

CONOCIMIENTO, ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN EN OBRAS PÚBLICAS: EL CEDEX

José M^a Grassa Garrido
Subdirector adjunto del CEDEX

Áurea Perucho Martínez
Directora del CEDEX

RESUMEN

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX, es un referente en investigación aplicada a la ingeniería civil y a su medio ambiente asociado, abarcando el ámbito de las obras públicas, la movilidad, las aguas continentales y marinas, el medioambiente y el cambio climático. Su singularidad reside en la integración de conocimiento, grandes capacidades experimentales y orientación directa al servicio público. A través de sus centros y laboratorios especializados, el CEDEX proporciona apoyo técnico de alto nivel, desarrolla estudios y ensayos avanzados, contribuye a la elaboración de normativa técnica y contribuye a la generación y difusión del conocimiento en sus ámbitos de actividad, actuando con rigor e independencia técnica. En cumplimiento de su marco estatutario, así como de su Plan Estratégico y Agenda Temática 2026-2028, el organismo, fundado en 1957, está llamado a contribuir a afrontar grandes retos asociados a la transición ecológica, la digitalización, la seguridad y resiliencia de las infraestructuras y la sostenibilidad del territorio.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación aplicada en el ámbito de las obras públicas ocupa un espacio singular dentro del sistema científico y técnico. Su función principal consiste en transformar el conocimiento científico y la experiencia técnica en soluciones verificadas, criterios de diseño, recomendaciones, procedimientos de ensayo y apoyo experto para la toma de decisiones públicas.

En ese espacio se sitúa el CEDEX, centro público de investigación aplicada adscrito estructuralmente al Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y funcionalmente a éste y al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Desde su creación, el CEDEX ha desarrollado una labor continuada al servicio de la ingeniería civil y a su medio ambiente asociado, abarcando el ámbito de las obras públicas, la movilidad, las aguas continentales y marinas, el medioambiente y el cambio climático. El origen del CEDEX se encuentra en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, fundada por Agustín de Betancourt a comienzos del s. XIX (Romeu de Armas, 1980) a imagen de la prestigiosa *Ecole de Ponts et Chaussées* de Francia, con alumnos tan destacados como Agustín Louis Cauchy mientras que Poisson y Fourier actuaban como profesores en la preparatoria *Ecole Polytechnique*.

La Escuela, dependiente de los ministerios de Fomento y después de Obras Públicas desarrolló, ya desde el s. XIX, el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales de Construcción y posteriormente los de Hidráulica, Transportes y Puertos. Esta incorporación de la experimentación a la docencia y al

estudio de las obras públicas se reforzaba con una Junta de Investigaciones Técnicas cuyo reglamento establecía su finalidad de “conocer los progresos técnicos que se verifiquen en las ramas de las ciencias en relación con las especialidades ...” presidida por el director de la escuela y compuesta por cuatro profesores y otros tantos ingenieros de caminos designados por los directores generales del ministerio, poniéndose de manifiesto el interés en promover el desarrollo de una ingeniería basada en la ciencia.

La Ley de 1957 de Ordenación de las enseñanzas técnicas hizo pasar a depender del Ministerio de Educación Nacional a la Escuela de Ingenieros de Caminos a la vez que el Ministerio de Obras Públicas, exponiendo la necesidad de estudio y experimentación para la ordenación y ejecución de las obras públicas creó el CEDEX (Decreto de 23 de agosto de 1957) integrando en una sola unidad técnica, para coordinar sus trabajos, al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de construcción, al de Puertos, al de Transporte y al de Hidráulica.

El sucesivo desarrollo del CEDEX ha dado lugar a su actual estructura manteniendo vigente el sentido original de su creación: disponer de una institución pública coordinada e integrada al servicio de la ingeniería civil y el medio ambiente asociado, formada por diferentes unidades de especialización sectorial y disciplinar, capaz de aportar conocimiento técnico independiente, apoyado en la experimentación, la observación, la modelización y la experiencia acumulada. Esta función resulta hoy necesaria ante los retos del cambio climático, la transición ecológica, la digitalización, la complejidad creciente de las infraestructuras y la necesidad de fundamentar las políticas públicas en evidencia científica y técnica.

