



Fundación  
Agustín de Betancourt

# MEMORIA DE ACTIVIDADES 2024

E.T.S. INGENIEROS  
DE CAMIOS, CANALES  
Y PUERTOS

C/ Profesor Aranguren, nº 3  
Ciudad Universitaria  
28040 Madrid  
Tf: +34 666746088  
[www.fundacionabetancourt.org](http://www.fundacionabetancourt.org)



# ÍNDICE

Introducción	04
Carta del Presidente	05
Organización	06
Patronato	07
Actividades de la Fundación 2024	08
• Formación	09
• Becas y Premios	11
• Investigación	12
• Proyectos Singulares	20
Organismos y Empresas Colaboradoras en 2024	52

# INTRODUCCIÓN

La Fundación Agustín de Betancourt es una Fundación Cultural Privada de carácter permanente y nacionalidad española, sin ánimo de lucro y con fines de interés general, con personalidad jurídica propia y plena capacidad jurídica y de obrar.

Fue constituida en 1977 para potenciar la investigación en el marco de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Los fines de la Fundación son cooperar con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid en el cumplimiento de sus cometidos y, de modo especial, promover la investigación científica y técnica, y fomentar entre los alumnos de dicha Escuela el interés por las tareas investigadoras, instruyéndoles en su mecánica esencial. Igualmente, la Fundación actuará como punto de conexión de la Escuela con la Sociedad y con el Sector de la Ingeniería Civil.

Para desarrollar su actividad, la Fundación establece acuerdos de colaboración con todo tipo de entidades públicas y privadas, obteniendo financiación que soporta los diferentes proyectos de investigación y su propia estructura de funcionamiento, estando perfectamente adaptada al marco definido por la “Ley de Fundaciones y de Incentivos Fiscales a la Participación Privada en Actividades de Interés General”.

En 1998, la Fundación firmó un Acuerdo con la Universidad Politécnica de Madrid mediante el cual ostenta la gestión delegada de los convenios, contratos y cursos de especialización y postgrado realizados por los profesores y Departamentos de la Escuela de Caminos de Madrid.

Tras casi cincuenta años de existencia, el balance de actividad de la Fundación es altamente satisfactorio, gestionando en 2024 tres millones y medio de euros en proyectos de investigación, realización de numerosos cursos de formación continua y postgrado; y concediendo diferentes tipos de becas y ayudas.

En la actualidad, la Fundación es uno de los mejores exponentes de la capacidad investigadora y técnica de la Escuela de Ingenieros de Caminos y de la Universidad Politécnica de Madrid y un “partner” seguro en el ámbito del I+D+i.

# CARTA DEL PRESIDENTE



Un año más, tengo el placer de presentar esta Memoria Técnica de Actividades del año 2024 de la Fundación Agustín de Betancourt, donde se recogen los hechos más relevantes de nuestra actividad.

Durante el año 2024 se han gestionado convenios de I+D+i por un importe de 3,5 millones de euros, destacando con especial satisfacción que la Fundación está participando en un importantes poryecto de innovación en el marco del Programa RETOS, así como el convenio firmado en el marco del “Plan de Recuperación, Transformación y Resilenncia . firmado por la UE - NextGenerationEU”.

Además, la Fundación ha organizado y participado en 14 cursos de diferente temática, intensidad y duración, gestionando Títulos Propios de la UPM como son el Máster in Digital Twins for Infrastructures an Cities y el Máster en Vías de Comunicación y Castrametación, en colaboración con el Ministerio de Defensa. También hemos mantenido nuestra política de becas en los niveles de grado, máster y doctorado.

De acuerdo con nuestros Estatutos, tanto los proyectos de investigación como los cursos son dirigidos por profesores de nuestra Escuela, colaborando en los mismos frecuentemente alumnos, becarios y doctorandos de la misma, por lo que sin duda la Fundación ha contribuido al bienestar de estos colectivos y a generar oportunidades valiosas para nuestra Universidad. Es de justicia destacar la dedicación, capacidad y entusiasmo con las que los Profesores y demás Investigadores de la Escuela han apoyado todas nuestras actividades. Me gustaría desde estas líneas dejar constancia de mi más sincero agradecimiento a todos ellos, porque su trabajo y sus aportaciones hacen posible que la Fundación pueda cumplir eficazmente sus fines.

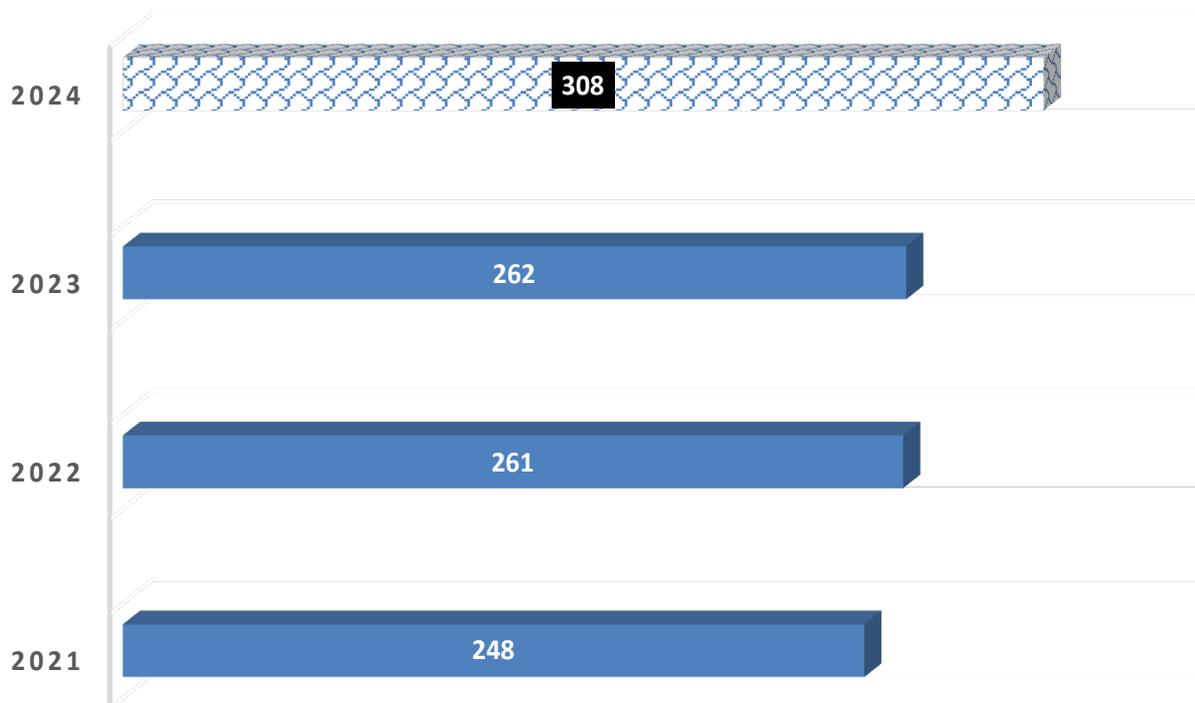
Por último, quiero agradecer también el buen hacer y dedicación del equipo que diariamente gestiona la Fundación, ayudando a que todo esto sea posible.

Pablo Bueno Tomás

# ORGANIZACIÓN

Para el cumplimiento de sus fines, la Fundación cuenta con un importante y nutrido grupo de intervinientes: Profesores de la Escuela de Caminos, Investigadores, Colaboradores, Becarios y Personal de Dirección y Administración.

El gráfico anexo muestra la evolución del número de personas que han intervenido en las actividades de la Fundación en los últimos años.



# PATRONATO

La Fundación está organizada de acuerdo al siguiente organigrama:



**Pablo Bueno Tomás**  
Presidente



**José Miguel Atienza Riera**  
Patrono Gerente



**Ángel Corcóstegui Guraya**  
Vicepresidente



**Tomás García Madrid**  
Vicepresidente



**Carmen de Andrés Conde**  
Patrona



**Antonio García Ferrer**  
Patrono



**Elena León Muñoz**  
Patrona



**Fco. Javier Martín Carrasco**  
Patrono



**Mª Eugenia Pérez Fanjul**  
Patrona



**Edelmiro Rúa Álvarez**  
Patrono



**Fidel Sáenz de Ormijana Valdés**  
Patrono



**David Santillán Sánchez**  
Secretario del Patronato

De la figura del Patrono Gerente dependen:

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

## ADMINISTRACIÓN

- Alberto Bornstein Sánchez
- Gema Lucas Gómez
- Pilar Lucas Gómez
- Carmen Benavente del Río

# ACTIVIDADES DE LA FUNDACIÓN

De acuerdo a sus estatutos fundacionales, la principal actividad de la Fundación es la promoción de la investigación científica y técnica en el marco de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Además, la Fundación realiza diferentes acciones formativas a lo largo del año, tanto de formación continua como de postgrado.



**FORMACIÓN**



**BECAS Y PREMIOS**



**INVESTIGACIÓN**



**PROYECTOS SINGULARES**



# FORMACIÓN

Durante el año 2024 la Fundación ha desarrollado entre otras, las acciones formativas que se detallan a continuación, en las que han participado 557 alumnos.

Cursos de Competencias Portuarias de Puertos del Estado-NIVEL III (4ª edición):

- Curso de Operaciones y Servicios Portuarios
- Curso de Sector y Estrategia Portuaria
- Curso de Logística e Intermodalidad



Cursos de Competencias Portuarias de Puertos del Estado-NIVEL VI (1ª edición):

- Curso de Operaciones y Servicios Portuarios
- Curso de Sector y Estrategia Portuaria



- Curso de Especialización en investigación de accidentes para profesionales en PRL (5ª edición).
- Curso de Especialización jurídica y pericial para profesionales en PRL (13ª edición).



- Symposium on High-Performance Fibre Reinforced Concrete.
- Jornada Técnica de Innovación en Procedimientos de Construcción. Sistemas pretensados. Puentes atirantados.
- XLV Jornada Técnica de Innovación en Procedimientos de Construcción. Cubierta Estadio Santiago Bernabéu. Puente basculante en Barranquilla.
- Desarrollo de actividades de formación: "Digitalización en ingeniería civil: Desafíos y oportunidades en la transformación".
- V Jornada TYPESA "Los nuevos retos portuarios y costeros".



- Master in Digital Twins for Infrastructures and Cities.





## BECAS Y PREMIOS

Dando cumplimiento a sus fines estatutarios de cooperar con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid en la realización de sus cometidos y, de modo especial, promover la investigación científica y técnica y fomentar entre los alumnos de dicha Escuela el interés por las tareas investigadoras, la Fundación Agustín de Betancourt viene concediendo anualmente distintos tipos de becas. En el año 2024 se han concedido las siguientes:

- 1 Beca Carlos Briñis García-suelto de colaboración entre alumnos de los tres últimos cursos de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.
- 1 Beca para el fomento de la investigación entre doctorandos.
- 18 Becas concedidas para trabajar en investigaciones desarrolladas bajo la dirección de un catedrático o profesor titular de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

