricos
	CTN 112.- Corrosión y protección de materiales metálicos
	Subcomité SC 2.- Protección de materiales metálicos
	CTN 135.- Equipamiento de carretera para la señalización vial
	Subcomité SC 1.- Barreras de seguridad
	Subcomité SC 2.- Señalización horizontal
	Subcomité SC 3.- Señalización vertical
	Subcomité SC 6.- Dispositivos reductores de ruido
	Subcomité SC 7.- Pantallas antideslumbrantes
	CTN 140.- Eurocódigos
	Subcomité SC 1.- Acciones y Bases
	Subcomité SC 7.- Eucodódigo 7 proyecto geotécnico
CTN 146.- Áridos	
GT 13.- Sustancias peligrosas empleadas en la construcción	
Subcomité SC 6.- Ensayos de áridos	
CTN 149.- Ingeniería del Agua	
Subcomité SC 3.- Redes de saneamiento y vertido	
CTN 159.- Sistemas inteligentes de transporte	
CTN 193.- Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas de productos de construcción	
CTN 198.- Sostenibilidad en la construcción	
CTN 199.- Equipamiento para la gestión del tráfico	
CTN 216 GT2.- Cambio climático	
Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas (AETOS)	Junta Directiva
Asociación Ibérica de Limnología (AIL)	Representantes

Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC)	Comité de Terminología (CTERM)
	Secretaría de habla española
	TC 1.4.- CLIMATE CHANGE AND RESILIENCE OF ROAD NETWORKS
	CT A.3.- Road System Economics & Social Development
	CT C.1.- Políticas y programas nacionales de seguridad vial
	CT D.3.- Puentes de carreteras
	CT D.4.- Rural roads and earthworks
Asociación Técnica de Carreteras (ATC). Comité Nacional Español de la AIPCR	CT 4.- Planificación, Diseño y Tráfico
	CT 7/8.- Firmes de carreteras
	GT1.- Análisis del ciclo de la vida de los firmes
	CT 11. Puentes de carreteras
	CT 12.- Geotecnia vial
	CT 13.- Seguridad vial
	CT 14.- Carreteras y Medio Ambiente
Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (ATEB)	Grupo de trabajo GT3 Mezclas templadas con emulsión. Subgrupo S2. Representante
Clúster Marítimo Nacional	Representante
Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCETTS)	Representante
Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimo (CIAIM)	Representante
Comisión de Seguimiento Ambiental de la Actuación de Emergencia en Obras de Emergencia Necesarias para el Acondicionamiento, Puesta en Marcha y Explotación de la Batería Estratégica de Sondeos. Zona de Hellín. T. M. Hellín (Albacete)	Asesores técnicos
Comisión Europea: Noise Regulatory Committee	Representante
Noise Expert Committee	Representante
Comisión Interministerial para Productos de la Construcción (CIPC)	Comité Permanente
	Subcomité-Organismos notificados
Comisión Permanente de Estructuras de Acero (CPEA)	Representante
Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes (CPNS)	Representante
Comisión Permanente del Cemento (CPC)	Representante
Comisión Permanente del Hormigón (CPH)	Comisión
	GT.- Materiales
Comisión Técnica de Maremotos	Representante
Comité Europeo de Normalización (CEN)	TC 51.- Cementos y cales de construcción
	TC 154.- Aggregates
	WG 13.- Dangerous substances
	TC 189.- Geosintéticos
	TC 227.- Materiales para carreteras
	WG1.- Mezclas bituminosas
	TG2.- Ensayos de mezclas bituminosas
	WG5.- Surface Characteristics
	TC 250.- Eurocódigos
	Subcomité SC 7.- Geotecnia
	TC 341.- Geotechnical investigation and testing
	WG 6.- Laboratory soil testing
Comité Nacional Español de Grandes Presas (CNEGP-SPANCOLD)	Comité Técnico de Sedimentación de Embalses
	Comité de Cálculo
Comité Permanente de las Jornadas de Ingeniería del Agua	

Comité Técnico de Gestión Ambiental (COTEMA)	Representante
Comité Técnico Permanente para la Elaboración de las Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM)	Comité Técnico para la Redacción de la ROM 1.1.Recomendaciones para el proyecto de construcción de diques de abrigo
Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA)	Representante invitado por la Dirección General del Agua
Consejo Asesor del Fondo de Cooperación para el Agua y el Saneamiento	Miembro
Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica en España	Grupo Técnico de Trabajo de Hidrografía (GTT_HY)
Consejo Nacional del Agua	
Convenio Oslo-París para la Protección del Atlántico Nordeste	Comité de Eutrofización (EUC)
Directiva Marco de Estrategias Marinas	WG DIKE. SUBGRUPO TG DATA
ERTMS Users Group	Testing Steering Committee
European Large Geotechnical Institutes Platform (ELGIP)	Miembro español de la Plataforma de Grandes Instituciones Geotécnicas Europeas
European Network of Freshwater Research Organisations (EurAqua)	Miembro
European Water Research Institutes (EWRI)	Directors Meeting Representante
Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas (ANABAD)	Socio institucional CEDEX
Forum of European Highways Research Laboratories (FEHRL)	Research Coordinator
Fundación de los Ferrocarriles Españoles	Comité de Interoperabilidad
Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas	Patronato
Grupo de Trabajo de Cartografía Marina	Representante
Grupos de trabajo del Pacto Nacional por el Agua	Eje 1: Atención a los déficits hídricos
	Eje 2: Gestión de las Aguas Pluviales Urbanas
Grupo de Trabajo Ordenación del Espacio Marítimo	Representante
Grupo de trabajo sobre el paisaje (Subdirección General de Evaluación Ambiental)	Coordinador
Grupo de Trabajo Técnico Línea de Costa	Representante
International Association for Bridges and Structural Engineering (IABSE)	Representante
	Secretaría
International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)	Vicepresidencia
	Secretaría
International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR)	Hydraulic Structures Committee
	Capítulo Español
	Young Professionals Network - Madrid
	Young Professionals Network - Madrid
International Association for Impact Assessment	
International Association for Hydro-Environmental Engineering and Research	Representante
International Geosynthetics Society (IGS)	Capítulo Español
International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering	Participación a través de la SEMSIG
	TC 103 Numerical Methods
International Standard Organization (ISO)	ISO TC43 SC1 WG33 Measuring method for comparing noise on different road surfaces

