#### LA REVISTA DE LA INGENIERÍA CIVIL

mayo 2019



# SEGURO SALUD COLEGIADOS CITOPIC

#### **EL MEJOR PRECIO**

PRIMA/mes

Colegiados, sus familiares (\*\*) y empleados (\*) hasta 64 años

40,95 €

(\*) Contratación de familiares y empleados bajo aseguramiento obligatorio del colegiado (\*\*) Parejas e hijos

Aprovecha la oportunidad, cambia tu póliza o accede por primera vez a la Sanidad Privada con todas las garantías, de la mano de la mejor compañía, con el mejor producto y al mejor precio.

## EL MEJOR PRODUCTO: ADESLAS COMPLETA

Acceso al mayor cuadro médico del país con los mejores estándares de calidad. Quitamos lo "malo": Eliminamos el COPAGO, y añadimos lo "bueno": CON Salud Dental.

- Medicina Primaria
- Tratamientos especiales
- Hospitalización
- Urgencias Bucodentales
- Medicina preventiva
- Medios de diagnóstico
- Salud Dental
- Especialistas
- Urgencias

Las mejores condiciones de adhesión para que no tengas excusas y contrates tu póliza hoy

#### PROCESO DE ALTA:

Por teléfono en el número **646 232 050** o por email en la dirección **segurosalud@citopic.es** indicando nombre y apellido, NIF, fecha nacimiento, dirección, teléfono y número de cuenta.\*\*\*

\*\*\*Se facilitará cuestionario de salud para entregar cumplimentado. La aceptación del riesgo queda condicionada al criterio de la compañía tras la evolución del cuestionario de salud prometido.







SegurCaixa Adeslas ha sido elegida líder en experiencia del cliente 2016 en seguros de Salud, la compañía encabeza el índice ISCX, donde se sitúa con el mayor porcentaje de clientes comprometidos del sector, es decir, aquellos que no sólo se muestran muy satisfechos con el servicio recibido si no que, además, confirman seguirán siendo clientes en el futuro y se muestran dispuestos a recomendarla





#### REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS E INGENIEROS CIVILES

Presidente: Carlos Dueñas Abellán Área de comunicación: Joan Sánchez Romaní, Rafael Pagés Rodríguez Dirección técnica: Félix Daroca Santos

Dirección tecnica: Felix Daroca Santos Dirección periodística: Enrique Díaz Dirección de arte: ARTS&PRESS Comité de Redacción: David Pastor Valle, Gorka Álvarez Lira

#### **COLABORAN EN ESTE NÚMERO:**

Pablo Oromí Fragoso, Isidoro Quintero Gutiérrez, Miguel Ángel Socorro Domínguez, Ángel García de Hoces, Sergio Casero Palomares, Marco Rodríguez, Patricia Amo, Jesús Díaz Minguela, Fernando Hacar Rodríguez, Vicente Pérez Mena, Marimar Colás Victoria, Antonio García Siller

#### FDITA:

Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas C/ José Abascal, 20, 1º 28003 Madrid Tel: 91 451 69 20 / Fax: 91 451 69 22 e-mail: consejo@citop.es

Diseño y Maquetación: ARTS&PRESS Imprime: Artes Gráficas Cofás Depósito Legal: M-422-1964 ISSN: 0210-0479



El Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles no comparte necesariamente las opiniones expresadas en las colaboraciones ya que los firmantes son totalmente independientes y, por tanto, no se hace responsable del contenido de los artículos.

# Cimbra

Sumario nº 414

#### **EDITORIAL**

de la Calzada.

En portada: Comienzan la fiestas del Milenario del nacimiento de Santo Domingo

 Lugo tomó el relevo de Cáceres como escenario de la Conferencia de Directores.

 Audiencia de S.M. el Rey a las Corporaciones Colegiales de Unión Profesional.

#### ARTÍCULOS TÉCNICOS

 Drones. Panorama actual y aplicaciones a la Ingeniería Civil.

 BIM. Trabajo colaborativo y eficiencia en la construción.

 Redes de Calor "District Heating" alimentadas con biomasa y su aplicación en municipios rurales.

Empleo de geosintéticos en mezclas bituminosas en firmes. ¿Novedad o actualidad?

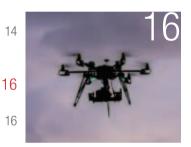
43 años de una autopista eterna: la "Y de Asturias".

 Reparación del firme del puerto de Tarragona con mezcla de alto módulo fabricada con ligante mejorado con caucho.

#### **NOTICIAS DEL COLEGIO**

En esta sección se recogen las reuniones institucionales de la Junta de Gobierno del CITOPIC y las actividades de las Zonas colegiales realizadas en los últimos meses.











68





Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles C/ José Abascal, 20 1ª planta 28003 Madrid Tel.: 91 451 69 20 e-mail: informacion@citop.es Persona de contacto: Enrique Díaz

#### **Datos técnicos**

Formato: 210--x--285 mm
Mancha: 200--x--275 mm
Periodicidad: semestral
Impresión: offset
Tintas: a 4 colores
Formato: 210--x--285 mm
Mancha: 200--x--275 mm

Mancha: 200--x--275 mm Tirada: 16.000 ejemplares online 3.000 ejemplares impresos

#### **Tarifas**

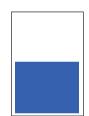
Contraportada:	1263 €
Interior de portada:	995 €
Interior de contraportada:	760 €
Página:	710 €
Doble página:	.1.040 €
Media página:	432 €
1/4 de página - Pie de página	210 €
Publireportaje 2 páginas:	.1.650 €
Encarte (máximo 15 gramos y 8 caras):	605 €







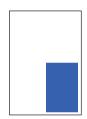
200--x--275 mm



200--x--135 mm



95--x--275 mm



95--x--135 mm



200--x--70 mm

Si te anuncias en la revista CIMBRA, te regalamos un banner en la página web del CITOPIC como empresa colaboradora (excepto contratación de 1/4 de página - Pie de página).