# BECAS

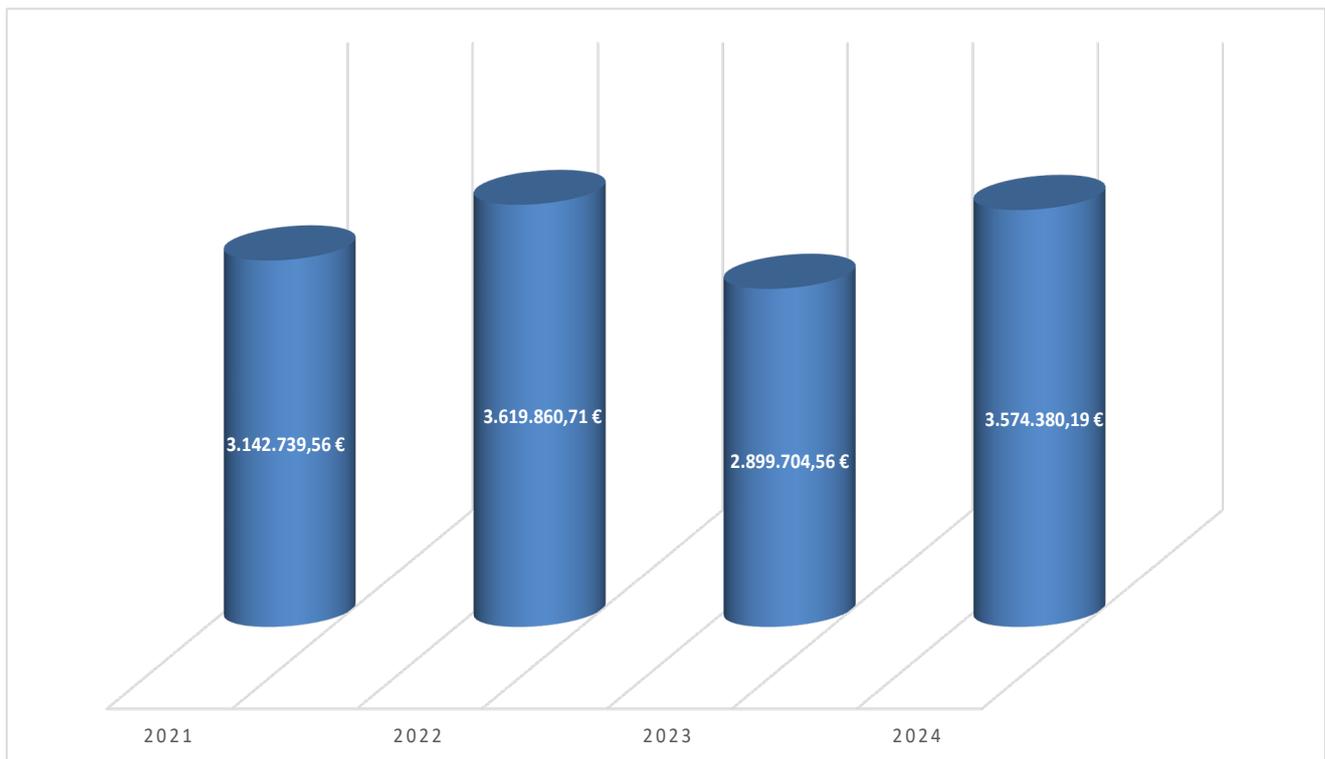




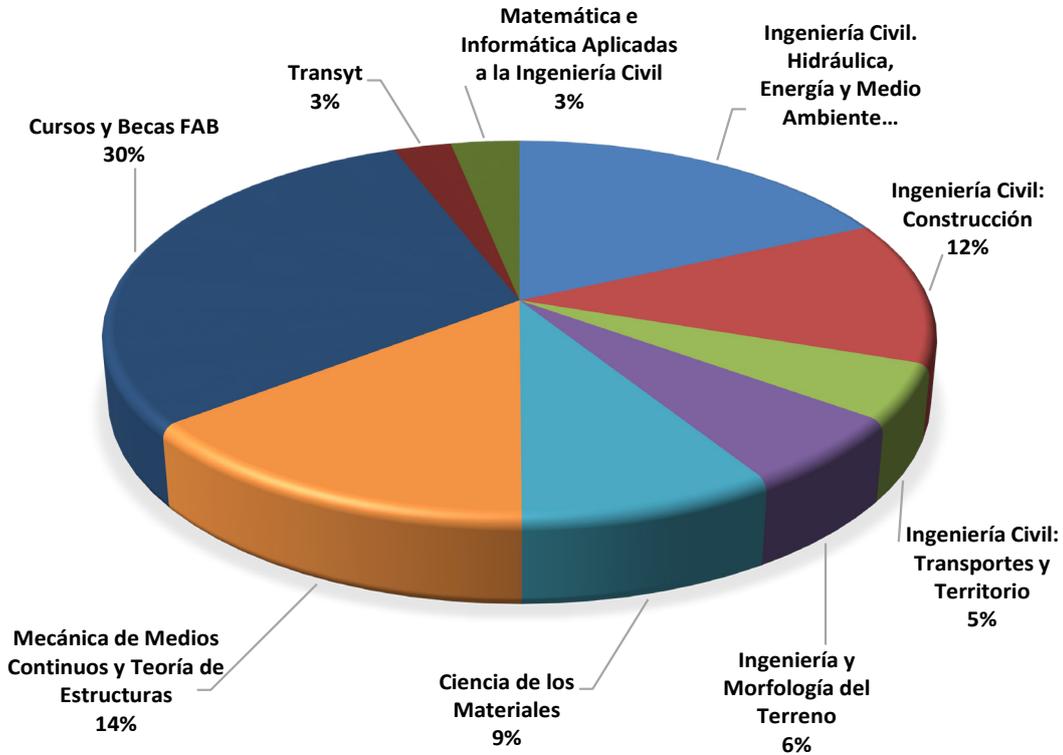
# INVESTIGACIÓN

En el ámbito de la investigación, el desarrollo y la innovación, el año 2024 ha sido un año de incremento de la actividad, habiendo gestionado un volumen de convenios superior al año anterior. Cabe destacar, que la Fundación participa como socio en proyectos de convocatorias competitivas, como por ejemplo el Programa Retos.

El siguiente gráfico muestra la evolución en los cuatro últimos años, en millones de euros corrientes, del volumen económico de los proyectos de inversión firmados cada año:



Esta información la podemos ordenar en función de las diferentes líneas generales de investigación de los Convenios firmados por Departamento (millones de euros):



**644.511,80 €**



**439.129,99 €**



**172.050,00 €**



**217.106,71 €**



**517.074,37 €**



**1.068.559,71 €**



**93.217,07 €**



**311.696,55 €**



**111.034 €**

A continuación se van a detallar algunos de los diferentes convenios de investigación firmados en cada una de estas líneas de investigación durante el año 2024:



- Characterization and qualification tests at cryogenic temperatures of concrete for lng tanks of Cobra-Sener-Brunsbüttel
- Efecto de la exposición al fuego sobre el comportamiento mecánico del acero estructural y las uniones soldadas de una pasarela para paso peatonal sobre una línea ferroviaria
- Propiedades mecánicas de una escollera de calizadolomia aplicables con fines predictivos para la evaluación del impacto del corredor mediterráneo sobre el anfiteatro romano de Tarragona
- Caracterización del estado de fisuración y del comportamiento a fatiga de uniones soldadas estructurales para sustitución de tirantes del Puente del Centenario (fase 1ª y 2ª)
- Agreement for the performance of qualification tests on cryogenic concrete



- Investigación para el desarrollo de estudios de seguridad y salud en infraestructuras dañadas por la erupción volcánica en septiembre de 2021 en la isla de la Palma
- Curso de Especialización Jurídica Pericial para profesionales en PRL (13ª EDICION)
- Curso de Especialización en investigación de accidentes (5ª EDICION)
- Investigación "Asistencia técnica para estudios socioeconómicos de las inversiones y gastos de la armada"
- Nuevo dispositivo lanzador de vigas por accionamiento específico mediante cremallera y rueda dentada
- Convenio marco para el análisis de proyectos y ejecución de obra en el ámbito de la obra civil y la edificación
- Investigación de gemelos digitales de obras de ingeniería geotécnica. Desarrollo de un software para la automatización de la generación de documentación gráfica de proyectos de pantallas continuas
- Convenio marco para la investigación en labores de asistencia técnica, revisión y elaboración de informes periciales y de consultoría en el ámbito de la ingeniería civil
- Mejora de la fluidez y seguridad de la carretera C-733, de PK 1+500 al PK 5+500 y variante al núcleo urbano de Jesús
- Investigación de pavimentos y recubrimientos poliméricos

- Investigación sobre el desarrollo de nuevas aplicaciones en refuerzo y reparación de productos de fibra de carbono
- Investigación sobre tres dosificaciones de hormigón para su estudio rente al posible desarrollo de reacciones árido-álcali y determinación experimental de las temperaturas de fraguado del hormigón
- Búsqueda de fotografías históricas relevantes para la exposición de la ampliación del paseo marítimo del puerto de Sagunto
- Nueva solución para el control de la retracción en hormigones convencionales (hospital Évora)
- Desarrollo de actividades de formación: “digitalización en ingeniería civil: desafíos y oportunidades en la transformación”
- Estudio de los procesos de fisuración de encimeras de pmma con partículas de caolín
- Ensayos
- Investigación Deomar – desarrollo y demostración de sistemas avanzados para eólica marina



- Estudio hidráulico de la acumulación de escorrentía en los estribos del paso superior de laAutovía MU-31 sobre la Avenida Sangonera La Verde (Murcia)
- Estudio hidrológico bivariado, de estacionalidad y con cambio climático en nueve presas ubicadas en las zonas de explotación e y f de la Confederación hidrográfica del Duero para la revisión de las normas de explotación
- Estudio de la capacidad de erosión del río Llobregat en el puente 106351794 en el p.k. 73+865 de la línea 240 Sant Vicenç de alders-L'hospitalet de Llobregat (Barcelona)
- Aplicación de métodos estocásticos para la evaluación de inundaciones en zonas urbanas
- Estudio hidrológico de la cuenca vertiente a la presa de Jaturabe para la comprobación de la seguridad hidrológica
- Investigación “Cálculo estructural de pavimento para almacenamiento de contenedores marítimos”
- Planes de seguridad hídrica y gestión de la sequía para un estimado de 6 empresas del programa Compassco-T1456-P026
- Evaluación y actualización de los planes de manejo de las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande (Honduras)
- Proyecto partida: digitalización integral de los sistemas de saneamiento del ciclo integral del agua de la cuenca del río Besos para asegurar la calidad y la disponibilidad del recurso en su abastecimiento
- Convenio marco para investigaciones en materia de ingeniería civil para infraestructuras
- Investigación “Emisarios submarinos (ref oropesa: 29052) y (ref moncofa: 29761) para analizar la influencia del temporal gloria de enero de 2020 sobre estas infraestructura submarinas, de cara a su posible cobertura por una póliza de seguros”

- Investigación "Physical model tests (2d & 3d) for the structural and functional behaviour of a breakwater, eastside gibraltar project marina"
- International research programme on overflowing erosion of dams and dikes. Order nº 5500-btd-4310412641
- Convenio marco para la investigación relacionada con diseños, proyectos y estructuras de arquitectura y obras públicas
- Investigación "Simulación matemática de la distribución de fibras de amianto en un tren serie 2000-a"
- Investigación sobre el "Estudio tensional de presas de escollera con pantalla de hormigón. Aplicación a la presa de los Machos"
- Monitorización de la pasarela Marqués de Zafra



- Technical support activities track experts group
- UIC contract 24.099
- Mapa de riesgos inducidos por el cemento en el proceso constructivo de una obra
- Estudio de la capacidad máxima de cruceros del puerto d'Eivissa"
- investigación "Optimización del capex de las autopistas del proyecto Alonso"
- Investigación de las densidades de los materiales reciclables (ensayos y modelización)
- Monoextendido asfáltico (Puhoi)
- Estudio sobre la sostenibilidad de las soluciones de rehabilitación de la carretera CV-395
- Investigación "Evaluación del efecto de la incorporación de óxido de grafeno en mezclas bituminosas mediante espumado"
- Investigación Eestudio de materiales asfálticos para la pavimentación sostenible"



- Investigación sobre las densidades de los materiales reciclables (ensayos y modelización)

# INGENIERÍA Y MORFOLOGÍA DEL TERRENO

- Convenio marco para la investigación “Investigación de nuevos procedimientos de cimentación en el ámbito de la ingeniería geotécnica”
- Convenio para la investigación de nuevos modelos de comportamiento del terreno en el ámbito de la ingeniería geotécnica”
- Investigación geotécnica en el marco de las obras lineales e infraestructuras de servicios urbanos
- Ap 68: nuevo proceso de caracterización , adecuación y uso de material in situ para ejecución de terraplenes
- investigación sobre las excavaciones en materiales volcánicos
- Investigación geotécnica en el marco de las obras lineales
- investigación “Asesoría científico-técnica sobre geotecnia y riesgos naturales , antrópicos y mixtos en proyectos nacionales e internacionales”
- Investigación “Análisis del patrimonio minero y valoración preliminar de las condiciones de seguridad de la mina San Francisco (Horcajuelo de la Sierra, Madrid) de cara a su posible aprovechamiento turístico“
- Trabajos de investigación deterioros en la Calle Twy i-11
- Asistencia técnica para investigación y elaboración de informe relativo a la situación geotécnica de la estructura de la bocana de la dársena interior del puerto de Alicante” (expte. 509/2024)
- Cálculo de la huella de carbono 2021 Eurofragance según GHG Protocol
- Investigación “dispositivo GPS en desarrollo”
- Proyecto de 100 viviendas en parcela M-3 de la UE-C18 de la Cala de Mijas (Málaga)
- investigación de los condicionantes de estabilidad del vertedero de Zaldibar
- Proyecto Shaim-Drone
- Análisis de viabilidad de ejecución de toma en embalse de rules para proyecto de central hidráulica reversible “Los Guajares”, en Vélez de Benaudalla (Granada).
- Estudio geológico sobre un fenómeno de subsidencia (Sinkhole) en la urbanización de la montaña, Aranjuez (Madrid)
- Análisis hidrogeológico de Tradebe Valdilecha y en que se estudiará la documentación aportada por Tradebe para la planificación y presupuesto de los trabajos hidrogeológicos necesarios para abordar proyecto de ampliación vertedero residuos industriales
- Investigación: “Caracterización petrológica, geoquímica, mineralógica y mecánica de cuatro muestras de roca para árido”
- Nuevo proceso de desmontaje de puentes por carcasa flotante mediante pilotaje de vigas
- Investigación “Estabilidad estática de la balsa baja en Pina de Ebro
- Investigación del comportamiento geotécnico de presas de materiales sueltos para la evaluación de la seguridad y la gestión de riesgos
- Service agreement for independent technical review members

- Convenio marco investigación de gemelos digitales de obras de ingeniería geotécnica
- Asesoría científico-técnica en materia geotécnica para el proyecto de construcción de instalación experimental para la realización de ensayos de rotura de presas de gran tamaño en el embalse de Laverné (Ejea de los Caballeros, Zaragoza, España)
- Investigación de asesoría geotécnica para la urbanización del sector “Retamar de la Huerta”, Alcorcón, (Madrid)