2. INVESTIGACIÓN APLICADA Y SERVICIO PÚBLICO

Buena parte de la actividad del CEDEX surge de necesidades concretas de las administraciones públicas: resolver un problema técnico, evaluar una infraestructura, analizar un riesgo, validar una solución, elaborar criterios normativos o anticipar nuevos desafíos. Esta conexión directa con la realidad confiere a su investigación un carácter eminentemente aplicado.

La actividad del CEDEX no se agota en el estudio teórico de los problemas. Su valor diferencial reside en la combinación de especialidades y capacidades para ofrecer soluciones basadas en ciencia y tecnología: conocimiento experto, laboratorios y equipos de ensayo, instalaciones singulares, modelización física y numérica, trabajo de campo, análisis de datos y experiencia en procesos normativos y de asesoramiento técnico. Gracias a esta combinación, el organismo puede dar un soporte amplio y pluridisciplinar a problemas complejos.

El CEDEX se sitúa por tanto entre la ciencia y las realizaciones, entre la investigación académica y la práctica profesional, y entre la innovación tecnológica y su aplicación segura en infraestructuras reales. Su contribución se mide a través de sus publicaciones y también, en mayor medida, por su impacto en la seguridad, la sostenibilidad, la resiliencia y la eficiencia de las actuaciones a las que se aplican sus trabajos, ya se trate de proyectos concretos o de desarrollos técnicos de investigación pre normativa.

La actividad de soporte técnico – científico al sector que ofrece el CEDEX se apoya en tres elementos principales. En primer lugar, su papel como centro de conocimiento, fruto de una larga trayectoria institucional de trabajo continuado que ha permitido acumular conocimiento y experiencia en numerosos campos de la ingeniería civil y el medio ambiente, con grupos de especialistas y expertos y capacidad para abordar problemas complejos y multidisciplinarios. En segundo lugar, laboratorios de análisis e instalaciones experimentales singulares, muchas de ellas de primer nivel y formando conjuntos de capacidades integradas al servicio de problemas específicos. Y, en tercer lugar y especialmente importante, una relación estrecha y de cercanía a los problemas de las entidades públicas y otras entidades del sector para las que se trabaja de forma continuada, compartiendo estrategias y en contacto permanente, así como colaboración y participación conjunta con otros centros de investigación, departamentos universitarios y asociaciones técnicas nacionales e internacionales.

La combinación de estos elementos convierte al CEDEX en una infraestructura pública de conocimiento. Su función no consiste solo en estudiar problemas, sino en hacer que el conocimiento sea aplicable, verificable y útil para la sociedad.

3. UN MARCO ESTRATÉGICO PARA NUEVOS RETOS

Materializando los fines y funciones estatutarios, el Plan Estratégico CEDEX 2026-2028 (CEDEX 2026a) define los objetivos prioritarios del organismo ante el presente entorno de rápida evolución, mientras que la Agenda Temática 2026-2028 (CEDEX 2026b) define las líneas de actividad actual y a seguir en el futuro próximo. Los sectores objeto de la actividad del CEDEX deben afrontar retos que exigen respuestas técnicas cada vez completas: adaptación al cambio climático, reducción de emisiones, economía circular, conservación del patrimonio construido, digitalización, interoperabilidad, gestión multirriesgo, seguridad, gestión avanzada de datos y nuevas formas de movilidad.

El nuevo marco estratégico se articula en torno a tres objetivos generales: reforzar el alineamiento del CEDEX con las necesidades de la sociedad y de las políticas públicas, consolidar su papel como referente nacional e internacional en ingeniería civil y medio ambiente y, finalmente, fortalecer la organización, el capital humano y la gestión del conocimiento, de manera que el organismo pueda responder con la mayor eficiencia y capacidad de anticipación.

Por su parte, la Agenda Temática 2026-2028 traslada estos objetivos a líneas de actividad científico-técnicas que combinan ámbitos tradicionales y estratégicos de excelencia con atención a nuevas áreas emergentes. De este modo, el CEDEX mantiene su identidad histórica e intenta adaptar flexiblemente sus capacidades a los nuevos desafíos tecnológicos, ambientales y sociales.

4. CENTROS Y LABORATORIOS: UNA ORGANIZACIÓN MULTIDISCIPLINAR

La actividad del CEDEX se articula a través de una red de centros y laboratorios especializados que cubren un amplio espectro de disciplinas relacionadas con las obras públicas, el transporte y la movilidad, el agua, el medio ambiente, el cambio climático y el patrimonio técnico. La combinación de las capacidades integradas en el CEDEX permite abordar de forma completa y equilibrada problemáticas complejas en las cuestiones temáticas que lo requieren.