International Society of Limnology (SIL)	
International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systes and Structures (RILEM)	Comité de Gestión
Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras del Ministerio de Fomento	Iniciativa E3L5-1 Vigilancia Tecnológica (VT) e Inteligencia Competitiva (IC)
	Iniciativa E3L5-3 Laboratorio de drones
	Iniciativa E4L2-5 Aplicación de las tecnologías fotocatalíticas en infraestructuras de transporte
Plan Estratégico de drones del Ministerio de Fomento	Iniciativa E4L1-1 Grupo interministerial
Plataforma PROTECMA	Representante
Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC)	Comité Permanente
Ponencia técnica sobre el empleo de polvo de caucho en firmes. (Dirección Técnica, DG Carreteras, MFom)	Secretaría
Ponencia técnica sobre mezclas ultradelgadas AUTL (Dirección Técnica, DG Carreteras, MFom)	Representante Coordinador GT-2: Nuevos ensayos
Programa Copernicus	Foro de Usuarios de Copernicus España
Programa Hidrológico Internacional (UNESCO)	Comité Nacional Español
Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica (RINIHH)	Miembro
Red de Laboratorios de Hidráulica de España	Representante
Red de Laboratorios e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid	Representante
Red Ibérica de Cianotoxinas	Representante
Servicio de Teledocumentación Baratz	Grupo de usuarios de BRS
Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECYTA)	Representante
Sociedad Española de Documentación e Información Científica (SEDIC)	Miembro
Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR)	Sede de la Sociedad
Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG)	Sede de la Sociedad
Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)	Grupo de Trabajo de Medidas de Radiactividad Ambiental
Sociedad Geológica de España (SGE)	Representante
Sociedad Nuclear Española (SNE)	Representante
Water Framework Directive (WFD). Common Implementation Strategy (CIS). WGA Ecological Status ECOSTAT	COMITE ECOSTAT
World Association for Waterborne Transport Infrastructures	Representante

## II. Representación en comités de publicaciones

Nombre de la publicación	ISSN
<i>Boletín de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas (SEMR)</i>	ISSN: 2444-9601
<i>Boletín de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG)</i>	ISSN: 2695-8260
<i>Carreteras</i>	ISSN: 0212-6389
<i>Geotecnia</i>	ISSN: 0379-9522
<i>Hormigón y Acero</i>	ISSN: 0439-5689 Consejo Editorial
<i>Hydrolink</i>	Advisory Board
<i>Ingeniería Civil</i>	ISSN: 0213-8486
<i>Ingeniería del Agua</i>	ISSN: 1134-2196 Comité Permanente. Editores Asociados
<i>International Journal of River Basin Management</i>	ISSN (impresa): 1571-5124. ISSN (electrónica): 1814-2060
<i>Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures</i>	ISSN: 1028-365X Editor Asociado
<i>Revista Iberoamericana del Agua RIBAGUA</i>	Editor Asociado Técnico
<i>Rutas</i>	ISSN: 1130-7102



## Visitas recibidas en el CEDEX

ENTIDAD / VISITANTE	CENTRO	MOTIVO	FECHA	ASISTENTES
Edición digital del periódico ABC	CEH	Artículo sobre el Centro de estudios Hidrográficos publicado en la edición digital del periódico ABC	10 de enero	Belén Rodrigo, periodista de la edición digital del periódico ABC
Centro de Investigación en Arquitectura Hispano-Peruano (CIAHP) de Lima (Perú)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	10 de enero	Alumnos del curso internacional Patrimonio Industrial: Madrid - Sevilla - Barcelona
Instituto Vicente Aleixandre	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el Cajón Ferroviario y Laboratorio Central de Estructuras y Materiales	5 de febrero	Alumnos

Delegación del Ministerio de Infraestructuras de Emiratos Árabes Unidos	CET	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET	6 de febrero	Delegación
Delegación del Ministerio de Infraestructuras de Emiratos Árabes Unidos	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el Cajón Ferroviario, LIF y CET	6 de febrero	Delegación del Ministerio de Infraestructuras de Emiratos Árabes Unidos
Gobierno de los Emiratos Árabes Unidos	LIF	Conocer los ensayos de ERTMS que se hacen en el LIF	6 de febrero	Ingenieros de EAU y representantes de ADIF
Zebra Producciones	LG	Proyecto documental Haramain	7 de febrero	Personal encargado de la grabación del documental
Centro Cultural Hortaleza	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	8 de febrero	Personas interesadas en conocer los trabajos del Centro y la arquitectura de Miguel Fisac
Empresa IBERTEST	LIF	Colaboración con el LIF para exortar las capacidades del laboratorio	15 de febrero	Director de Exportación y de Innovación de Ibertest
Comisión Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS)	CEH	Reunión de seguimiento de los trabajos desarrollados en el Centro de Estudios Hidrográficos para el FCAS	18 de febrero	Representantes del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS)
Universidad Alfonso X El Sabio	CEPYC	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEPYC	20 de febrero	Alumnos
Curso Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	20 de febrero	Funcionarios en prácticas de la ETFS OO AA Ministerio Fomento
Curso selectivo para el acceso a la Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	21 de febrero	Funcionarios en prácticas del curso selectivo
Grupo cultural. Actividad Conocer Madrid	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	21 de febrero	Personas interesadas en conocer los trabajos del Centro y la arquitectura de Miguel Fisac
Curso selectivo del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	21 de febrero	Funcionarios en prácticas del Cuerpo de Ingenieros de Caminos
Curso Cuerpo de Ingenieros de Caminos	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	21 de febrero	Funcionarios en prácticas del Cuerpo de Ingenieros de Caminos
Escuela ITOP	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	21 de febrero	Profesores de la Escuela de Ingeniería Técnica de Obras Públicas

Ministerio de Recursos Hídricos de la República de la India	CEH	Conocer: Los trabajos del CEH	22 de febrero	Delegación de funcionarios de alto nivel del Ministerio de Recursos Hídricos de la República de la India, encabezada por el Secretario de Estado de dicho Ministerio
UAX	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del LG	25 de febrero	Alumnos UAX
Curso selectivo de la Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del LCEYM	27 de febrero	Funcionarios en prácticas de la ETFS OOAA Ministerio Fomento
Empresa Dragados. Jefes de Obra de nueva incorporación	CEPYC	Conocer los trabajos e instalaciones del CEPYC	28 de febrero	Delegación
Asociación Española de la Ingeniería Estructural (ACHE) <a href="http://e-ache.com/index.php">http://e-ache.com/index.php</a>	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	1 de marzo	Técnicos en el campo de las estructuras, tanto en el desarrollo del conocimiento como en su utilización práctica
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)	CETA	Reunión del proyecto DRAINAGE	5 de marzo	Grupo de trabajo para la elaboración de mapas hidrogeomorfológicos
Demarcación de Carreteras en Andalucía	CET	Conocer avance trabajo encargado al CET y ensayos efectuados	7 de marzo	Técnicos de la Demarcación de Carreteras en Andalucía
Universidad Alfonso X El Sabio	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del CEH	7 de marzo	Alumnos y profesores del Grado de Ingeniería Civil
Dirección General de Protección Civil y Emergencias	CEH	Colaboración en la campaña de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias	14 de marzo	Delegación
Universidad de Columbia de Nueva York (Estados Unidos)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	15 de marzo	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Korea Rail Network Authority (KRNA)	LIF	Conocer los ensayos de ERTMS que se hacen en el LIF	15 de marzo	Vicepresidente, Director de Señalización y Gerente de Señalización de KRNA. Director del Korea Rail Research Institute (KRRI)
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	19 de marzo	Alumnos y profesores del Grado de Ingeniería Civil
Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	20 de marzo	Funcionarios en prácticas