- Proyecto y construcción de infraestructuras sostenibles
- Análisis preliminar de diferentes temas de investigación relacionados con la ingeniería estructural
- Trabajos de investigación relativos a integración de sostenibilidad en infraestructuras
- A market overview on hollow core and double tee precast concrete floors, for office, residential and car parks
- Asesoramiento científico-técnico sobre el comportamiento estructural de traviesas y vía en placa
- Project co2free (p000784) which concerns the analysis of the reduction of co2 consumption in sleeper production as well as the possibilities to move to less co2-greedy cements.
- Investigación “Modelos avanzados de simulación y análisis estructural de nuevos desarrollos de vía en placa prefabricada”
- Investigación “Análisis de fisuración en durmientes de hormigón pretensado y alternativas para subsanación”
- investigación en análisis dinámicos y estáticos no lineales de estructuras singulares
- Nuevo equipo para ejecución de vanos de 90 m de LU (acrónimo: auto902021)
- Auscultación del viaducto sobre el rio blanco: caracterización dinámica y monitorización
- Servicio de monitorización estructural del viaducto de Tremor
- Desarrollo de soluciones innovadoras en el ámbito de la inspección de puentes, viaductos y aparatos de desvíos, lote I –soluciones tecnológicas para mantenimiento predictivo de puentes y viaductos
- Proyecto de prestación de servicios y transferencia de conocimiento “Aplicaciones prácticas de métodos avanzados para el diseño de estructuras”
- Project “Tower finite element analysis for Dogger bank b offshore wind farm”
- Estudio estructural de esculturas de grandes dimensiones basadas en Tensegrity”
- Nueva solución estructural bidireccional de refuerzo para grandes luces en entornos de alta carga (Mislata)



- Mid-term review of slim project (Antigua & Barbuda), and design and submission to gef of nznp project (México) and e-mobility project (Zambia)
- Undertaking by the consultant (contract reference: no: 10185735)
- Jamaica (reference: po 10299573)
- Revisión de los resultados del proyecto evaluación de impactos y riesgos derivados del cambio climático en España
- Auditoria de razonabilidad de las hipótesis del plan de negocio de la propuesta económica para la licitación de los aparcamientos de Adif
- Investigación "Identificación de atributos característicos de los servicios interurbanos en autobús de la Comunidad de Madrid"
- Investigación "Análisis de mercado de proyectos de conducción autónoma de vehículos pesados"



# PROYECTOS SINGULARES

## EVALUACIÓN INTERMEDIA DEL PROYECTO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA SLIM EN ANTIGUA Y BARBUDA Y DISEÑO DEL PROYECTO “ECONOMÍA CERO NETA Y POSITIVA PARA LA NATURALEZA” (NZNP) EN MÉXICO Y DEL PROYECTO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA EN ZAMBIA

Se completó la evaluación intermedia del proyecto de electromovilidad en Antigua y Barbuda y se organizó el primer taller de diseño en México y Zambia, que permitieron elaborar la propuesta de estructura para ambos proyectos. El proyecto de México incluye la elaboración de un plan nacional NZNP (cero neto y positivo para la naturaleza) con horizonte 2050-2060 para el conjunto de la economía mexicana, así como una hoja de ruta para la descarbonización del sector del transporte y la ejecución de tres proyectos piloto de electrificación del transporte público en Mérida, Puebla y Tampico.

El proyecto de movilidad eléctrica en Zambia incluye la elaboración de un Plan Nacional de Movilidad Eléctrica, la realización de pruebas piloto para la introducción de vehículos eléctricos en el transporte pública de Lusaka, en la flota del gobierno y en algunas grandes flotas privadas, la redacción de propuestas para la adaptación de la normativa existente, la aprobación de incentivos para los vehículos eléctricos y la puesta a punto de instrumentos de financiación para su adquisición. Finalmente, el proyecto proporcionará formación técnica sobre vehículos eléctricos, incluyendo la gestión de sus baterías al final de su vida útil.

## NOTA CONCEPTUAL SOBRE EL DESPLIEGUE DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN KIRGUISTÁN

La Nota de Concepto proporciona recomendaciones para el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Kirguistán en apoyo a la expansión de la movilidad eléctrica. Incluye la revisión de la política gubernamental actualmente en marcha sobre movilidad eléctrica, la identificación y valoración de los proyectos de otras instituciones internacionales en este campo y la elaboración de una propuesta para un proyecto de PNUD financiado por el Fondo Ambiental Mundial. La propuesta incluye la formulación de un Plan Nacional de Movilidad Eléctrica, la realización de una demostración piloto incluyendo la puesta en servicio de algunos puntos de recarga rápida en dos de las principales carreteras del país, el apoyo a la electrificación parcial de flotas del gobierno o privadas y la puesta en marcha de reglamentación para la gestión de los vehículos eléctricos al final de su vida útil.



## **PREPARACIÓN DEL FORMULARIO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO (PIF POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) “POSIBILITAR LA TRANSFORMACIÓN NEUTRA EN CARBONO DE LA CADENA INDUSTRIAL DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN CHINA”**

El objetivo es completar el formulario PIF para la aprobación preliminar del proyecto por parte del donante, el Fondo Ambiental Mundial (GEF por sus siglas en inglés). El proyecto persigue realizar un análisis exhaustivo de la cadena industrial del vehículo eléctrico en China para avanzar en su descarbonización.

## **REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO “SUSTAINABLE TRANSPORTATION PROJECT THROUGH THE SHIFT TO ELECTRIC MOBILITY IN JAMAICA”**

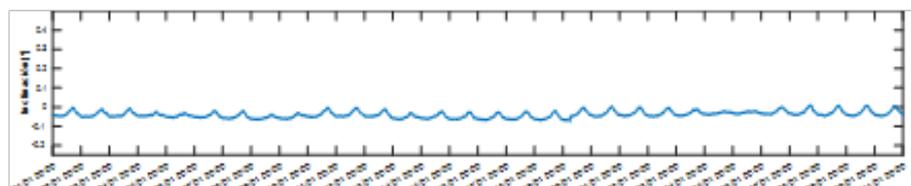
El objetivo de este convenio con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) es la revisión y actualización de un proyecto de movilidad eléctrica en Jamaica, que fue aprobado en 2021 por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), pero que el gobierno de Jamaica no ha empezado todavía a ejecutar por diversas razones. La revisión debe identificar las barreras que han impedido comenzar el proyecto y plantear alternativas a las actividades inicialmente previstas para asegurar su factibilidad, carácter innovador y adaptación a las condiciones del país. Durante 2024 se mantuvieron entrevistas virtuales con las principales instituciones internacionales activas en proyectos de transporte en Jamaica (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, cooperación alemana) y se elaboró una alternativa para el proyecto centrada en el desarrollo de un sistema piloto para la recogida, almacenamiento, reutilización y reciclaje de las baterías de litio de los vehículos eléctricos. Esta alternativa deberá ser validada por el gobierno de Jamaica para la posterior preparación de los nuevos documentos del proyecto (indicadores de seguimiento, plan de trabajo y presupuesto).



## PROYECTO DE MONITORIZACIÓN DE FACHADAS DE UN EDIFICIO EN SERVICIO. CALLE MENDEZ ALVARO, N° 3, MADRID” (SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.)

En el desarrollo de este proyecto, se ha diseñado e instalado un sistema de monitorización de las fachadas de un edificio en servicio.

El sistema opera de forma continua midiendo los desplazamientos de la fachada. Así, se han instalado fisurómetros, inclinómetros y acelerómetros, y además se miden las magnitudes ambientales. El sistema es robusto, multisensor (todos los sensores son de última generación, elevada precisión y resolución tanto en frecuencia como en tiempo) y con capacidad para la generación de alarmas en el caso de medidas anómalas. El servicio de monitorización se renovó con fecha del marzo del 2023 durante 18 meses más.



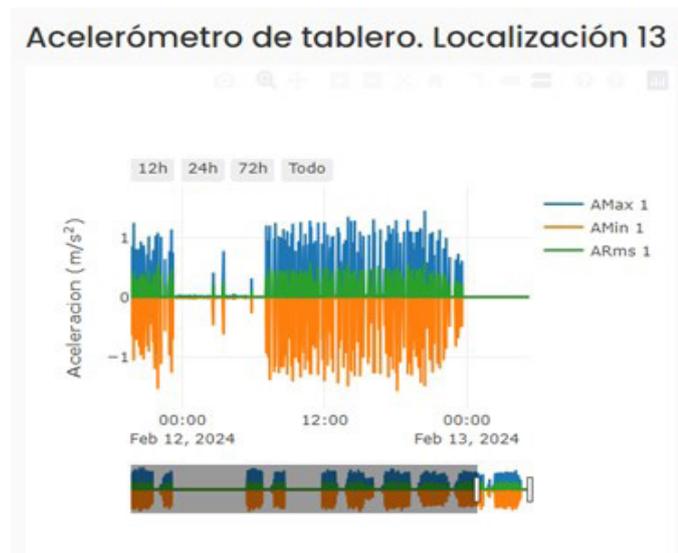
*Punto de medida con fisurómetro, inclinómetro y sonda de temperatura y humedad. Evaluación temporal de la inclinación de la fachada*

## AUSCULTACIÓN DEL VIADUCTO SOBRE EL RÍO BLANCO: CARACTERIZACIÓN DINÁMICA Y MONITORIZACIÓN (RETINEO INGENIERIA, S.L.U.)

En este trabajo se ha realizado el análisis dinámico de un viaducto de 12 vanos de la LAV Madrid-Barcelona y se han estimado sus propiedades modales, que aportan información clave sobre su comportamiento estructural. A partir del estudio dinámico se han extraído conclusiones tanto del viaducto de forma global y como de sus tendones de postestado situado en el interior de cajón. Además, se han realizado mediciones transitorias antes el paso de trenes y se ha caracterizado un tendón durante el proceso de tesado.

Por otro lado, se ha instalado un sistema de monitorización continuo y desarrollado un sistema de auscultación de no destructiva de tendones.

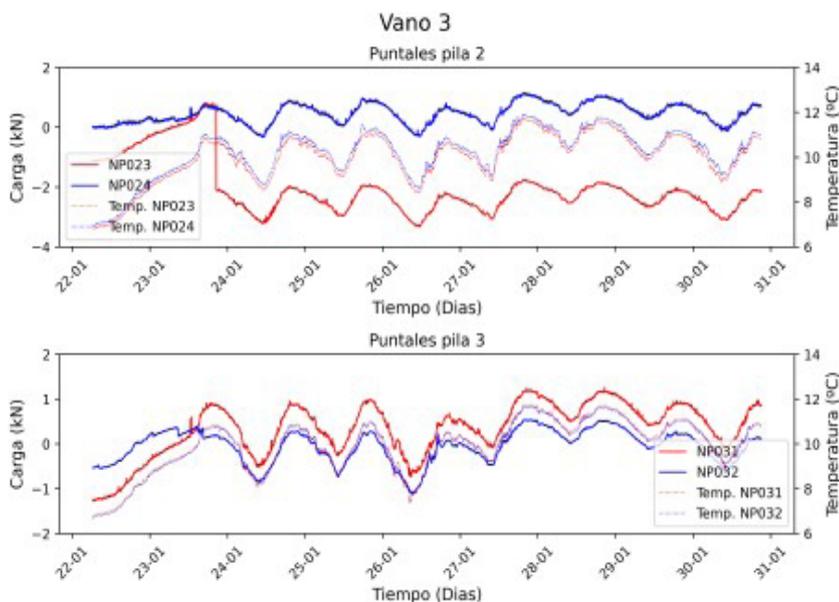
El sistema de monitorización continuo continúa en funcionamiento, los datos se están visualizando en una página web. El servicio se mantendrá hasta agosto del 2025.



*Imagen. Modos de vibración del cajón. Puntos de medida en tendones*

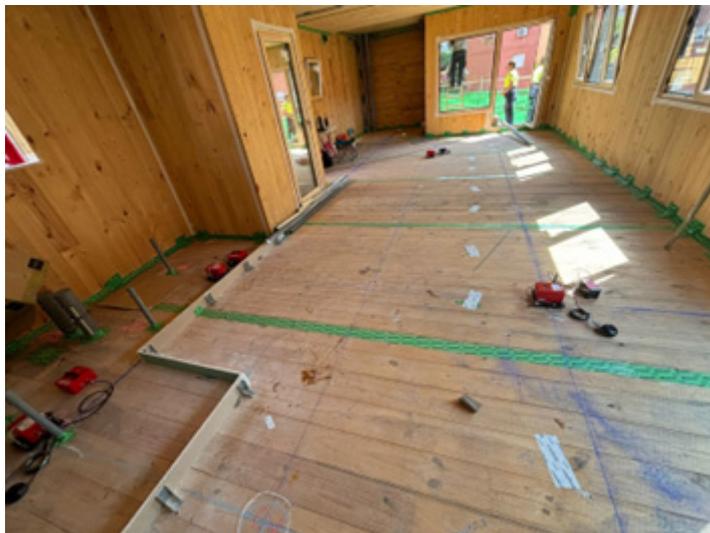
## SERVICIO DE MONITORIZACION ESTRUCTURAS DEL VIADUCTO DE TREMOR (LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.)