El *Centro de Estudios Hidrográficos* desarrolla su actividad en el ámbito de las aguas continentales, la hidrología, la hidráulica, la planificación hidrológica, la evaluación de recursos hídricos, el estado de las masas de agua, las tecnologías del agua, la seguridad de presas y el análisis de inundaciones. Sus trabajos combinan experimentación física, modelización numérica, análisis de datos y apoyo técnico a las administraciones. Su labor contribuye a un mejor conocimiento de la hidrología española, mediante la publicación de los anuarios de aforos y la realización del inventario de recursos hídricos. En un contexto de mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, su aportación resulta esencial para mejorar la evaluación del riesgo hidráulico, la protección civil y la adaptación al cambio climático.

El *Centro de Estudios de Puertos y Costas* trabaja en ingeniería marítima y portuaria, ingeniería de costas y protección del litoral, seguridad marítima, ordenación del espacio marino y adaptación de infraestructuras costeras y disciplinas conexas. Su actividad combina análisis meteo-oceánico y de laboratorio, experimentación mediante modelos físicos a escala reducida, modelos numéricos, simuladores, bases de datos y herramientas digitales. Se trabaja en estrategias de protección de la costa y en el estudio de actuaciones de defensa y restauración del litoral frente a la erosión e inundación, así como en la seguridad y sostenibilidad de los puertos. La creciente presión sobre el litoral, el desarrollo de nuevas actividades marítimas y la necesidad de infraestructuras portuarias más resilientes refuerzan la importancia estratégica de este centro.

El *Centro de Estudios del Transporte* centra su actividad en las infraestructuras terrestres, especialmente carreteras y movilidad. Sus líneas de trabajo incluyen la conservación de firmes y el estudio de su durabilidad en su ciclo completo de vida; la caracterización de materiales básicos, nuevos materiales y reciclados; el desarrollo de ensayos de laboratorio aplicados a los nuevos requerimientos de la carretera; la evaluación estructural y funcional de infraestructuras de carretera; la seguridad vial; la digitalización de la carretera, su descarbonización y su adaptación al cambio climático. Su contribución es especialmente relevante en el contexto de la economía circular, la conservación preventiva y la mejora de la eficiencia en el mantenimiento de redes viarias.

El *Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo* aporta una dimensión patrimonial y cultural singular. Su actividad se orienta a la investigación histórica, la conservación documental, la digitalización del patrimonio de la ingeniería civil y la difusión y puesta en valor del legado de las obras públicas. La incorporación de herramientas digitales, como la modelización tridimensional, la realidad virtual o la realidad aumentada, permite conectar la investigación histórica con nuevas formas de análisis y divulgación. Las investigaciones se traducen a menudo en publicaciones y exposiciones, que se convierten en itinerantes y se celebran en diferentes puntos geográficos.

El *Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas* desarrolla trabajos en la intersección entre ingeniería, territorio, medio ambiente y riesgos naturales o inducidos por la actividad humana. Sus proyectos abarcan desde estudios hidrológicos e hidrogeológicos mediante técnicas isotópicas hasta la vigilancia radiológica de las aguas de precipitación, continentales y marinas resiliencia climática de infraestructuras y análisis de la interacción entre infraestructuras y biodiversidad. Su carácter transversal lo convierte en un elemento clave para integrar criterios ambientales en la obra pública y proponer medidas para la mitigación de los impactos ambientales y el seguimiento de la calidad de los ecosistemas, mediante soluciones basadas en la naturaleza y medidas correctoras.

El *Laboratorio Central de Estructuras y Materiales* es uno de los más antiguos de Europa en su género, constituido en 1898 e incorporado al CEDEX a partir de su creación en 1957. Sus capacidades permiten estudiar el comportamiento mecánico, la durabilidad y la vida útil de materiales de construcción y estructuras. Los ensayos dinámicos, la experimentación sísmica, la caracterización de materiales y los estudios sobre hormigones, cementos, aceros, materiales reciclados y nuevos materiales, como las armaduras de polímeros reforzados con fibra de vidrio, sitúan a este laboratorio en una posición clave para la seguridad estructural y la sostenibilidad de la construcción.