El País Semanal	CEH	Realizar una sesión de fotos para el reportaje de Moda de Alta Costura en las instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	20 de marzo	Pablo Zamora (fotógrafo encargado de determinar las localizaciones para la sesión de fotos para el reportaje de Moda de Alta Costura)
Escuela de Arquitectura de la Universidad de Princeton (Nueva Jersey - Estados Unidos)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	21 de marzo	Decano y estudiantes de Arquitectura
Visita del equipo directivo de la Escuela de Ingeniería Civil de la UPM	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	21 de marzo	Profesores de la Escuela de Ingeniería Técnica de Obras Públicas
UPM	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	22 de marzo	Grupo de extranjeros con estancia en la UPM
ANTENA 3 TV	CEH	Grabación en las instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX de un reportaje para el programa meteorológico de ANTENA 3 TV que dirige Roberto Brasero	25 de marzo	Equipo de grabación
Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento	CET	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET	26 de marzo	Grupo de funcionarios en prácticas
Escuela de Hidrografía Alejandro Malaspina. Instituto Hidrográfico de la Marina	CEPYC	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEPYC	26 de marzo	Representantes
Escuela Superior de las Fuerzas Armadas (foto 3310)	CEPYC	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEPYC	26 de marzo	Representantes
Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Diversos medios de comunicación	CEH	Presentación de la campaña y visualización del vídeo informativo con recomendaciones frente a inundaciones de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias	28 de marzo	Delegación de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Representantes de medios de comunicación
Curso de Transportes de la FFE (Fundación de los Ferrocarriles Españoles)	CET	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET	29 de marzo	Grupo de alumnos

Programa 4º ESO+Empresa Consejería de Educación - Comunidad de Madrid	CEH	Estancia educativa (1, 2 y 3 de abril) en la que los alumnos reciben nociones técnicas básicas sobre los trabajos que se desarrollan en las diferentes áreas del Centro de Estudios Hidrográficos	1 de abril	Alumnos del Programa 4º ESO+Empresa
Kickoff Meeting del Proyecto GATE4RAIL	LIF	Inicio del proyecto europeo GATE4RAIL y visita a los laboratorios	2 de abril	Representantes de RadioLabs, 3Msystems y RFI
Alumnos 4º ESO+Empresa	CETA	Conocer los trabajos del CETA y la metodología de trabajo del Área de Restauración Ambiental	1 - 3 de abril	Alumnos de 4º ESO
<i>El País Semanal</i>	CEH	Sesión de fotos para el reportaje de moda de alta costura de <i>El País Semanal</i>	4 de abril	Equipo de realización del reportaje
Universidad de Artes Aplicadas de Viena (Austria)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	5 de abril	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	5 de abril	Arquitectos e ingenieros de América Latina
UPM	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	12 de abril	Alumnos de la UPM
Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid	CEH	Realización del Trabajo de Fin de Grado sobre la arquitectura del hormigón de los años 60 y 70	16 de abril	Elena Oñate, estudiante del Grado en Comunicación Audiovisual de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid
IHE Delft Institute for Water Education (Países Bajos)	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	20 de abril	Alumnos de diversas ramas ingeniería
Escuela ITOP, Grado Ingeniería Civil	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	23 de abril	Alumnos EITOP
Universidad de Cádiz	CEPYC	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CEPYC	23 de abril	Alumnos
Escuela de Arquitectura de la Universidad de Siracusa (Nueva York - Estados Unidos)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	23 de abril	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Brassel Architekten (Estudio de arquitectura de Zúrich - Suiza)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	23 de abril	Delegación de arquitectos

Alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	24 de abril	Alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el Cajón ferroviario y el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales	24 de abril	Alumnos ETS Ingeniería y Diseño Industrial
Universidad de Alcalá	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	25 de abril	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Dirección General del Agua y Confederación Hidrográfica del Júcar	CETA	Reunión de coordinación DGA-CH Júcar-CEDEX para abordar los trabajos de restauración ambiental en el río Vinalopó (Alicante)	28 de abril	Representante DGA y personal de la OPH de la CH Júcar
Alumnos del Curso de Explotación y Conservación de Carreteras (COEX) de la Dirección General de Carreteras	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	29 de abril	Alumnos del Curso de Explotación y Conservación de Carreteras (COEX) de la Dirección General de Carreteras
Madrid Río - Parque Lineal Manzanares, Medio Ambiente y Movilidad, Ayuntamiento de Madrid	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	30 de abril	Técnicos del Ayuntamiento de Madrid
Universidad de Yale (New Haven, Connecticut - Estados Unidos) Fundación Norman Foster	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	31 de abril	Alumnos del Curso de Verano de la Universidad de Yale con la Fundación Norman Foster
Open House Madrid	CEH	Presentación del festival de arquitectura Open House Madrid 2019. Miguel Fisac es el arquitecto de referencia del festival en este año	6 de junio	Comité de Organización de Open House Madrid 2019
Revista Ministerio de Fomento	CEH	Realización de un artículo sobre el Centro de Estudios Hidrográficos	13 de junio	Pepa Martín, Revista Ministerio de Fomento
ADIF	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	26 de junio	Grupo de personal europeo
Alumnos del Máster de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica del CEDEX	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	1 de julio	Alumnos del Máster de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica del CEDEX
Escuela de Arquitectura de la State University of New York (Estados Unidos)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	3 de julio	Estudiantes y profesores de Arquitectura

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico	CEH	Teresa Ribera, ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, visitó el Centro de Estudios Hidrográficos	4 de julio	Teresa Ribera (ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), Álvaro Abril (director del Gabinete de la ministra), Ismael Aznar (director del Gabinete del secretario de Estado de Medio Ambiente)
Universidad de San Petersburgo	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LG	4 de julio	Delegación de la Escuela Rusa de San Petersburgo
G20	LIF	Presentación de las actividades del LIF al G20	11 de julio	Directora del Hub de Infraestructura del G20, asesora y representantes MITMA
Universidad Santo Tomás en Bogotá (Colombia)	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	15 de julio	Estudiantes de últimos semestres de la División de Ingenierías
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM - Universidad Politécnica de Madrid)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	16 de julio	Profesionales y profesores de distintos países asistentes al Seminario Internacional La conservación del patrimonio arquitectónico del siglo XX, centrado sobre todo en la experiencia en España y en América Latina.
Secretaría General de Relaciones Internacionales	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX	29 de julio	Personal de la Secretaría General
Subdirección General de Relaciones Internacionales del Ministerio de Fomento	LIF	Conocer los ensayos de ERTMS que se hacen en el LIF	29 de julio	Subdirectora General y Asesores
Grupo de música electrónica	CEH	Realización de fotografías artísticas para un EP	6 de septiembre	Miguel de Gil y Darío Peris Olalla (músicos)
Open House Madrid	CEH	Rueda de prensa de presentación del Festival de arquitectura Open House Madrid 2019	11 de septiembre	Organización, colaboradores y patrocinadores de Open House Madrid 2019 Medios de comunicación
Visita de docentes y alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	11 de septiembre	Profesores y alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador

Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM y LG	11 de septiembre	Alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador
Ferrocarriles Finlandeses (FTA) y CAF Signalling	LIF	Conocer el LIF y la posibilidad de colaboración futura en ensayos de ERTMS	19 de septiembre	Director de Señalización y Técnicos de FTA
International Press Institute (IPI)	CEH	Realización de un reportaje sobre Open House Madrid 2019	25 de septiembre	Dmitry Kadantsev (periodista ruso)
Curso Selectivo para el acceso a la Escala de Técnicos Facultativos de Grado Medio de Organismos Autónomos del Ministerio de Medio Ambiente, OPE 2019. Especialidad de Dominio Público	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	26 de septiembre	Funcionarios en prácticas del curso selectivo
Participación en el festival Open House Madrid 2019	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	27 de septiembre	2 grupos de 20 personas inscritas para visitar el Centro de Estudios Hidrográficos en el marco de Open House Madrid 2019
Universidad Hafencity de Hamburgo (Alemania)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	30 de septiembre	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Instituto de Diseño y Construcción (Universidad de Stuttgart-Alemania)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	1 de octubre	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Semana de la Ingeniería	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX	1 de octubre	Alumnos del Colegio de Ingenieros de Caminos
Semana de la Ingeniería de Caminos en Madrid	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	2 de octubre	Grupo de personas inscritas para visitar el Centro de Estudios Hidrográficos en la Semana de la Ingeniería de Caminos en Madrid, organizada por la Demarcación de Madrid del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)	CEH	Organización de la participación del CEH en la XVI Semana de la Arquitectura 2019	3 de octubre	Luis Bretón, arquitecto
XVI Semana de la Arquitectura 2019	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	4 de octubre	2 grupos de 20 personas inscritas para visitar el CEH en la XVI Semana de la Arquitectura 2019, organizada por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid y la Fundación Arquitectura COAM, en colaboración con el Ayuntamiento de Madrid

Universidad del Sur de California (Los Ángeles - California - Estados Unidos)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	4 de octubre	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Trafikverket	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del LG	8 de octubre	Personal de Trafikverket
Changjiang River Scientific Research Institute (CRSRI), Wuhan, Hubei (China)	CEH	Fortalecer la relación entre CRSRI-CEDEX y evaluar la firma de un memorándum de entendimiento	14 de octubre	Delegación de funcionarios de alto nivel del CRSRI: Dr. HU Han, Prof. WU Zhiguang (vicepresidente of CRSRI), Prof. HUANG Guobing (director del Departamento de Hidráulica), YANG Wei (jefe de Área)
Madrid Otra Mirada 2019	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	18 de octubre	2 grupos de 20 personas inscritas para visitar el Centro de Estudios Hidrográficos en Madrid Otra Mirada 2019 organizado por el Ayuntamiento de Madrid
Eidgenössische Technische Hochschule (ETH). Instituto Federal Suizo de Tecnología (Zúrich - Suiza)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	21 de octubre	Estudiantes y profesores de Arquitectura
República de Turquía, Ministerio de Agricultura y Silvicultura. Dirección General del Agua	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	22 de octubre	Delegación de la Dirección General del Agua de Turquía encabezada por Bilal Dikmen (Director General)
Curso Selectivo para el acceso a la Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Medio Ambiente, OEP 2017 (Planificación y Gestión del Dominio Público)	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	23 de octubre	Funcionarios en prácticas del curso selectivo
Visita de una delegación del Centro de Estudios y Conocimiento Experto sobre los Riesgos, el Medio Ambiente, la Movilidad y el Desarrollo (CEREMA) de Francia	LCEYM	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el LCEYM	24 de octubre	Delegación ingenieros franceses
CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) (Francia)	CET	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET	25 de octubre	Delegación ingenieros franceses
Christian Dupraz Architecture Office (Les Acacias, Ginebra - Suiza) - Estudio de Arquitectura	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	25 de octubre	Arquitectos

Asociación Byggtengrenser (Oslo – Noruega)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	25 de octubre	Arquitectos
CEREMA	LIF	Conocer el LIF y los ensayos de ERTMS que se llevan a cabo	25 de octubre	Director y Subdirector del CEREMA
Ministerio de Transportes y Obras Públicas de Uruguay	LIF	Conocer el LIF y la posibilidad de colaboración futura en ensayos de ERTMS	25 de octubre	Responsable de Ferrocarriles del Ministerio Uruguayo acompañado por Enrique Monfort de Ineco
Escuela de Cinematografía y del Audiovisual de la Comunidad de Madrid (ECAM)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	28 de octubre	Estudiantes y profesores del Máster de Diseño de Vestuario y la Diplomatura de Dirección Artística
Empresa FTS Co.	CET	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en el CET	30 de octubre	Delegación ingenieros japoneses
Ferrocarriles de Sidney (TfNSW)	LIF	Conocer el LIF y la posibilidad de colaboración futura en ensayos de ERTMS	30 de octubre	Director de Señalización de TfNSW (Steve Lemon), asesores y director de RRII de INECO
Escuela de Arquitectura de la Universidad de Princeton (Nueva Jersey - Estados Unidos)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	31 de octubre	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Universidad Nacional de Santiago del Estero (Argentina)	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del CEH	5 de noviembre	Delegación del Departamento de Recursos Hídricos - Instituto de Recursos Hídricos - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías - Universidad Nacional de Santiago del Estero
Facultad de Ciencias Geológicas - Universidad Complutense de Madrid	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	18 de noviembre	Alumnos de la asignatura de Hidráulica del Grado en Ingeniería Geológica
Universidad Politécnica de Cartagena	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	18 de noviembre	Alumnos del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cartagena
Residencia y Centro Ocupacional Nuestra Señora del Camino	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del CEH	19 de noviembre	Alumnos del centro
Ferrocarriles Uzbecos	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del LG	25 de noviembre	Delegación de los Ferrocarriles Uzbecos
Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL) - Suiza	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	28 de noviembre	Estudiantes y profesores de Arquitectura

Colegio de Caminos, Canales y Puertos de Madrid	CEH	Conocer los trabajos e instalaciones del Centro de Estudios Hidrográficos	3 de diciembre	Delegación de jubilados del Colegio de Caminos, Canales y Puertos de Madrid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM - Universidad Politécnica de Madrid)	CEH	Interés por el edificio del Centro de Estudios Hidrográficos	4 de diciembre	Estudiantes y profesores de Arquitectura
Universidad Politécnica de Zamora	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del CEDEX en LG	10 de diciembre	Alumnos de la Universidad Politécnica de Zamora
Máster en Ingeniería Geológica - UCM	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del LG	12 de diciembre	Alumnos y profesores del Máster
EPTISA	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del LG	18 de diciembre	Delegación de la empresa EPTISA
MINCOTUR	LG	Conocer los trabajos e instalaciones del LG	19 de diciembre	Personal de MINCOTUR