Dentro de este convenio se han planteado diversos trabajos relacionados con la monitorización estructural del viaducto de Tremor. Entre ellos se ha instalado un sistema de acelerometría en tendones externos de postesado que estima de forma continua la carga de los tendones y evalúa la integridad estructural de los mismos. Además, se monitorizan los puntales instalados dentro del mismo evaluando la evolución de los mamparos. Finalmente se ha monitorizado la prueba de carga dinámica.



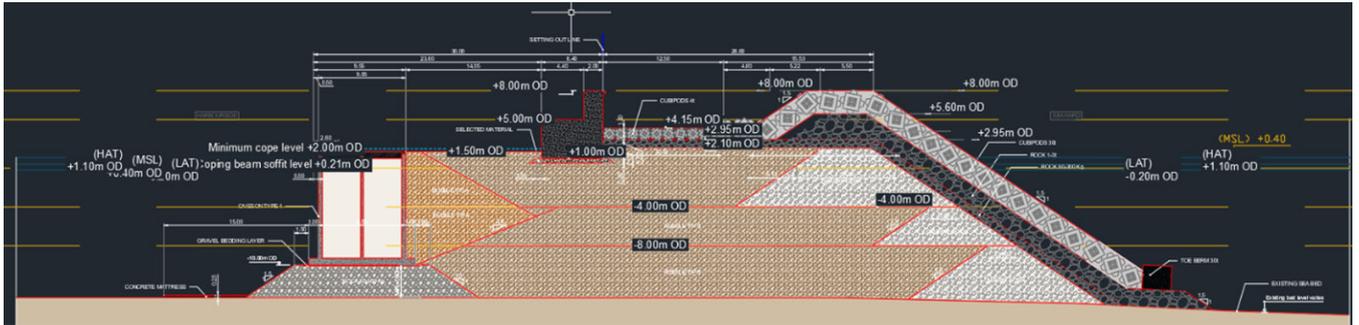
## AUSCULTACIÓN DINÁMICA Y ANÁLISIS DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE VIBRACIONES EN FORJADOS DE MADERA CLT DEL EDIFICIO TOMÁS BRETÓN EN ARGANZUELA (MADRID) (WOODEA, S.L.)

Dentro de este convenio se han llevado el análisis dinámico completo de dos forjados de madera y se analizó el estado límite de servicio de vibraciones de todos ellos. Actualmente se está trabajando en el procesado de los datos y en la extracción de conclusiones sobre los mismos.



## PHYSICAL MODEL TESTS (2D & 3D) FOR THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL BEHAVIOUR OF A BREAKWATER, EASTSIDE GIBRALTAR PROJECT MARINA (ROVER MARITIME, S.L.)

El objetivo de la investigación es la realización de ensayos en modelo físico 2D a escala 1:40 y 3D, a escala 1:50, con semejanza Froude y oleaje espectral J, con parámetro de apuntamiento 3.3 que permitan valorar el comportamiento estructural y funcional del dique de abrigo de la explanada Este de Gibraltar (Eastside Gibraltar Project Marina). Estos ensayos se realizan en las instalaciones del Laboratorio de Puertos y Costas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. La sección tipo de dique es en talud con manto de piezas en una sola capa de “cubípodos”. En la figura 1 se muestra un ejemplo de la sección tipo de proyecto.



En la figura 2 se muestra el dique rompeolas de piezas especiales a escala en el tanque y la sección de este en el canal junto con el tipo de pieza ensayada (cubípodo) y diferentes imágenes de ensayo en 3D.



## ASESORÍA GEOTÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN EXPERIMENTAL PARA ENSAYOS DE ROTURA DE PRESAS DE GRAN TAMAÑO EN COLA DEL EMBALSE DE LAVERNÉ EN EJEA DE LOS CABALLEROS (ZARAGOZA) (ACIS INNOVACIÓN + INGENIERÍA, S.L.)

El estudio caracteriza los diferentes niveles geotécnicos del subsuelo y propone una serie de parámetros para el diseño de la infraestructura tales como:

- Tensión admisible de los niveles de cimentación.
- Los asentamientos previsibles de la cimentación.
- Módulo vertical de balasto para el diseño de losas
- Parámetros de cálculo para el cálculo de los empujes del terreno sobre los elementos de contención.
- Parámetros de cálculo propuestos para el cálculo de los taludes de desmonte y coeficientes de seguridad exigibles frente al deslizamiento.
- Taludes de excavación recomendados en situación provisional y definitiva.



## ESTUDIO FOTOGRAMÉTRICO CON RPAS PARA LA GENERACIÓN DE ORTOFOTO Y MODELO DE REALIDAD DE LA PRESA DE GASSET, FERNÁN CABALLERO (CIUDAD REAL)

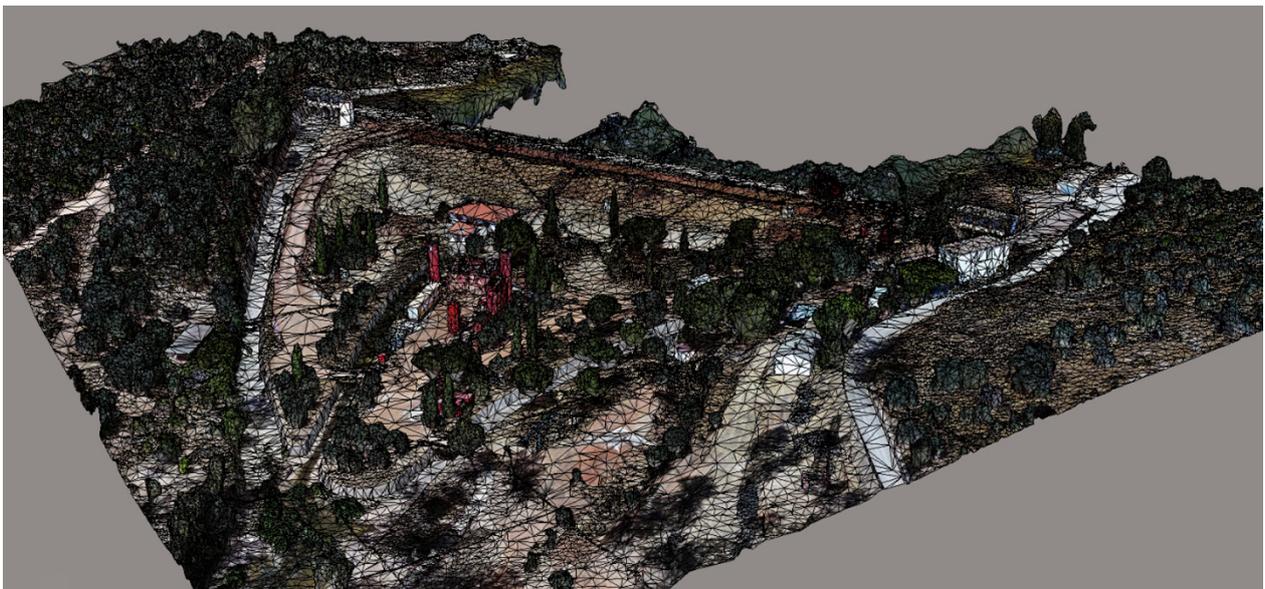
El objeto de este trabajo es la obtención de una ortofoto georeferenciada y una malla de realidad de la presa del Gasset y sus inmediaciones. Estas representaciones han de capturar tanto la presa como sus elementos de desagüe y las obras de mejora que actualmente se están realizando.

La ortofoto es una representación fotográfica de una zona de la superficie terrestre corregida mediante software específico para que todos los elementos tengan la misma escala, libre de errores o deformaciones intrínsecos a las propias imágenes fotográficas. Esta representación está además georeferenciada.



*Ortofoto de la Presa de Gasset*

La malla de realidad es una representación tridimensional interactiva, igualmente a escala, libre de deformaciones y georeferenciada. Es una representación geométrica y fotorealística con un alto nivel de precisión (del orden de 2 cm).



*Malla de Realidad de la Presa de Gasset*

## **DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE PROYECTOS EN PANTALLAS CONTINUAS.**

El objetivo del proyecto es el diseño, creación e implementación de un software capaz de automatizar el armado de pantallas continuas. El programa será capaz de leer archivos con los resultados numéricos de los cálculos de armado para, tras la aplicación de algoritmos internos, generar planos CAD de armadura en diferentes proyecciones y secciones y tablas de despiece y mediciones de cuantías, todo ello necesario para la construcción y puesta en obra de las jaulas de armado de las pantallas continuas en contenciones y cimentaciones

## **INVESTIGACIÓN “OPTIMIZACION DEL CAPEX DE LAS AUTOPISTAS DEL PROYECTO ALONSO”**

Este contrato consiste en desarrollar una metodología para el análisis de Datarooms en procesos de compra de activos concesionales de carreteras. El objetivo de la metodología es elaborar un plan de mantenimiento de pavimentos a lo largo de la vida del activo. Para ello, se consideran diversos aspectos como la información disponible, los condicionantes específicos de cada contrato, la práctica local así como los criterios internos del cliente.

## **INVESTIGACIÓN SOBRE EL ESTADO TENSIONAL DE PRESAS DE ESCOLLERA CON PANTALLA DE HORMIGÓN. APLICACIÓN DE LA PRESA DE LOS MACHOS (RIEGOSUR, S.A.)**

La investigación está orientada a la comprensión del estado tensodeformacional de presas de pantalla de hormigón, considerando las Normas Técnicas de Seguridad de Presas y Embalses y todos los tipos de acciones posibles -incluidas las sísmicas- en situaciones normales, accidentales y extremas. Se ha analizado como caso de estudio la presa de Los Machos. Presa de la citada tipología, de 30,5 m de altura; que se ha seleccionado porque recientemente ha sido sometida a obras de mejora integral de la seguridad, habiéndose realizado ensayos que han permitido caracterizar la zonificación y materiales que componen el cuerpo de presa. Al tiempo, la normativa sísmica desde la época de su construcción (1985-1987) también ha evolucionado, siendo la zona de ubicación de la misma, un área para la que la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas (1967) con cuya base se proyectó no prescribía la consideración de acciones sísmicas; cuando las normativas actuales si lo precisan. Las tensiones de compresión máximas se localizan en el pie de aguas arriba son moderadas y compatibles con la resistencia de la pantalla; mientras que las tensiones de tracción máximas se ubican en la parte superior de la pantalla, son inferiores a la resistencia a tracción de la losa, por lo que se descarta fisuración; únicamente en la situación de sismo extremo (periodo de retorno de 10.000 años) se alcanzan valores superiores, comprobándose en este caso que la junta horizontal dispuesta en el contacto con el pretil elimina la conexión con la pantalla y permite el movimiento entre ambos.



## **CONTRATO DE SERVICIOS PARA EL APOYO A LA REDACCIÓN DE NORMATIVA EN EL MARCO DEL TC 250/SC1/WG3 Y DEL TC 256/WG10/SC3 DEL CEN EN LA AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD FERROVIARIA (AESF)**

Este proyecto se desarrolla por parte de personal investigador de la Escuela de Ingenieros de Caminos a través de la Fundación Agustín de Betancourt. El objetivo es participar en reuniones y actividades de desarrollo y actualización de normativa europea de relevancia para el sector de la infraestructura ferroviaria, a través de las instituciones citadas: 1) Comité Europeo de Normalización (CEN) y 2) Agencia Europea de Ferrocarriles (ERA, European Union Agency for Railways).

El trabajo de apoyo ha consistido por una parte en la participación en dichas reuniones, informando y asegurando que se considera la situación española, y emitiendo opiniones en las mismas. Adicionalmente y de manera importante en muchos casos ha exigido un trabajo de investigación por parte de los expertos involucrados, para redactar propuestas, analizar documentos, emitir informes y proponer partes importantes de dicha normativa. Asimismo, hemos redactado parte de las normas e informes desarrollados en los grupos europeos. Este trabajo, así como las posiciones y las propuestas concretas aportadas, ha sido puesto en común y consensuado con el personal correspondiente de la AESF, así como con el grupo “espejo” conformado a nivel español por la AESF para normativa con la participación de otros expertos del sector ferroviario y de la ingeniería estructural.

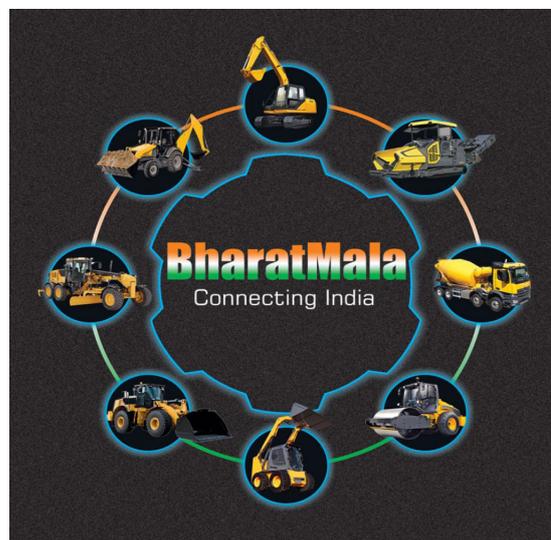
## **DISEÑO Y DESARROLLO DEL MODELO DE PROGNOSIS DE DEMANDA DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED VIARIA COMPETENCIA DEL GOBIERNO FEDERAL INDIA DENTRO DEL PROGRAMA BHARATMALA PARIVIJANA PHASE 2**

El objeto de la investigación consistió en un asesoramiento continuo dentro del Plan Nacional de Carreteras (Bharatmala Pariyojana Phase 2), que preveía la creación de varios miles de kilómetros de nuevas autopistas de peaje para hacer frente a los esperados crecimientos del tráfico asociados a la rapidísima evolución de la motorización en un país de más de 1200 millones de habitantes.