El *Laboratorio de Geotecnia* aborda aspectos relacionados con la mecánica de suelos y rocas y con la ingeniería geológica y geotécnica aplicada a las vías de comunicación, edificaciones, obras hidráulicas, portuarias y ambientales, abarcando la estabilidad de taludes, las cimentaciones, las estructuras de contención, la caracterización geotécnica de obras singulares y la geotecnia ferroviaria, que se ocupa de las características geotécnicas de los materiales que componen la infraestructura de las líneas de ferrocarril. Su actividad combina ensayos de laboratorio e in situ, análisis numérico y asistencia técnica en proyectos reales. Además, mantiene una destacada función formativa a través del Máster de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica, que constituye una referencia consolidada en el sector.

El *Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria* ha sido el primer laboratorio del mundo acreditado para ensayar componentes ERTMS y, junto a ello, en él se validan funcionalmente líneas equipadas con este sistema de señalización ferroviaria unificado que debe ser implantado gradualmente en toda la Unión Europea, para lograr la total interoperabilidad en los sistemas de protección del tren y avanzar hacia una mayor seguridad de las redes ferroviarias europeas. Su actividad se centra en la validación y ensayo de sistemas ferroviarios equipados con ERTMS, contribuyendo a la seguridad, la interoperabilidad y la digitalización del sistema ferroviario. Su participación constante desde su nacimiento en proyectos europeos refuerza la dimensión internacional del CEDEX y su aportación a la modernización del transporte ferroviario.

En conjunto, esta organización permite al CEDEX abordar problemas desde distintas escalas y disciplinas, manteniendo una visión integrada.

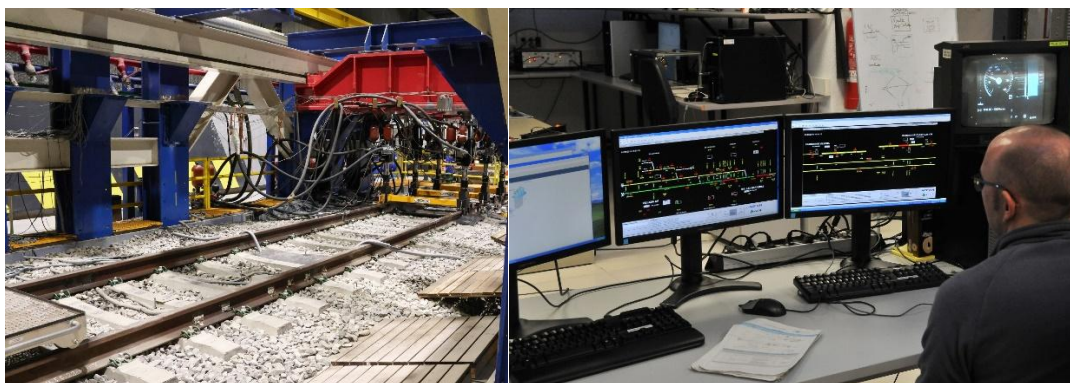
5. INSTALACIONES SINGULARES Y CAPACIDAD EXPERIMENTAL

Uno de los principales activos del CEDEX es su conjunto de instalaciones científicas y técnicas singulares. Estas infraestructuras permiten reproducir fenómenos complejos, ensayar soluciones en condiciones controladas, validar modelos y reducir la incertidumbre asociada a decisiones técnicas de gran impacto. Muchas de ellas han sido ofrecidas en programas de acceso y en proyectos de I+D+i cooperativos españoles y europeos



Modelo Físico 3D (1: 100) del puerto de Las Palmas: Ensayos de comportamiento de buques atracados (izquierda), y Simulador de maniobra de buques en tiempo real (derecha, Maniobra de acceso de un ferry al Puerto de Palma, Autoridad Portuaria de Baleares)