## Máster, cursos y jornadas del CEDEX

MÁSTER	ORGANIZADORES	FECHA	ÁMBITO
Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica 2019	CEDEX-UNED	1 de febrero a 31 de octubre	INTERNACIONAL
CURSOS	ORGANIZADORES	FECHA	ÁMBITO
Curso de Ingeniería de Costas y Medio Ambiente Marino	CEDEX	25-29 de marzo	NACIONAL
		29-31 de mayo	
		23-27 de septiembre	
Curso Reciclaje Auditores de Seguridad Vial	M. FOMENTO	27-28 de mayo	NACIONAL
		3-4 de junio	
		10-11 de junio	
		12-13 de junio	
		26-27 de junio	
XXXVII Curso de Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras 2019	CEDEX	18-29 de noviembre	NACIONAL

<b>CURSOS SELECTIVOS DE ACCESO A CUERPOS ESPECIALIZADOS DE LA ADMINISTRACIÓN</b>	<b>ORGANIZADORES</b>	<b>FECHA</b>	<b>ÁMBITO</b>
Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	M. FOMENTO	8 de enero a 23 de febrero	NACIONAL
Cuerpo de Ingenieros Navales	M. FOMENTO	4 de noviembre a 23 de diciembre	NACIONAL
Cuerpo de Ingenieros de la Marina Civil	M. FOMENTO	4 de noviembre a 23 de diciembre	NACIONAL
Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos	M. FOMENTO	10 de enero a 1 de marzo	NACIONAL
Técnicos Facultativos de Organismos Autónomos	M. FOMENTO	10 de enero a 1 de marzo	NACIONAL
<b>JORNADAS</b>	<b>ORGANIZADORES</b>	<b>FECHA</b>	<b>ÁMBITO</b>
Jornadas Europeas en Materia de Operaciones de Drones	AESA	30 de enero	INTERNACIONAL
Jornada Semsig-Aetess. Avances en las Técnicas de Mejora del Terreno y Cimentaciones Especiales	SEMSIG-AETESS	9 de marzo	NACIONAL
Modificaciones del Reglamento de Ordenación de los Transportes Terrestres (ROTT)	ESTEYCO-CEPYC	9 de abril	NACIONAL
Jornada Técnica de Presentación de los Proyectos Europeos Elisa/Elican Project y Telwind Project	M. FOMENTO	16-17 de abril	NACIONAL
Jornada Observatorio del Transporte y la Logística en España	ATC	18 de abril	NACIONAL
Jornada ATC Patologías en Estribos y Muros de Suelo Reforzado de Puentes y Estructuras de Carreteras	ATC	19-20 de abril	NACIONAL
Jornada sobre Paleocrecidas y Avenidas Históricas y su Aplicación a la Seguridad Hidrológica de las Presas	DG AGUA-SEPREAMIAHR	25 de abril	NACIONAL
XVII Jornada Técnica Anual Sociedad Española de Mecánica de Rocas-Cavidades en Roca	SEMR-LG	26 de abril	NACIONAL
Jornada Divulgativa Novedades Rott-Mercancías	M. FOMENTO	25 de septiembre	INTERNACIONAL
Jornada Obras de Interés Geotécnico de la Semsig	SEMSIG	26 de septiembre	NACIONAL
Jornada informativa Organizaciones de Gestión de mantenimiento de aeronavegabilidad continuada (Camo)	M. FOMENTO-AESA	27 de septiembre	NACIONAL
Jornada Informativa Organizaciones de Mantenimiento (P145-MF)	M. FOMENTO-AESA	2 de octubre	NACIONAL
Jornada de Presentación de los Cambios más Significativos del ADR/RID 2019 frente al ADR/RID 2017	M. FOMENTO	21 de junio	INTERNACIONAL

Jornada Técnica sobre la Modificación de la Directiva de Seguridad 2008/96/CE	M. FOMENTO	7 de noviembre	NACIONAL
Congreso Geosintec	AFASEMETRA	7-8 de noviembre	INTERNACIONAL
XII Jornada sobre Señalización Vial. Presentación de la Guía para una Correcta Señalización de Orientación en Entorno Urbano	ATC	20 de noviembre	NACIONAL
Jornada Presentación del Anejo Nacional Español del Eurocódigo 7 y Guía para el Proyecto de Cimentaciones	M. FOMENTO	11 de diciembre	NACIONAL
Jornada Obras de Interés Geotécnico de la Semsig	SEMSIG	13-14 de diciembre	INTERNACIONAL
REUNIONES	ORGANIZADORES	FECHA	ÁMBITO
Reunión AENOR	CEDEX	23 de enero	INTERNACIONAL
Reunión Proyecto Clarity	CEDEX	24 de enero	NACIONAL
Reunión Proyecto Drainage	CEDEX	6 de marzo	NACIONAL
Reunión Comité de Seguridad y Salud	CEDEX	14 de marzo	NACIONAL
Reunión ASERPYMA	CEDEX	4 de abril	NACIONAL
Reunión Comité de Carreteras y Medio Ambiente (ATC)	CEDEX	10 de abril	NACIONAL
Reunión Restauración Pista Inta	CEDEX	26 de abril	INTERNACIONAL
Reunión Área Aplicaciones Nucleares (CETA-CEDEX)	CEDEX	14 de mayo	INTERNACIONAL
Reunión Comité UNE CTN 140/SC7	CEDEX	16 de mayo	INTERNACIONAL
Reunión Agencia Viajes CEDEX	CEDEX	6 de junio	NACIONAL
Reunión Comité 103- Geotecnia UNE	CEDEX	6 de junio	INTERNACIONAL
Reunión Proyecto Clarity	CEDEX	6 de junio	INTERNACIONAL
Reunión Comité CEN/TC226 "Road Equipment"	CEDEX	13 de junio	INTERNACIONAL
Reunión Comité UNE CTN 140/SC7	CEDEX	18 de junio	INTERNACIONAL
Reunión Revista <i>Ingeniería Civil</i>	CEDEX	18 de junio	INTERNACIONAL
Reunión de la UIC. Estabilidad Lateral de la Vía	CEDEX	26 de junio	INTERNACIONAL
Reunión Proyecto Clarity	CEDEX	12 de septiembre	INTERNACIONAL
Reunión de Trabajo del TC250/SC7/PT6	CEDEX	16 de septiembre	NACIONAL
Reunión Ordinaria de la Junta Directiva de la Sociedad Española de Mecánica de las Rocas	CEDEX	1 de octubre	NACIONAL

Reunión CTN+ 323 Economía Circular	CEDEX	31 de octubre	NACIONAL
Reunión 8 CTN 140-SC7	CEDEX	12 de noviembre	NACIONAL
Reunión Meeting UIC - Leaflet 722	CEDEX	14 de noviembre	NACIONAL
Reunión Comité 103 - Geotecnia UNE	CEDEX	3 de diciembre	NACIONAL

FORMACIÓN CONTINUA	Nº CURSOS	Nº ASISTENTES	HORAS LECTIVAS
Tecnologías de la información y de las comunicaciones	11	116	192
Idiomas	8	87	276
Puestos específicos y medioambientales	11	89	216
Salud laboral	10	92	137
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>384</b>	<b>821</b>