El punto de partida fue la identificación de los datos necesarios, en un contexto de información disponible de escasa calidad, dispersa y heterogénea. A partir de los pagos electrónicos de una muestra de decenas de miles de vehículos en peajes existentes, mayoritariamente en sistemas abiertos, se pudieron obtener matrices semilla de vehículos ligeros. Para mercancías se aprovechó la existencia de obligatoriedad de declaración, por motivos fiscales, del transporte realizado. En paralelo, fue necesario desarrollar un método para modelizar el comportamiento del tráfico de pasajeros y mercancías del modo ferroviario, particularmente de los Dedicated Freight Corridors, existiendo corredores en los que la cuota ferroviaria era muy elevada. Las matrices resultantes fueron calibradas

posteriormente mediante técnicas de máxima verosimilitud gracias a los aforos de los propios peajes y otros complementarios realizados ad hoc, obteniendo matrices origen destino nivel de distrito, que fue necesario subdividir mediante particiones virtuales para conseguir granularidad adecuada a la densidad de la red viaria.

Se tantearon modelizaciones de la red mediante grafos que tuvieran en cuenta las pendientes gracias a un sistema de digitalización del terreno, aunque el volumen de información disponible impidió su desarrollo completo. Finalmente, se procedió a asignación con restricción de capacidad en diferentes escenarios y horizontes para seleccionar las actuaciones de mayor prioridad.



## IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS CARACTERÍSTICOS DE LOS SERVICIOS INTERURBANOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

El objeto de la investigación fue la caracterización de los atributos del transporte público colectivo en autobús en el ámbito metropolitano de Madrid. Para ello se partió de la identificación de diversas fuentes abiertas siendo el Observatorio de la Movilidad Metropolitana la que mejores informaciones ofreció, que fue completada por otras fuentes nacionales e internacionales.

Mediante una comparación sistemática con otras áreas metropolitanas españolas comparables (Barcelona, Valencia, Málaga y Sevilla) y, en menor medida, de otras áreas metropolitanas europeas, se pudo obtener una caracterización de los principales atributos desde el punto de vista de la eficacia, de la eficiencia y del impacto ambiental.

## **MODELIZACIÓN DE LA DEMANDA DE VARIOS APARCAMIENTOS EN LAS CIUDADES DE MADRID Y SEVILLA**

El objeto de la investigación consistió en el desarrollo de un método completo de pronóstico de demanda de aparcamientos de diversos tipos (rotación y residentes). Para ello se puso a punto un sistema de toma de datos estadísticos (superficie edificada por tipos, población por secciones censales, etc.) y de datos primarios, incluyendo aforos, inventarios y encuestas.

A partir de las muestras obtenidas se calibraron diversos modelos que tenían en cuenta la elección de lugar de estacionamiento en función del precio y de la distancia al destino final. La formulación que se mostró más adecuada fue del tipo logit, desarrollando un algoritmo de limitación de ocupación por saturación.



## **CAMPAÑA DE AUSCULTACIÓN NO DESTRUCTIVA DE SEGUIDORES SOLARES A PARTIR DE SU RESPUESTA DINÁMICA (MC2 ESTUDIO DE INGENIERIA, S.L.)**

En este proyecto se ha desarrollado una metodología para evaluar la salud estructural de los seguidores solares de una planta fotovoltaica mediante mediciones dinámicas e identificación modal de sus propiedades. Para ello, se ha desarrollado un sistema de monitorización a medida, con procesamiento de los datos para la obtención de informes automatizados en tiempo real de la respuesta dinámica de cada seguidor. Con todos esos informes se ha realizado un estudio estadístico los elementos que se desvían del comportamiento medio indicando su posible daño.

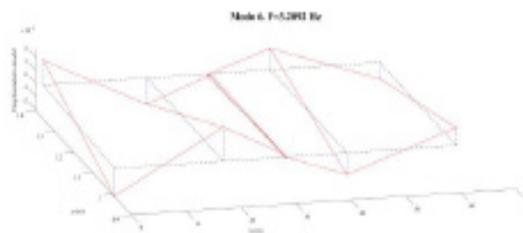
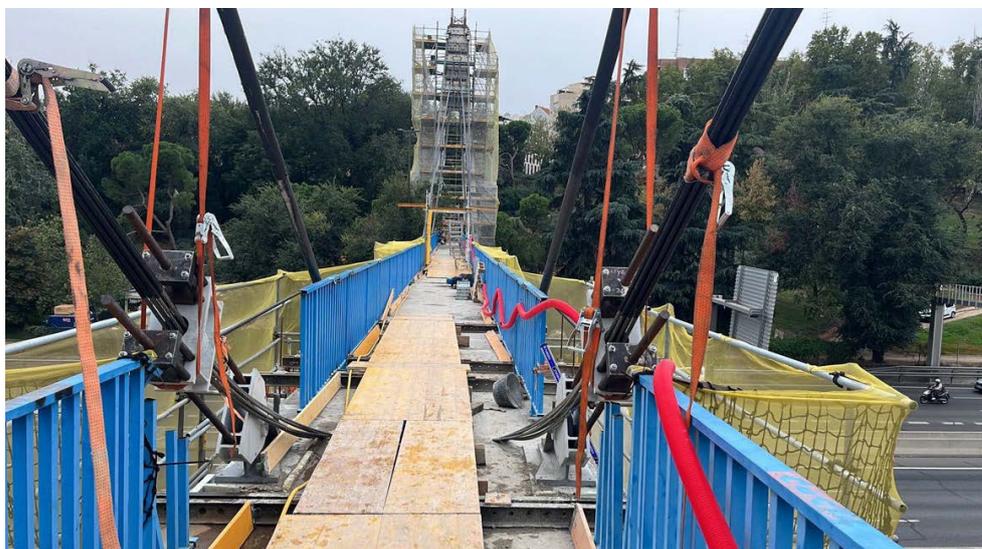
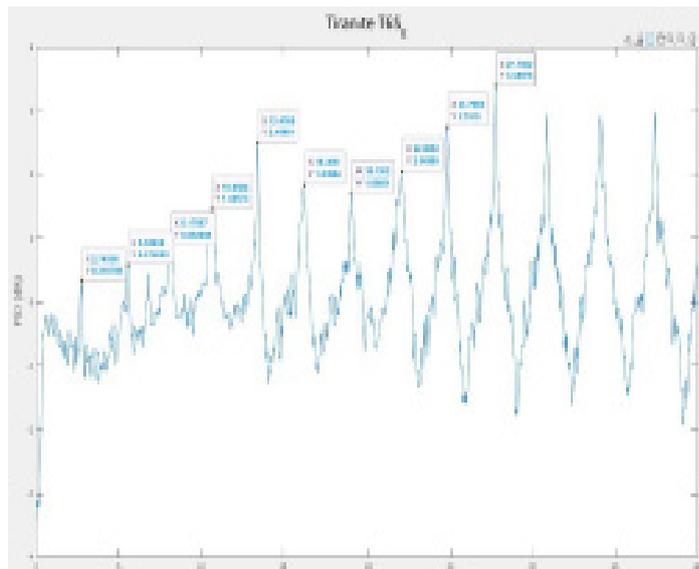


Figura 20: Medida de placa en seguidor C2A538. Modo 6

## MONITORIZACIÓN DE LA PASARELA DE MARQUÉS DE ZAFRA (UTE PASARELA MARQUÉS DE ZAFRA)

En este trabajo se ha diseñado el sistema de monitorización de obra y permanente utilizado en la rehabilitación de la Pasarela de Marqués de Zafra sobre la M30 de Madrid. Sobre ella se realizan medidas dinámicas en cada uno de los 20 tirantes durante todo el proceso de sustitución de estos y en la fase de monitorización permanente posterior a la rehabilitación, determinando la fuerza de cada uno de ellos a lo largo del tiempo. Este estudio se lleva a cabo junto con medidas estáticas de desplazamiento longitudinal y vertical del tablero, las condiciones meteorológicas y la identificación modal del tablero de forma continua. El sistema cubre todos los aspectos de la monitorización desde el proyecto, elección e instalación de sensores hasta la visualización de resultados en una plataforma donde se pueden fijar alarmas.

En la actualidad se han realizado medidas de identificación de la estructura y los tendones además de un seguimiento del comportamiento de la estructura durante la parte ya realizada de la rehabilitación.



En colaboración con el **Centro Tecnológico de Acciona Construcción**, estamos participando en diversos proyectos de investigación liderados por esta empresa, entre los que caben destacar los siguientes:

## CONSTRUCCIÓN DE AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID. TRAMO PLAZA ELÍPTICA - CONDE DE CASAL

Durante el desarrollo del proyecto, el sistema de información geográfica (GIS) ha sido una herramienta clave en distintos ámbitos técnicos:

- Inventario de edificios afectados: Se ha desarrollado una capa geoespacial detallada que identifica y clasifica los inmuebles potencialmente afectados por la traza del túnel y las obras auxiliares. Esta información ha facilitado la planificación de medidas de mitigación y comunicación con los propietarios.
- Ordenación urbana: El GIS ha permitido integrar datos urbanísticos y normativos para evaluar la compatibilidad del proyecto con los planes generales, usos del suelo y servidumbres existentes. Esto ha sido esencial para optimizar el trazado y minimizar el impacto urbano.
- Inventario de áreas de ocupación temporal: Se han delimitado y catalogado las zonas requeridas para instalaciones de obra, acopios y accesos, evaluando su impacto sobre el entorno urbano y proponiendo alternativas con menor afectación.
- Cálculos de distancias entre edificios y el túnel: Utilizando modelos 3D y análisis espaciales, se ha calculado la distancia mínima entre la bóveda del túnel y las cimentaciones de edificios colindantes, información crucial para los estudios geotécnicos y de seguridad estructural.



## SANDBUKTA – MOSS – SÅSTAD RAILWAY LINE

El GIS ha sido utilizado como herramienta de soporte para el seguimiento temporal y espacial de la calidad del agua en distintos puntos de control distribuidos a lo largo del trazado de la obra. A través de la integración de datos analíticos recogidos periódicamente, se han monitorizado concentraciones de metales pesados como plomo, cadmio o arsénico, permitiendo visualizar su evolución en mapas temáticos. Esta información ha facilitado la detección temprana de anomalías, el análisis de tendencias durante las distintas fases constructivas y la toma de decisiones correctivas en zonas críticas, garantizando el cumplimiento de los parámetros ambientales establecidos.



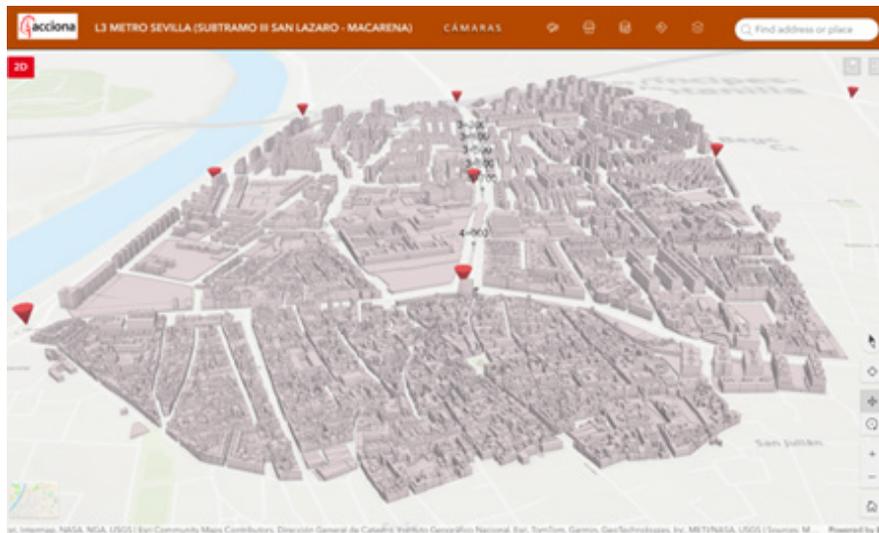
## ACCESO AL PUERTO DE EL MUSSEL DESDE EL ENLACE DE LA PEÑONA POR EL VIAL DE JOVE. PROVINCIA ASTURIAS

Realización de un StoryMap presentando el estudio previo del proyecto, integrando información clave sobre los servicios afectados (redes de saneamiento, electricidad, telecomunicaciones, etc.), así como la aplicación del plan de tráfico diseñado para minimizar el impacto durante las obras. Incluye además un reportaje fotográfico georreferenciado del estado inicial de la zona de intervención, proporcionando un soporte visual para la toma de decisiones. Finalmente, se introduce el enfoque de ejecución BIM, destacando los procesos de coordinación, modelado y control de obra vinculados a los datos geoespaciales desde las fases iniciales del proyecto.