Entre las instalaciones físicas singulares destacan: el *laboratorio de hidráulica*, para la experimentación en modelo físico a escala reducida de estructuras hidráulicas como por ejemplo órganos de desagüe de presas y pasos de peces y actuaciones fluviales (protección de márgenes, medidas contra la erosión e inundaciones fluviales) en el ámbito de las aguas continentales; las instalaciones del *laboratorio de experimentación marítima* (incluyendo el canal de oleaje de gran escala y el tanque de oleaje multidireccional para la realización de ensayos con oleaje realista de crestas cortas) para estudios de ingeniería portuaria (diseño de puertos y atraques, diques de abrigo), costera (transporte de sedimentos, inundaciones costeras, actuaciones de protección) y de energías marinas y la unidad de simulación de maniobra de buques para estudios de seguridad en la navegación en aguas restringidas y diseño de puertos; el *cajón ferroviario*, para ensayar, a escala 1:1, secciones completas de vías férreas convencionales y de alta velocidad, tanto para trenes de pasajeros, de mercancías y tráfico mixto, y con velocidades de hasta 420 km/h, estudiando el comportamiento de la infraestructura bajo la vía (balastos y traviesas, principalmente); el *laboratorio de hidrología isotópica*, que comprende una serie equipos e instalaciones para la determinación de isótopos estables en aguas con aplicación en estudios e investigaciones en los ámbitos de la hidrología e hidrogeología, con especial atención a la vigilancia radiológica de las aguas marinas y continentales españolas y a la datación de las aguas; la *pista de ensayo acelerado de firmes* a escala real, para simular el tráfico que soporta una carretera durante toda su vida útil, permitiendo así predecir en periodos de tiempo más reducidos el comportamiento de materiales y nuevas secciones de firme a largo plazo; el *simulador sísmico* con seis grados de libertad, para el estudio experimental del comportamiento de elementos o modelos estructurales bajo condiciones de simulación de sismos, barridos de frecuencia, vibración y choque; el *laboratorio de simulación de tráfico ferroviario*, que ha participado en la puesta en servicio del ERTMS en la mayor parte de las líneas españolas de alta velocidad y en las convencionales.



Cajón ferroviario del CEDEX (izquierda) y Simulador ERTMS/ETCS de Tráfico Ferroviario del CEDEX (derecha)

Adicionalmente, a estas instalaciones singulares se unen unos equipamientos de ensayo de laboratorio muy completos, como el *laboratorio de calidad de las aguas*, que desarrolla y pone a punto métodos analíticos para el estudio de compuestos contaminantes relacionados con el medio ambiente hídrico; el *laboratorio de calidad del medio marino*, que analiza el origen de plásticos en el medio marino y otros contaminantes en aguas marinas y sedimentos dragados; el *laboratorio de investigación y ensayo de materiales para carreteras*, que dispone de una gama completa de equipos para la caracterización, dosificación y estudio de todo tipo de materiales potencialmente aptos para su uso en carreteras; el *laboratorio de suelos y rocas*, que, altamente equipado, posee un conjunto de equipos que permiten la completa caracterización dinámica de suelos y la caracterización de materiales granulares gruesos; el *laboratorio de microestructura de materiales*, ampliamente equipado con equipos de microscopía, difracción de rayos X, porosidad y petrofísica de última generación; y el *laboratorio de medidas de radiactividad ambiental*. A estos equipamientos de laboratorio se unen unos amplios equipos de instrumentación y monitorización en campo.



Modelo físico de los órganos de desagüe de la presa del Ebro (izquierda), y Laboratorio de Aplicaciones Isotópicas (derecha)

Los otros dos pilares de la actividad son las herramientas de experimentación numérica, y sistemas de datos. Los modelos numéricos, los gemelos digitales y las herramientas de simulación avanzada necesitan datos fiables, contraste experimental y validación. La combinación de técnicas en el CEDEX proporciona la base amplia que permite convertir la innovación tecnológica en conocimiento robusto y aplicable.

En un momento en el que la digitalización y la inteligencia artificial están transformando los métodos de análisis, la combinación de datos, experimentación física y numérica mantiene un valor esencial. En conjunto forman plataformas de conocimiento, en las que confluyen investigación, formación, transferencia tecnológica y colaboración institucional. Su existencia permite al CEDEX

abordar problemas que difícilmente podrían resolverse mediante aproximaciones exclusivamente empíricas, teóricas y/o computacionales.