## Publicaciones del CEDEX

### I. Revista *Ingeniería Civil*

TÍTULO DEL ARTÍCULO	AUTOR/AUTORES	NÚMERO DE REVISTA Y PÁGINAS
Artikutza (Navarra): diagnóstico ambiental de la red fluvial previo al desmantelamiento de un embalse y resultados preliminares del efecto del vaciado	Larrañaga, A., Atristain, M., Von Schiller, D., y Elozegi, A.	Nº 193/2019, pp. 4-15
Investigación de las causas del colapso de la iglesia de la Coveta Fumà de El Campello (Alicante)	Marco, L.J., y De Marco, J.	Nº 193/2019, pp.16-26
Aprovechamiento de energías marinas en instalaciones existentes en España	Espada, J.M.	Nº 193/2019, pp. 27-35
Guías geotécnicas aplicables a proyectos y obras en terrenos volcánicos: Getcan y Macastab	Hernández, L.E.	Nº 193/2019, pp. 37-45
Efecto de la contaminación del aceite (usado) de motor en las características geotécnicas de las arcillas de la zona urbana del Municipio de Tarija-Bolivia y su impacto en la construcción	Villena, E.M., Villaroel, A., y León, M.	Nº 193/2019, pp. 46-52
Proyecto LIFESURE: Análisis de Ciclo de Vida de mezclas bituminosas templadas recicladas de alta tasa	Perelli, M., Díaz, P., Martínez, E., García, T., y Gómez, J.	Nº 193/2019, pp. 54-63

Análisis de licuefacción y mitigación con columnas de grava	García, M., Manzanal, D., y Carvajal, E.	Nº 193/2019, pp. 64-77
Planificación y obra civil española en el Protectorado de Marruecos	Salinas, J.L.	Nº 193/2019, pp. 78-97
Caminos de la innovación: los nuevos hormigones en edificación	Senra Fernández-Miranda, I.	Nº 193/2019, pp. 98-100
Hitos de la innovación en Ingeniería Civil: los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH), una innovación que se exporta	De Andrés, C., González, J.L., y Centeno, S.	Nº 193/2019, pp.101-106
Estudio del tráfico marítimo interinsular en relación con colisiones entre buques y cetáceos en las islas Canarias	Grassa, J.M., Lloret, A., Jiménez, M., y Moreno, I.	Nº 194/2019, pp. 5-19
El papel del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX en el proceso de puesta en servicio de líneas y trenes ERTMS	Iglesias, J.I., Bueno, J., Molina, D., Herranz, S., Cáceres, R., Fernández, M., y López, M.	Nº 194/2019, pp. 20-24
Sistema de gestión de la información de un laboratorio para la medida de la radiactividad en muestras de agua (Meragua)	Pujol, L., y García-Pelo, L.	Nº 194/2019, pp. 25-41
Aplicación de redes bayesianas para el control de la frecuencia de los accidentes viarios	Soler-Flores, F., González-Cancela, N., y Molina, B.	Nº 194/2019, pp. 42-55
Estudios de microzonificación sísmica, de interacción suelo estructura y licuefacción	Merino, C., González, J., Gutiérrez, M., Pedregal, Á., Verdugo, D., y Sepúlveda, D.	Nº 194/2019, pp. 56-77
Aplicaciones del cálculo de las alturas críticas para un diagnóstico preliminar de la inestabilidad de taludes y laderas	Pérez-Soba, I.	Nº 194/2019, pp. 78-85
Análisis de cimentaciones en terrenos difíciles evaporíticos	González, J., y Pedregal, Á.	Nº 194/2019, pp. 86-103

## II. Publicaciones de libros

TÍTULO	AUTOR/AUTORES	DATOS
<i>Ensayos de análisis químico en Geotecnia. Empleo de técnicas instrumentales (M-141)</i>	Laboratorio de Geotecnia (CEDEX). Autores: Rodríguez, R. Edición papel y electrónica	Monografía M-141 Edición papel: NIPO: 163-19-017-6 ISBN: 978-84-7790-621-6 Electrónica: NIPO: 163-19-018-1 ISBN: 978-84-7790-622-3 Memoria USB: NIPO: 163-19-019-7
<i>I Foro Patrimonio Cultural de la Obra Pública: Madrid, 21 y 22 octubre 2019: libro de actas</i>	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Autores: Varios Edición papel y electrónica	Edición papel: NIPO: 163-19-008-X Memoria USB: NIPO: 163-19-010-8 (Gratis)
<i>El Paisaje en la Ingeniería</i>	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Autores: Nárdiz, C. Edición papel y electrónica	Edición papel: NIPO: 163-19-006-9 ISBN: 978-84-7790-618-6

<i>XXXVII Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras</i>	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Autores: Varios. Edición papel y electrónica	Edición papel: NIPO: 163-19-007-4 ISBN: 978-84-7790-619-3 Memoria USB: NIPO: 163-19-011-3 (Gratuito en USB)
<i>Eduardo Torroja. Sus obras 1926 -1936</i>	Autores: Torroja, E. Edición en papel	Edición papel: NIPO: 163-18-015-0 (Gratuito)
<i>Anuario de Aforos Digital 2016-2017</i>	Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX) Dirección General del Agua (MITECO). Autores: Varios	En línea NIPO: 163-15-009-7 Versión <i>online</i> a través de la página web de MITECO y del CEDEX

### III. Publicaciones varias

TÍTULO	AUTOR/AUTORES	DATOS
Desplegables del Gabinete	CEDEX	NIPO: 163-19-001-1 Gratuito
CEDEX: Actividades Técnicas y Científicas, 2018	CEDEX	Edición papel NIPO: 163-19-003-2 Electrónica. NIPO: 163-19-004-8 Memoria USB: NIPO: 163-19-005-3 Gratuito
Catálogo de Publicaciones CEDEX	CEDEX Servicio de Publicaciones	Editado en línea (PDF) NIPO: 163-15-028-5 Gratuito



## Abreviaturas, acrónimos y siglas

<b>ABSE</b>	International Association for Bridges and Structural Engineering
<b>ACHE</b>	Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural
<b>ACUAES</b>	Aguas de las Cuencas de España, S.A.
<b>ACUAMED</b>	Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A.
<b>ACV</b>	Análisis del Ciclo de Vida
<b>ADIF</b>	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
<b>AEAS</b>	Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento
<b>AECID</b>	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
<b>AEDYR</b>	Asociación Española de Desalación y Reutilización
<b>AEEIA</b>	Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental
<b>AEET</b>	Asociación Española de Ecología Terrestre
<b>AEMA</b>	Agencia Europea de Medio Ambiente
<b>AEMET</b>	Agencia Estatal de Meteorología
<b>AENA</b>	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
<b>AENOR</b>	Asociación Española de Normalización y Certificación
<b>AESF</b>	Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria
<b>AETOS</b>	Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas
<b>AIE</b>	Agencia Internacional de la Energía
<b>AIL</b>	Asociación Ibérica de Limnología
<b>AIPCR</b>	Association Internationale Permanente des Congrès de la Route (Asociación Mundial de la Carretera)
<b>AIS</b>	Sistema de Información Automática
<b>ALEAS</b>	Agrupación de Laboratorios de Entidades Asociadas a ASEFMA
<b>ANABAD</b>	Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas
<b>AP</b>	Autoridad Portuaria
<b>APB</b>	Autoridad Portuaria de Baleares
<b>APC</b>	Autoridad Portuaria de Cartagena
<b>APM</b>	Autoridad Portuaria de Melilla
<b>APV</b>	Autoridad Portuaria de Valencia
<b>ARCER</b>	Armaduras para Hormigón
<b>ARPHO</b>	Asociación de Reparación, Refuerzo y Protección del Hormigón
<b>ASE</b>	Extractor de solventes acelerado