## LINEA 3 DEL METRO DE SEVILLA. TRAMO NORTE: PINO MONTANO-PRADO DE SAN SEBASTIÁN. SUBTRAMO III: SAN LÁZARO-MACARENA

En el marco de una licitación para un proyecto urbano, el GIS se empleó como herramienta central para el desarrollo de una aplicación interactiva que integra cámaras de tráfico en tiempo real, permitiendo visualizar el estado de circulación en zonas críticas del ámbito de actuación. Paralelamente, se implementó un servicio geoespacial de localización de viviendas afectadas, que facilita la identificación, clasificación y seguimiento de los inmuebles impactados por las obras. Esta solución GIS combinó análisis espacial, datos en tiempo real y cartografía temática para apoyar la toma de decisiones técnicas y mejorar la transparencia informativa de cara a administraciones y ciudadanía.



## GIS2: LINEA 11 METRO DE MADRID

El objetivo es realizar una prueba de concepto en la que se apliquen los sistemas de información geográfica para elaborar la línea base del contexto social de un proyecto concreto: la ampliación de la línea 11 de metro en Madrid.

GIS2 es una propuesta presentada a los FATDA cuyo objetivo es utilizar sistemas de información geográfica (GIS) para la centralización de una plataforma de información para la gestión del impacto social (GIS). Es una iniciativa presentada por el departamento de sostenibilidad y la unidad BIM/GIS de construcción.



## INVESTIGACIÓN DE RECICLADO DE MATERIALES COMPUESTOS

Estas tareas incluyen el apoyo en actividades de caracterización y análisis del comportamiento de los materiales compuestos, tanto antes de su entrada al proceso de reciclado y durante las diferentes etapas del proceso de reciclado térmico. Después, se evalúa la calidad de las fibras tras el tratamiento térmico para estudiar sus propiedades e identificar potenciales aplicaciones en diversos sectores como sector de la construcción y transporte, entre otros. Por último, se realiza una transformación de las fibras recicladas empleando métodos diversos como procesos de corte, molienda y aplicación de recubrimientos para adaptarlas a diferentes métodos de fabricación de materiales compuestos.

El objetivo general de estos trabajos en la reincorporación de estos materiales en la cadena de suministro de los composites, reduciendo el uso de materiales vírgenes y fomentando la circularidad, lo cual contribuye a mejorar la sostenibilidad del sector.

Estos trabajos se complementan con la participación en proyectos subvencionados europeos de la misma temática (REFRESH, ROB4GREEN, REDOL, etc).

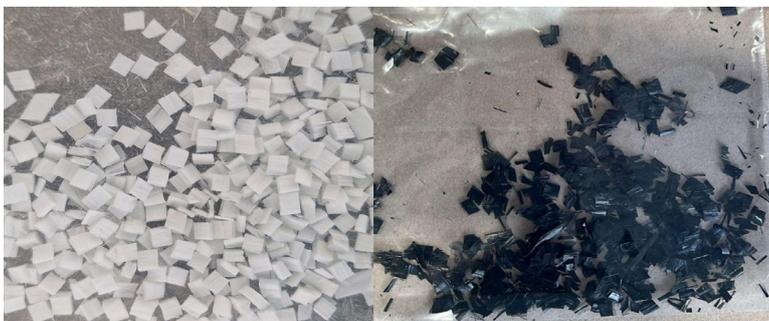
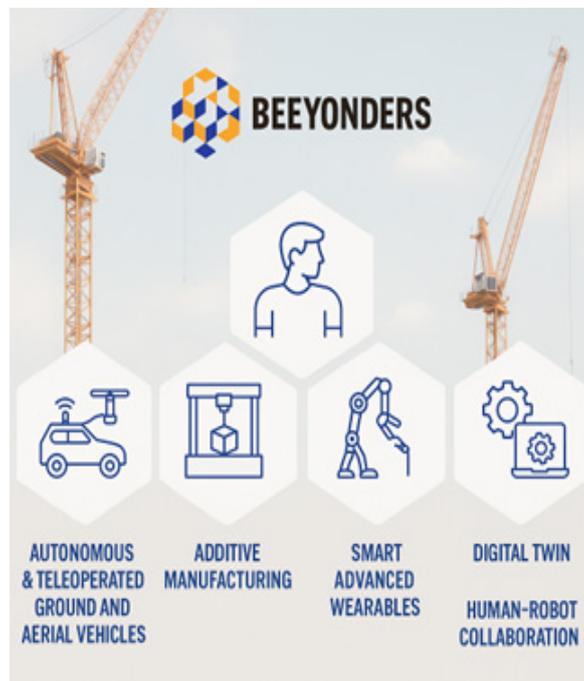


Figura 1. Fibras recicladas para su procesado mediante extrusión con polímeros: vidrio (izqda) y carbono (dcha)

## PROYECTO BEEYONDERS

El proyecto europeo BEEYONDERS es una iniciativa estratégica para impulsar la competitividad del sector europeo de la construcción mediante la integración de tecnologías avanzadas como la robótica, la inteligencia artificial y la digitalización. En este marco, se han celebrado dos reuniones de seguimiento del proyecto —en Génova y Lyon— en las que se presentaron todos los avances del proyecto, desde el desarrollo tecnológico hasta la preparación de los demostradores. Se han llevado a cabo tareas clave de gestión y coordinación entre socios, seguimiento de hitos, preparación de entregables y organización de estas reuniones.

El trabajo se ha centrado en el caso de uso de construcción de túneles, cuyo objetivo es demostrar una solución innovadora para intervenir de forma autónoma justo después de una voladura en ejecución de túneles mediante explosivos, evitando tiempos improductivos y mejorando la seguridad laboral. Aunque durante 2024 aún no se han realizado pruebas reales en el túnel de la Fundación Santa Bárbara (León, España), se ha trabajado intensamente en la planificación del entorno de demostración, la definición de procedimientos operativos y la integración de tecnologías desarrolladas. Este caso de uso integra drones y maquinaria autónoma, coordinados mediante una plataforma digital en tiempo real, para optimizar la eficiencia y seguridad en condiciones extremas de baja visibilidad y sin cobertura GPS.



## HUMANTECH.-LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CENTRADAS EN LAS PERSONAS

Este proyecto está dirigido a un nuevo concepto de robots colaborativos más seguros para que los trabajadores estén cerca durante la tarea en el ámbito de la construcción, ya que a menudo tienen mecanismos integrados para una parada segura cuando se detecta una colisión antes de que se produzcan daños graves a un trabajador o a la propiedad.

El proyecto HUMANTECH prevé el uso de 3 campos tecnológicos en apoyo a los trabajadores de la construcción en tareas físicas:

- 1) Robots dotados de visión e inteligencia.
- 2) Equipos inteligentes de apoyo y protección para trabajadores (exo esqueletos).
- 3) Gafas XR para orientar en la realización de tareas.



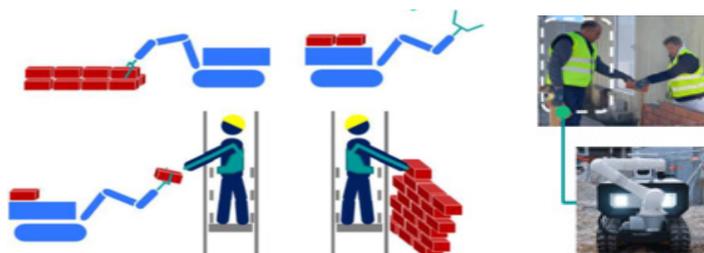
Esta tecnología permite que trabajadores y robots compartan la tarea y la ejecuten juntos al mismo tiempo.

La tecnología robótica puede contribuir a:

- Ejecución de tareas de apoyo (p. ej., entrega de ladrillos) que permiten al trabajador concentrarse en tareas de más interesantes.
- Ejecución de tareas físicamente difíciles (por ejemplo, mover cargas pesadas).
- Ejecución

La robótica colaborativa e interactiva permite que:

- Los trabajadores puedan trabajar de forma segura cerca de los robots.
- Los trabajadores puedan usar un lenguaje normal y gestos intuitivos para dar comandos simples a los robots, sin necesidad de conocimientos avanzados de robótica.
- Los trabajadores entienden el comportamiento del robot y se sienten cómodos trabajando con robots.
- Los robots se comportan de manera predecible.



*Esquema de las primeras pruebas realizadas en los demos de proyecto.*

Durante 2024 se llevaron a cabo nuevas reuniones en obra con trabajadores y técnicos de la construcción para finalizar de definir las tareas de albañilería que se iban a probar en los demos definitivos del proyecto, comprobando que la tecnología desarrollada se adapta a las tareas físicas realizadas por los operarios sobre entornos reales de construcción.



*Labores de albañilería y construcción de muros en entorno real.*

A finales del año 2024 el proyecto realizó las pruebas finales en las instalaciones de Acciona probando los robots que se usarían tanto de manera autónoma como mediante el manejo remoto por trabajadores instruidos previamente en el uso de los brazos mecánicos desarrollados, los cuales facilitaron notablemente las tareas realizadas evitando la afección física de dichos trabajadores. Estas pruebas resultaron satisfactorias según lo esperado por los requisitos iniciales del proyecto HUMANTECH.



*Pruebas definitivas de los robots llevando a cabo reparación de juntas en losas de hormigón de manera autónoma y de controlada remotamente por un trabajador previamente instruido en el manejo del sistema*

## **CLARION “CLIMATE RESILIENT PORT INFRAESTRUCTURE”**

El cambio climático ha modificado significativamente los patrones meteorológicos, provocando daños en infraestructuras esenciales y generando riesgos de mayor alcance en los principales puertos. El proyecto CLARION busca enfrentar estos desafíos mediante la investigación y el desarrollo de soluciones y enfoques, que fortalezcan la resiliencia climática y promuevan la sostenibilidad de las infraestructuras portuarias en Europa. Coordinado por la Universidad Técnica de Delft (TU Delft), está financiado por el Programa Horizonte Europa, y cuenta con la participación de 20 entidades de 11 países europeos entre las que se encuentra ACCIONA Construcción, y que incluye puertos clave como Róterdam, Amberes-Brujas, Hamburgo y Constanza, que en conjunto manejan más del 35% del tráfico de contenedores en Europa.

Entre las principales líneas de trabajo del proyecto se encuentran la implantación de muelles inteligentes, el uso de sensores para evaluar el estado de las infraestructuras, y la recuperación de sedimentos dragados. Además, CLARION impulsa la creación de un Ecosistema de Innovación Abierta que facilite la colaboración internacional entre puertos y otros agentes clave del sector, promoviendo así un enfoque colectivo y coordinado para afrontar los retos climáticos. Durante el 2024 primer año de proyecto, ACCIONA ha estado colaborando estrechamente con el puerto de Róterdam en el diseño y desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza, que incluyen su seguimiento ambiental y su contribución a la biodiversidad marina. Asimismo, la compañía ha dado soporte en el estudio para poder tratar y estabilizar los materiales obtenidos de dragados portuarios, con el fin de darles un nuevo uso en aplicaciones de valor añadido en el sector de la construcción.



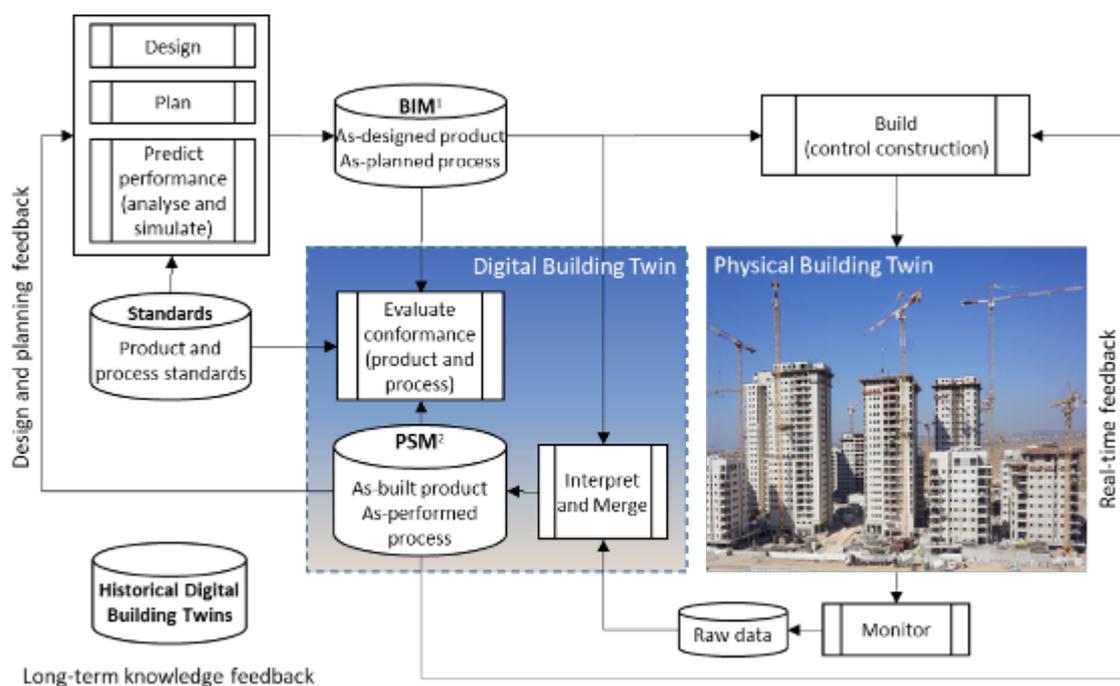
*Puerto de Róterdam. Uno de los demostradores de proyecto que será sometido a diferentes fases de investigación y pruebas para perfeccionar las herramientas y estrategias de resiliencia a implantar.*

## BIM2TWIN

Durante el 2024 se ha finalizado el proyecto BIM2TWIN. Este fue un proyecto dentro de la temática “Digital Building Twins” perteneciente a la llamada “H2020-NMBP-ST-IND-2020” cuyo objetivo era desarrollar una metodología basada en la tecnología BIM y su integración con herramientas de simulación física para mejorar la toma de decisiones relativas al diseño, construcción y gestión de terminales intermodales mediante el uso de un gemelo digital. Con ello se buscaba la optimización desde un punto de vista holístico, teniendo en cuenta la eficiencia energética y la sostenibilidad medioambiental, los costes, la gestión y el mantenimiento de las instalaciones y el rendimiento logístico y de movilidad, tanto dentro como fuera de la terminal.