Simulador sísmico (izquierda) y Pista de Ensayos Acelerados de Firmes (derecha)

6. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO E IMPACTO PÚBLICO

La aportación del CEDEX a la sociedad se materializa de múltiples formas. Sus estudios, siempre aplicados, contribuyen a mejorar la seguridad de presas, carreteras, puertos, ferrocarriles, estructuras y obras hidráulicas. Sus ensayos permiten validar soluciones antes de su aplicación. Sus informes técnicos apoyan decisiones administrativas complejas. Sus investigaciones alimentan normativa, recomendaciones y guías técnicas. Su actividad formativa contribuye a la especialización de profesionales. Sus fondos documentales preservan la memoria técnica de la obra pública.

Esta diversidad de impactos muestra que el CEDEX no es solo un centro de investigación, sino también un instrumento de transferencia al servicio de las políticas públicas. Su conocimiento llega a la sociedad a través de mejores infraestructuras, decisiones más fundadas, reducción de riesgos, protección ambiental, conservación del patrimonio y mejora de la calidad técnica de la actuación pública.

En este sentido, el CEDEX representa una forma de innovación especialmente valiosa: aquella que no siempre se traduce en productos comerciales inmediatos, pero que mejora la capacidad del Estado para planificar, construir, conservar, regular y proteger.

7. RETOS DE FUTURO

Los próximos años plantean desafíos de gran alcance para la ingeniería civil y el medio ambiente. El cambio climático obligará a revisar criterios de diseño, conservación y explotación de infraestructuras de obra pública. La transición ecológica exigirá materiales más sostenibles, soluciones basadas en la naturaleza y en la economía circular y una integración más estrecha entre infraestructuras y medio ambiente. La digitalización transformará la gestión de datos, la monitorización, la simulación y la toma de decisiones. La inteligencia artificial abrirá nuevas posibilidades, pero también exigirá gobernanza, validación y control experto.

Ante este escenario, el CEDEX puede desempeñar un papel estratégico como centro público de conocimiento técnico independiente. Para ello será necesario reforzar la actualización de sus instalaciones, la captación y retención de talento, la gestión interna del conocimiento, la cercanía a los problemas técnicos, la colaboración con universidades y centros de investigación, la presencia internacional y la transferencia de resultados hacia administraciones y sectores profesionales.

La experiencia acumulada por el CEDEX debe combinarse con nuevas capacidades digitales, nuevas metodologías experimentales y una mayor visibilidad de su contribución pública.

8. CONCLUSIÓN

El CEDEX representa un modelo de investigación aplicada al servicio de la sociedad. Su valor reside en la capacidad de integrar ciencia, ingeniería, experimentación y servicio público para responder a problemas reales de gran complejidad desde el rigor y la independencia técnica. A lo largo de casi siete décadas, ha contribuido a mejorar la seguridad, la sostenibilidad y la calidad técnica de las infraestructuras y del territorio.

En el contexto actual, esta función resulta más necesaria que nunca. La adaptación al cambio climático, la transición ecológica, la digitalización, la interoperabilidad, la conservación del patrimonio y la resiliencia de las infraestructuras requieren instituciones capaces de proporcionar conocimiento riguroso, independiente y aplicable.

El Plan Estratégico y la Agenda Temática 2026-2028 ofrecen una oportunidad para reforzar este papel y proyectar al CEDEX como un organismo público de conocimiento al servicio de las administraciones, de los sectores profesionales y de la sociedad. La próxima conmemoración de su setenta aniversario en 2027, no será solo como un hito en una trayectoria, sino la afirmación de una misión plenamente vigente: poner la investigación, la experimentación y la ingeniería al servicio del interés general.



Exposición Artifex. Ingeniería romana en España

9. REFERENCIAS

Romeu de Armas, Antonio, 1980. Ciencia y tecnología en la España ilustrada: la Escuela de Caminos y Canales. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

CEDEX, 2026a. Recuperado del portal WEB del CEDEX el 02/06/2026:

https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-cedex/media/document/CEDEX_Plan_Estrategico_2026_2028.pdf

CEDEX, 2026b. Recuperado de internet el 02/06/2026:

https://cdnfomento.blob.core.windows.net/portal-web-cedex/media/document/20260505_Lineas-Agenda-Tematica.pdf

Un conjunto amplio de información actualizada sobre el CEDEX y sus actividades puede encontrarse en <https://www.cedex.es>

Agradecimientos: Los autores desean agradecer al equipo de comunicación del CEDEX su colaboración en la elaboración de este artículo, así como a todo el comité de dirección del CEDEX la revisión del mismo.