<b>ASEFMA</b>	Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas
<b>ASSAL</b>	Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina
<b>ATC</b>	Asociación Técnica de Carreteras
<b>ATCYP</b>	Asociación Técnica de Costas y Puertos
<b>ATEB</b>	Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas
<b>ATP</b>	Sistemas de Protección Automática
<b>BALTEN</b>	Balsas de Tenerife
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CAF</b>	Banco de Desarrollo de América Latina
<b>CAMO</b>	Organizaciones de la Gestión de Aeronavegabilidad Continuada
<b>CCETTS</b>	Comisión Central de Explotación del Tránsito Tajo-Seguro
<b>CCRCC</b>	Control Command and Railway Communication Conference
<b>CDTI</b>	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
<b>CEDEX</b>	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
<b>CEH</b>	Centro de Estudios Hidrográficos
<b>CEHOPU</b>	Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo
<b>CEN</b>	Comité Europeo de Normalización
<b>CEPYC</b>	Centro de Estudios de Puertos Y Costas
<b>CEREMA</b>	Centro de Estudios y Experiencia en Riesgos, Medio Ambiente, Movilidad y Desarrollo
<b>CET</b>	Centro de Estudios del Transporte
<b>CH</b>	Confederación Hidrográfica
<b>CIAHP</b>	Centro de Investigación en Arquitectura Hispano-Peruano
<b>CIAIM</b>	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos
<b>CID</b>	Carbono Inorgánico Disuelto
<b>CIPC</b>	Comisión Interministerial para Productos de la Construcción
<b>CIS</b>	Common Implementation Strategy
<b>CITEEC</b>	Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil
<b>CLARITY</b>	Integrated Climate Adaptation Service Tools for Improving Resilience Measure Efficiency
<b>CNEGP-SPANCOLD</b>	Comité Nacional Español de Grandes Presas
<b>COAM</b>	Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid
<b>CODIA</b>	Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua
<b>CO-MICC</b>	Co-Development of Methods to Utilize Uncertain Multi-Model Based Information on Freshwater-Related Hazards of Climate Change
<b>COP</b>	Conference of Parties
<b>COTEMA</b>	Comité Técnico de Gestión Ambiental
<b>CPC</b>	Comisión Permanente del Cemento

<b>CPEA</b>	Comisión Permanente de Estructuras de Acero
<b>CPH</b>	Comisión Permanente del Hormigón
<b>CPNS</b>	Comisión Permanente de Normas Sismoresistentes
<b>CSIC</b>	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
<b>CSN</b>	Consejo de Seguridad Nacional
<b>CT</b>	Comité Técnico
<b>CTC</b>	Comité Técnico de Certificación
<b>CTN</b>	Comité Técnico de Normalización
<b>CRSRI</b>	Changiang River Scientific Research Institute
<b>DGA</b>	Dirección General del Agua
<b>DGC</b>	Dirección General de Carreteras
<b>DGCEAMN</b>	Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural
<b>DGSCM</b>	Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar
<b>DLR</b>	Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt
<b>EAL</b>	European ERTMS Accredited Labs Association
<b>EAU</b>	Emiratos Árabes Unidos
<b>EC</b>	EuroCódigo
<b>ECMWF</b>	Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio
<b>ECOSTAT</b>	Ecological Status
<b>ECTS</b>	European Credit Transfer and Accumulation System
<b>EILA</b>	Plan de Ensayos Interlaboratorios
<b>ELGIP</b>	European Large Geotechnical Institutes Platform
<b>EMALCSA</b>	Empresa Municipal de Aguas de La Coruña
<b>EMSET</b>	Electromechanical Systems Engineering Technology
<b>ENAC</b>	Entidad Nacional de Acreditación
<b>EPFW</b>	European Pavement Friction Workshop
<b>EPOs</b>	Entes Promotores Observadores
<b>ERA</b>	European Union Agency for Railways
<b>ERSAT</b>	Ertms + SATellite
<b>ERTMS</b>	European Rail Traffic Management System
<b>ESO</b>	Educación Secundaria Obligatoria
<b>ETCS</b>	European Train Control System
<b>ETH</b>	Eidgenössische Technische Hochschule
<b>EUA</b>	Emiratos Árabes Unidos
<b>EurAqua</b>	European Network of Freshwater Organizations

<b>EVC</b>	European Vital Computer
<b>EWRI</b>	European Water Research Institutes
<b>FCAS</b>	Fondo de Cooperación de Agua y Saneamiento
<b>FECYT</b>	Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología
<b>FEHRL</b>	Forum of European Highways Research Laboratories
<b>FFC</b>	Fast Forward Composites
<b>FFE</b>	Fundación de los Ferrocarriles Españoles
<b>FITUR</b>	Feria Internacional de Turismo
<b>FRMCS</b>	Future Railway Mobile Communication System
<b>FTA</b>	Agencia Finlandesa de Transporte
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GGC</b>	Galileo Game Changer
<b>GIRH</b>	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System
<b>GSA</b>	European Global Navigation Satellite Systems Agency
<b>IABSE</b>	International Association for Bridges and Structural Engineering
<b>IAHR</b>	International Association of Hydraulic Engineering and Research
<b>IAIA</b>	International Association for Impact Assessment
<b>IASS</b>	International Association for Shell and Spatial Structures
<b>IC</b>	Inteligencia Competitiva
<b>ICCP</b>	Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
<b>ICEX</b>	Instituto de Comercio Exterior
<b>ICRM</b>	International Conference on Radionuclide Metrology and Its Applications
<b>ICWIM</b>	International Society of Weigh in Motion
<b>IDAEA</b>	Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua
<b>IDF</b>	Intensidad-Duración-Frecuencia
<b>IFEMA</b>	Institución Ferial de Madrid
<b>IFSTTAR</b>	Instituto Francés de Ciencia y Tecnología para el Transporte, el Desarrollo y las Redes
<b>IGME</b>	Instituto Geológico y Minero de España
<b>IGS</b>	International Geosynthetics Society
<b>IHE</b>	Delft Institute for Water Education
<b>IHM</b>	Instituto Hidrográfico de la Marina
<b>INECO</b>	Ingeniería y Economía del Transporte
<b>INFOMAR</b>	Sistema de Información Marino
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IPI</b>	International Press Institute