El BIM2TWIN fue un proyecto de investigación con el objetivo de desarrollar una solución técnica que incluyese una serie de herramientas para monitorizar el proceso de construcción en una obra, centrándose en el proceso de monitorización, evaluando la calidad de la construcción, evaluando y registrando la seguridad y protección de los trabajadores y la optimización del uso del equipamiento, que debía evaluarse en entornos relevantes.

El papel principal del departamento de edificación sostenible consistió en la coordinación de las tareas de demostración dentro del proyecto. Fueron tareas que se extendieron a lo largo del proyecto y en las que hubo que diseñar y planificar las rondas de demostración de los desarrollos técnicos del proyecto. Estas demostraciones buscaron acercar al usuario a las funcionalidades propuestas para que pudieran dar su opinión acerca de lo desarrollado, y ver si cumplían con sus expectativas.



<sup>1</sup>BIM – Building Information Model

<sup>2</sup>PSM – Project Status Model

## PROBONO

Probono es un proyecto perteneciente a la llamada "H2020-LC-GD-2020-7. Restoring biodiversity and ecosystem services" enfocado en la realización de edificios innovadores energéticamente eficientes en barrios sostenibles.

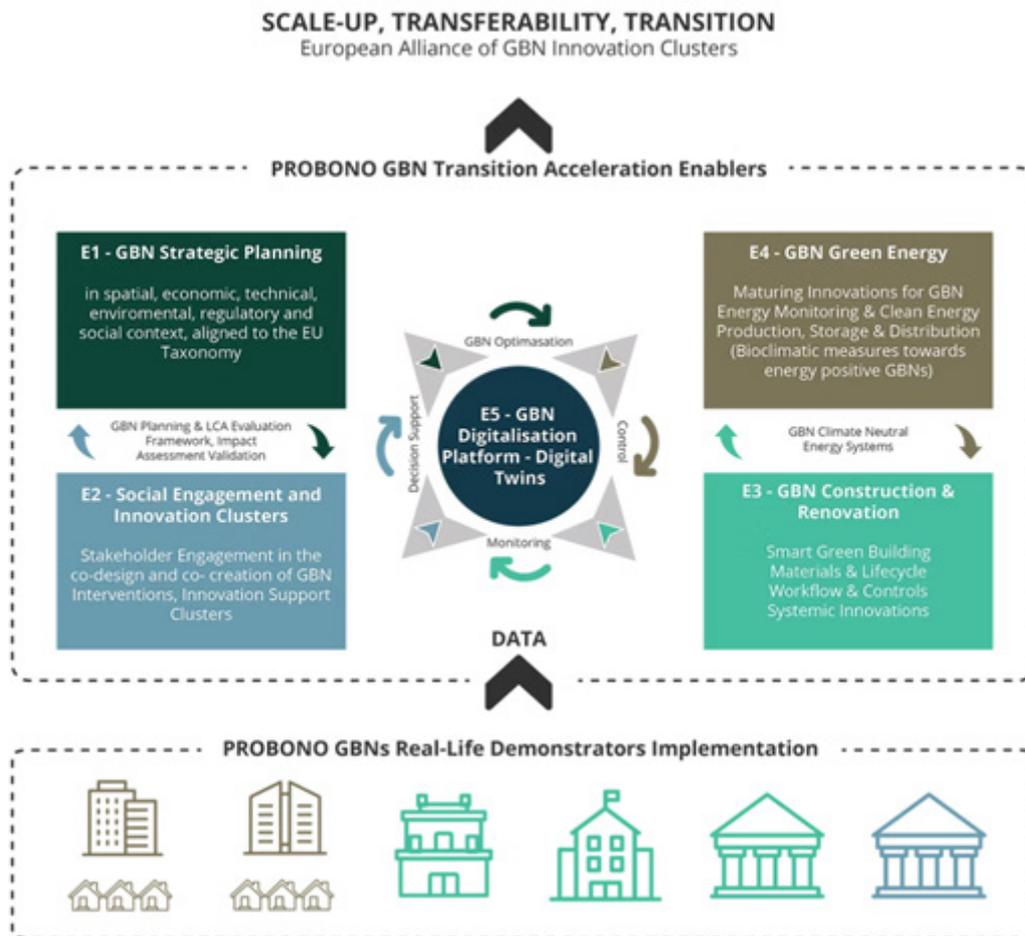
Este proyecto busca proporcionar estrategias de aplicación de innovaciones tecnológicas y sociales dentro de los barrios ecológicos, centrándose en la construcción de infraestructuras y aprovechando la digitalización y las tecnologías inteligentes en beneficio de la sociedad. A través de la participación ciudadana se busca promover las innovaciones y que los propios ciudadanos colaboren en el ecodiseño y en la creación de un barrio sostenible.

El papel que desarrollamos en este proyecto desde el grupo de Edificación Sostenible es de desarrollo de tecnologías para los demostradores, colaborar en el desarrollo de los gemelos digitales para la gestión de la construcción y los materiales o análisis de ciclo de vida (ACV) de diversos materiales y elementos constructivos.

Dentro del caso de uso español, desde Acciona Construcción se van a desarrollar unas mezclas de hormigones bajas en carbono para su uso en las estructuras de hormigón de los edificios incorporando áridos reciclado de la obra, así como un pavimento rodado sostenible en que se utilice parte de asfalto recuperado de la demolición.

## ***Green Building Neighbourhoods***





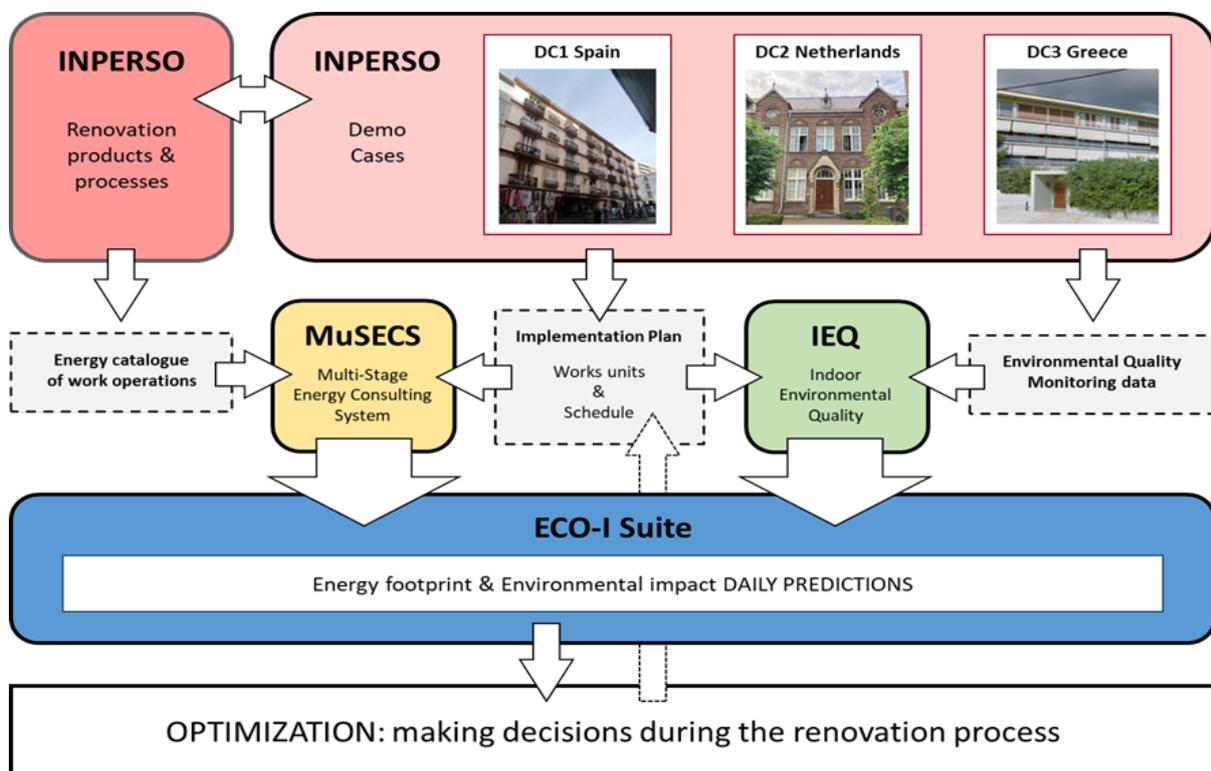
## INPERSO

Inperso es un proyecto perteneciente a la llamada HORIZON-CL5-2021-D4-01 enfocada en el uso eficiente, sostenible e integrador de la energía.

El objetivo del proyecto es el desarrollo de un programa holístico de renovación profunda, abordando todo el ciclo de vida del edificio y combinando la industrialización y la personalización. Se busca ofrecer una solución cercana al mercado que ofrecerá una renovación inclusiva, asequible, eficiente y sostenible adaptable a distintas zonas climáticas y diversas tipologías de edificios, centrándose en edificios residenciales y patrimoniales. Dicha solución incorporará nuevos componentes tecnológicos, aprovechando las ventajas de la prefabricación o impresión 3D reduciendo los tiempos, los costes y mejorando la productividad y la eficiencia. Además, se integrarán soluciones digitales integradas en una plataforma creando una base de datos sólida para armonizar los flujos de información y optimizar los procesos.

El proyecto INPERSO tiene tres demostradores en diferentes países: España, Países bajos y Grecia. En dichos demostradores se pondrán en marcha ambiciosos planes de ampliación y replicación, apoyados por financiación verde y diferentes modelos de negocio, para generar impactos locales y en toda la UE, formando comunidades energéticas y promoviendo el uso sostenible de la energía.

El papel que desarrolla el centro tecnológico dentro del proyecto, desde el punto de vista de una constructora, está centrado en la coordinación de los socios para el desarrollo de una herramienta digital para monitorizar el impacto que suponen las actividades de renovación. Además, realizamos actividades técnicas relacionadas con el cálculo del consumo energético dentro del demostrador español.



## LINEAS DE INVESTIGACIÓN INTERNAS

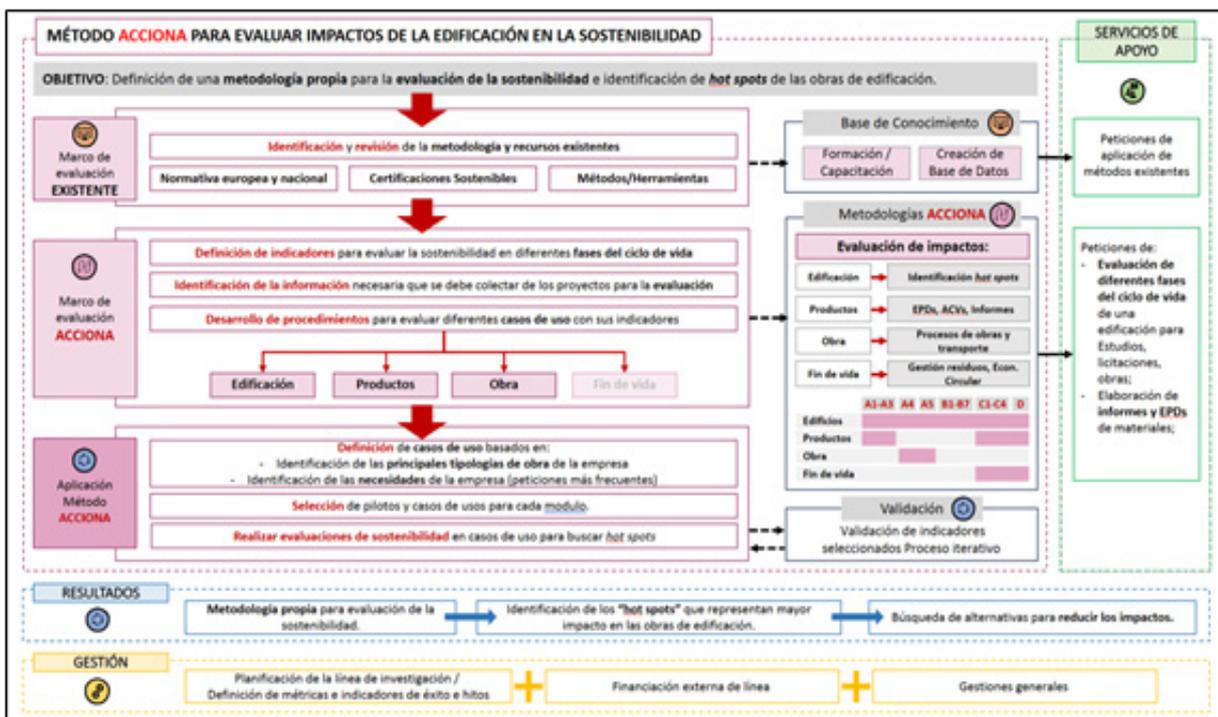
Además de los proyectos financiados, el grupo de Edificación Sostenible desarrolla líneas de investigación internas que buscan dar respuesta a las demandas de la empresa abordando retos importantes en la construcción referente a sostenibilidad y la digitalización. Entre los temas actuales en que está involucrada la FAB, se incluyen acciones para la transformación digital de la empresa en

la gestión de la construcción, la preparación del grupo en sistemas de certificación de edificación sostenibles, la taxonomía europea y el estudio en profundidad del Análisis de Ciclo de Vida.

Desde 2024 se ha comenzado a trabajar a una nueva línea de investigación llamada “Impactos de la construcción en la sostenibilidad”, la cual se dedica en impulsar modelos de construcción más sostenibles. Para esto, es necesario la implementación de un procedimiento de evaluación de la sostenibilidad, basada en herramientas, estándares, y tecnologías que estén alineados con las tendencias de mercado. Por lo tanto, el objetivo de esta línea de investigación es el desarrollo de una metodología propia para la evaluación de la sostenibilidad de proyectos de edificación centrada en impulsar modelos de construcción sostenibles/regenerativos para reducir los impactos asociados a la edificación.

Teniendo en cuenta que los impactos generados en la construcción pueden estar relacionados con cualquier etapa de su ciclo de vida y estos están interconectados, es necesario tener un enfoque holístico en que se analicen los diversos aspectos y etapas de un proyecto, tales como (pero no limitado a) la financiación, el diseño, el funcionamiento y la deconstrucción, por ejemplo.

La meta del 2025 es establecer un marco de evaluación preliminar, donde estén reflejados los principales indicadores que evaluarán los impactos de la edificación.

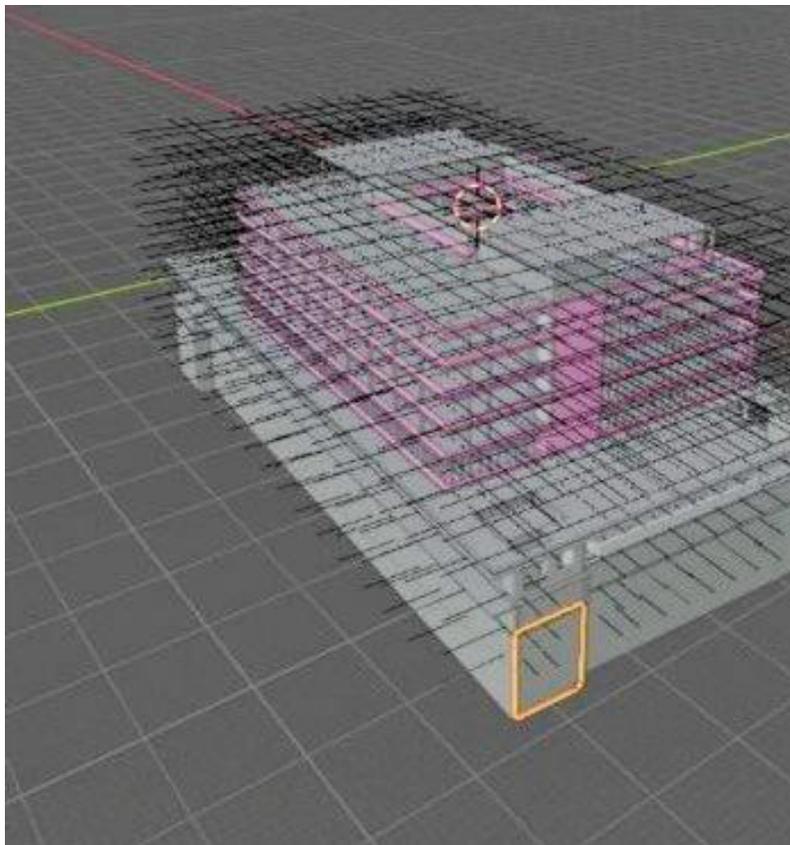


## INTEGRACIÓN DE PROPIEDADES EN MODELOS IFC USANDO BLENDER

Se presentó un desarrollo implementado en Blender que permite agregar y editar property sets (psets) en elementos de un modelo IFC utilizando datos provenientes de una hoja de cálculo de Excel. Esta funcionalidad resulta especialmente útil para enriquecer los modelos BIM con información personalizada de manera automatizada y eficiente.

A partir de esta implementación, surgió una discusión técnica sobre cómo incorporar propiedades de materiales directamente en el modelo IFC. Se demostró que Blender también es capaz de manejar esta tarea, lo que confirma su versatilidad en la manipulación avanzada de modelos IFC. No obstante, se identificó una limitación importante relacionada con la visualización de estas propiedades: mientras que herramientas como BIMVision no permiten inspeccionarlas, otras como BIMCollab sí ofrecen esta posibilidad.

El trabajo realizado combinó resolución de problemas con pruebas iterativas, lo cual permitió validar el enfoque propuesto. La colaboración con el equipo fue altamente productiva, y se logró avanzar significativamente en el entendimiento y aplicación de estas técnicas.



## DESARROLLO DE SOLUCIONES INDUSTRIALES CIRCULARES, DE FÁCIL IMPLEMENTACIÓN Y BAJO MANTENIMIENTO

Estos proyectos tienen como objetivo principal:

- Impulsar la transformación de la infraestructura de transporte hacia un modelo más sostenible y con menor huella de carbono, mediante el diseño e implementación de mezclas de hormigón con geopolímeros para la fabricación de losas de pavimento, así como hormigones autonivelantes con alto contenido de agregados reciclados procedentes de residuos de demolición para la producción de vigas. Estas soluciones innovadoras buscan minimizar el impacto ambiental de la construcción de infraestructuras y fomentar el uso de materiales sostenibles, reciclados y técnicas constructivas más eficientes.
- Revalorizar el patrimonio construido de edificios históricos, a través del uso de morteros térmicos aislantes y morteros de refuerzo estructural, complementados con técnicas de restauración avanzadas que respetan la identidad arquitectónica original. Esta estrategia permite mejorar la eficiencia energética y reducir la huella de carbono de los edificios, promoviendo la conservación del patrimonio cultural y la revitalización de espacios históricos.
- Ofrecer apoyo tecnológico a las industrias de la construcción y aquellas con alto consumo energético, facilitando su transición hacia procesos más sostenibles y digitalizados. Se promueve la reutilización de residuos generados por diversas industrias de proceso como recursos clave para el desarrollo de modelos productivos circulares, priorizando su aprovechamiento en el sector de la construcción.



*Hormigón con geopolímeros*



*Hormigón con agregados reciclados*



*Morteros con adiciones (escorias)*



*Ensayo de tiempo de fraguado de morteros con*

# ORGANISMOS Y EMPRESAS COLABORADORAS EN 2024

La Fundación Agustín de Betancourt ha firmado convenios de investigación con numerosas entes públicas y privadas. A continuación se relacionan algunas de los que han confiado en nosotros en el último año.

ABACO AUDITORES CONSULTORES, S.L.  
ACCIONA CONSTRUCCION, S.A.  
ACIS INNOVACION MAS INGENIERIA, S.L.  
AEDAS KS FONSA LÍA, S.L.U.  
AENOR INTERNACIONAL, S.A.  
AGLOMERADOS LOS SERRANOS, S.A.  
AGLOMERADOS LOS SERRANOS, S.A.  
AJP, ASESORIA TECNICA Y JURIDICA DE PREVENCIÓN  
APPLUS NORCONTROL, S.L.U.  
AREA URBANA GESTION INMOBILIARIA, S.L.U.  
ASFALTO 0.0 S.L  
ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE TRAVIESAS PARA FERROCARRIL  
AUTORIDAD PORTUARIA DE ALICANTE  
AUTORIDAD PORTUARIA DE BALEARES  
BALINI INGENIERÍA Y CONSULTORÍA S.L  
BAÑOS DE FITERO, S.A.  
BERNABEU INGENIEROS, S.L.  
CESMA INGENIEROS, S.L.  
CLASICA URBANA, S.L.  
COBRA-SENER. CS GAS NORTH  
COMSA INFRAESTRUCTURAS, S.A. DE C.V.  
CONFEDERACION MADRILEÑA DE TRANSPORTE EN AUTOBUS  
CONSELL INSULAR D´EIVISSA  
CONTROL TECNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.  
CORPORACION ACCIONA INFRAESTRUCTURA, S.L.  
CRAWFORD & COMPANY (ESPAÑA), S.A.  
DAVID MAGAN MORENO  
DRENATGES URBANS DEL BESÒS SL  
DSV EMPRESA CONSTRUCTORA Y FERROVIARIA, S.L.  
ECOEMBALAJES ESPAÑA, S.A.  
EDF-CENTRE D`INGENIERIE HYDRAULIQUE

ENTE PUBLICO PUERTOS DEL ESTADO  
ENTIDAD MIGRACIÓN  
ESCUELA T.S. INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
ESTEYCO, S.A.  
FCC INDUSTRIAL DEUTSCHLAND GMBH  
FHECOR, INGENIEROS CONSULTORES, S.A.  
FRAGMA INGENIERÍA Y DESARROLLOS EMPRESARIALES S.L  
FUNDACION ACS  
FUNDACION CONDE DEL VALLE DE SALAZAR  
FUNDACION PLATAFORMA TECNOLOGICA ESPAÑOLA DE LA CONSTRUCCION  
FUNDACION TECNALIA RESEARCH&INNOVATION  
GEOCONSULT INGENIEROS CONSULTORES, S.A.  
GEOTECNIA E INGENIERIA DEL TERRENO, S.L.  
GEYSER HIP SAU  
GLOBALVIA INVERSIONES, S.A.U.  
GRAPHENEA, S.A.  
GRUPO RODIO KRONSA, S.L.U.  
HILTI AKTIENGESELLSCHAFT  
ILMO AYUNTAMIENTO DE ARANJUEZ  
INCA PATRIMONIALES, S.L.  
INDIGO PARK ESPAÑA, S.A.  
INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.  
INGENIERIA BASICA OBRAS Y PROYECTOS, S.L.  
INGENIERIA DE PRESAS, S.L.  
INGENIERIA DE SISTEMAS PARA LA DEFENSA DE ESPAÑA, S.A, S.M.E, M.P  
INGENIERIA DEL SUELO, S.A.P.  
INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.M.E.M.P. S.A.  
INSTITUTO ESPAÑOL DEL CEMENTO Y SUS APLICACIONES  
INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES  
INTERNATIONAL TECHNICAL ASSISTANCE CONSULTANTS  
IRIDIUM CONCESIONES DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
ISOQUIRAL, S.L.  
JESUS GRANELL INGENIERO CONSULTOR, S.L.  
JUNTA DE COMPENSACIÓN RETAMAR DE LA HUERTA  
LAVOLA 1981 SAU  
LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.  
MFIC INGENIEURS CIVILS SA  
OFITAS DE SAN FELICES, S.A.  
PONDIO INGENIEROS, S.L.  
RETINEO INGENIERIA, S.L.U.  
RIEGOSUR S.A  
ROVER MARITIME, S.L.  
SACYR CONSERVACION, S.A.

SAECO DIAE  
SANDFIRE RESOURCES LIMITED ACN  
SERVICIOS AMBIENTALES Y CULTURALES, S.L.  
SIKA, S.A.  
SONCA 18, SL  
SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.L.  
THE INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS (UIC)  
TORROJA INGENIERIA, S.L.P.  
TRADEBE VALDILECHA, S.L.  
UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME  
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID  
UTE CONSERVACION INTEGRAL SAGLAS OBRAS Y SERVICIOS, S.A. Y LANTANIA, S.A.U.  
UTE PASARELA MARQUES DE ZAFRA  
UTE TERMINAL MARCHAMALO  
VALOREST, S.L.  
VILLAR MIR ENERGIA, S.L.



Esta página ha sido intencionadamente dejada en blanco



Fundación  
Agustín de Betancourt