<b>IRI</b>	Índice de Regularidad Internacional
<b>ISO</b>	International Standard Organization
<b>ISPO</b>	International Standard for Maritime Pilot Organizations
<b>ISRM</b>	Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas
<b>KRNA</b>	Korean Rail Network Authority
<b>KRRI</b>	Korea Railroad Research Institute
<b>LATINOSAN</b>	Conferencia Latinoamericana de Saneamiento
<b>LAV</b>	Línea de Alta Velocidad
<b>LCEYM</b>	Laboratorio Central de Estructuras y Materiales
<b>LG</b>	Laboratorio de Geotecnia
<b>LIF</b>	Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria
<b>MEDSCOPE</b>	Mediterranean Services Chain Based on Climate Predictions
<b>MFOM</b>	Ministerio de Fomento
<b>MITECO</b>	Ministerio para la Transición Ecológica
<b>MITMA</b>	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
<b>MTERD</b>	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
<b>NEN</b>	Nederlands Normalisatie-Instituut
<b>NFVU</b>	Neumáticos al Final de su Vida Útil
<b>NWRM</b>	Natural Water Retention Measures
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>OECC</b>	Oficina Española de Cambio Climático
<b>OO AA</b>	Organismos Autónomos
<b>p.k.</b>	Punto kilométrico
<b>PE</b>	Puertos del Estado
<b>PEIT</b>	Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte
<b>PGRAR</b>	Plan de Gestión del Riesgo del Agua Reutilizada
<b>PHI</b>	Programa Hidrológico Internacional
<b>PIANC</b>	Asociación Internacional de Infraestructuras del Transporte Acuático
<b>PIARC</b>	Permanent International Association of Road Congresses (Asociación Mundial de la Carretera)
<b>PLO</b>	Puesto Local de Operaciones
<b>PROTECMA</b>	Plataforma Tecnológica para la Protección de la Costa y del Medio Ambiente
<b>PSAR</b>	Plan de Seguridad del Agua Reutilizada
<b>PTEC</b>	Plataforma Tecnológica Española de la Construcción
<b>RBC</b>	Radio Block Center
<b>RCE</b>	Red de Carreteras del Estado
<b>RD</b>	Real Decreto

<b>RENFE</b>	Red Nacional de Ferrocarriles Españoles
<b>RES</b>	Red Española de Supercomputación
<b>REVIP</b>	Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación
<b>REVIRA</b>	Red de Vigilancia Radiológica Ambiental
<b>REYAC</b>	Relaciones Externas y Actividades Comerciales
<b>RFI</b>	Rete Ferroviaria Italiana
<b>RIA</b>	Revista de Ingeniería del Agua
<b>RIBAGUA</b>	Revista Iberoamericana del Agua
<b>RIL</b>	Rail Interoperability Lab
<b>RILEM</b>	International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures
<b>RINIHH</b>	Red Iberoamericana de Institutos Nacionales de Ingeniería e Investigación Hidráulica
<b>ROM</b>	Recomendaciones para Obras Marítimas
<b>ROTT</b>	Reglamento de Ordenación de los Transportes Terrestres
<b>SAMOA</b>	Sistema de Apoyo Meteorológico y Oceanográfico de la Autoridad Portuaria
<b>SASEMAR</b>	Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima
<b>SC</b>	SubComité
<b>SECYTA</b>	Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines
<b>SEDIC</b>	Sociedad Española de Documentación e Información Científica
<b>SEMR</b>	Sociedad Española de Mecánica de Rocas
<b>SEMSIG</b>	Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica
<b>SEPR</b>	Sociedad Española de Protección Radiológica
<b>SEPREM</b>	Sociedad Española de Presas y Embalses
<b>SGE</b>	Sociedad Geológica de España
<b>SIAR</b>	Sistema de Información Agroclimática para el Regadío
<b>SICA</b>	Sistema de Información sobre Contaminación Acústica
<b>SIL</b>	International Society of Limnology
<b>SNE</b>	Sociedad Nuclear Española
<b>TALGO</b>	Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol
<b>TDC</b>	Transferencia de Conocimiento
<b>TELWIND</b>	Proyecto Prototipo a Escala 1:1 de Torre Eólica Offshore Apoyada en el Fondo Marino
<b>TfNSW</b>	Transport for New South Wales

<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y la Comunicación
<b>UAX</b>	Universidad Alfonso X El Sabio
<b>UCLM</b>	Universidad de Castilla-La Mancha
<b>UCM</b>	Universidad Complutense de Madrid
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UIC</b>	International Union of Railways
<b>UNE</b>	Norma de la Asociación Española de Normalización y Certificación
<b>UNECE</b>	United Nations Economic Commission for Europe
<b>UNED</b>	Universidad Nacional de Educación a Distancia
<b>UNE-EN</b>	Norma Española-European Norm
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<b>UPM</b>	Universidad Politécnica de Madrid
<b>USAL</b>	Universidad de Salamanca
<b>VT</b>	Vigilancia Tecnológica
<b>WCRR</b>	World Conference on Rail Research
<b>WFD</b>	Water Framework Directive
<b>WOS</b>	Web Of Science



## **DIRECCIÓN**

Director: José Trigueros Rodrigo  
Tel: (+34) 91 335 75 15 / (+34) 91 335 75 14  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid

## **SECRETARÍA DEL CEDEX**

Secretaria: Sonia Fernández-Pacheco Rodríguez  
Tel: (+34) 91 335 75 01 / (+34) 91 335 75 11  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid

## **UNIDAD DE APOYO**

Director: Miguel González Portal  
Tel: (+34) 91 335 74 90  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid

## **CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS**

Director: Federico Estrada Lorenzo  
Tel: (+34) 91 335 79 11 / (+34) 91 335 79 23  
P.º Bajo de la Virgen del Puerto, 3. 28005 Madrid

## **CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS**

Director: Ramón Gutiérrez Serret  
Tel: (+34) 91 335 76 11 / (+34) 91 335 76 10  
C/ Antonio López, 81. 28026 Madrid

## **CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE**

Director: Antonio Sánchez Trujillano  
Tel: (+34) 91 335 78 11 / (+34) 91 335 78 12  
Autovía de Colmenar Viejo, PK. 18,2. 28760 El Goloso (Madrid)

## **CENTRO DE ESTUDIOS DE TÉCNICAS APLICADAS**

Directora: M<sup>a</sup> Jesús Rodríguez de Sancho  
Tel: (+34) 91 335 72 48 / (+34) 91 335 72 52  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid

## **LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES**

Director: José Manuel Gállego Estévez  
Tel: (+34) 91 335 74 11 / (+34) 91 335 74 13  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid

## **LABORATORIO DE GEOTECNIA**

Director: Fernando Pardo de Santayana  
Tel: (+34) 91 335 73 43 / (+34) 91 335 73 46  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid

## **LABORATORIO DE INTEROPERABILIDAD FERROVIARIA**

Director: Jorge Ignacio Iglesias Díaz  
Tel: (+34) 91 335 71 50 / (+34) 91 335 71 63  
C/ Julián Camarillo, 30. 28037 Madrid

## **CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO**

Dolores Romero Muñoz / Ángel González Santos  
Tel: (+34) 91 335 74 56 / (+34) 91 335 73 20  
C/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

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



AGENDA  
**2030**