Descuentos del 15% a ITOP colegiados.

#### **PRINCIPALES DESTINATARIOS**

- Colectivo de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas colegiados.
  - Escuelas técnicas.
  - Asociaciones profesionales.
  - Asociaciones empresariales.
  - Revistas técnicas del sector de la ingeniería.
- Ayuntamientos, Comunidades Autónomas, Diputaciones y Administración Central.
  - Urbanismo (planeamiento). Proyectos y obras de infraestructura urbana (viales, saneamiento, abastecimiento). Instalaciones deportivas. Alumbrado público. Limpieza y basuras y medio ambiente. Coope-

ración provincial. Servicios técnicos mancomunidad de poblaciones. Autopistas y carreteras. Obras hidráulicas. Tráfico y transporte. Costas y puertos. Ferrocarriles y Metro. Servicio geológico y cartografía. Control de calidad. Protección civil.

#### • Empresas

- De construcción y edificación.
- De conservación y explotación de servicios.
- De fabricación de materiales de construcción.
- De control de calidad.
- De consulting de ingeniería y arquitectura.
- Hidroeléctricas y centrales térmicas.

#### **CONDICIONES DE CONTRATACIÓN**

- El diseño del anuncio es a cargo del anunciante
- ⇒ Los anunciantes son los únicos responsables del contenido de sus anuncios.
- ⇒ El anunciante que utilice indebidamente cualquier nombre, fotografías, diseños, planos o palabras etc., en sus anuncios y por ello fuera demandado el editor, éste sería indemnizado por la cuantía que se le exigiera más gastos, por el anunciante.
- CIMBRA no asume ninguna responsabilidad sobre los productos y servicios anunciados en sus páginas, pero se reserva el derecho de rechazar cualquier anuncio por razones de estética, ética o calidad de los productos.
- Todas las órdenes de publicidad o de modificaciones deben ser dadas o confirmadas por escrito.



### Editorial

# **BUSCANDO** EL CAMINO

n nuevo número de CIMBRA aparece en la primavera de este 2019 tan especial, en el que se celebra el milenario del nacimiento del Patrón de todos los Ingenieros Civiles, Santo Domingo de la Calzada.

El CITOPIC, como no podía ser de otra forma, ha querido implicarse y formar parte de los actos conmemorativos, que se prolongarán a lo largo de todo el año. Como punto de partida y ya en el primero de los eventos celebrados, el Colegio ejerció un papel protagonista, a través de nuestro Presidente, Carlos Dueñas, oficiando, en representación de todos los Ingenieros Civiles, el pregón inaugural de las fiestas de Viloria de Rioja, localidad que vio nacer a nuestro Patrón.

Otro acontecimiento importante será la celebración de un próximo Congreso sobre Ingeniería Civil Romana que está ocupando buena parte del esfuerzo de la Fundación del Colegio, que vuelve a ponerse en marcha con la ilusión que supone organizar el que será un destacado colofón a esta histórica efeméride.

Es sabido por todos que Domingo de la Calzada vivió muchos años buscando mejorar y facilitar el camino para los peregrinos que se dirigían hacia Compostela para visitar la tumba de Santiago el Mayor. En ese nexo de unión eterno con el Santo, con la Ruta Jacobea, y con los peregrinos, nuestro Colegio es consciente de que ha de buscar el camino. Una senda larga, dura, pero perfectamente señalizada, marcada por un Plan Estratégico presentado en 2018 y que, en este 2019, iniciará el pleno desarrollo de sus objetivos principales: la Identidad ("Ser Ingeniero es un Grado"), la Educación ("Es nuestra vía"), el/la Profesional ("Va en nuestro ADN"), el Futuro ("Nuevos retos y oportunidades"), DPC ("Desarrollo Personal Continuo") y Colegio y Sociedad.

Son seis objetivos que confluyen en un mismo punto, el de facilitar la proyección de la verdadera dimensión de la entidad, de sus integrantes y de la profesión en términos generales. Somos conscientes de que la tarea se plantea compleja. Los tiempos modernos nos sitúan ante panoramas diversos, con vertiginosos cambios, para los que es preciso acomodar los nuevos instrumentos —la presencia en redes sociales o la comunicación digital corporativa— con los que ya teníamos: la presencia en actos institucionales o académicos, la organización y realización de eventos divulgativos y, por supuesto, la continuidad de nuestra revista colegial.



# CON EL PREGÓN INAUGURAL OFICIADO POR NUESTRO PRESIDENTE CARLOS DUEÑAS

# COMIENZAN LAS FIESTAS DEL MILENARIO DEL NACIMIENTO DE SANTO DOMINGO DE LA CALZADA

La Comisión Permanente del CITOPIC asistió, el pasado 9 de marzo, al inicio de las festividades conmemorativas de los 1000 años del nacimiento de Santo Domingo de la Calzada, patrón de los ingenieros técnicos de obras públicas e ingenieros civiles.

#### **ENRIQUE DÍAZ PALOMA**



El presidente del CITOPIC, Carlos Dueñas, oficiando el pregón inaugural del milenario junto a la estatua de Santo Domingo, en la iglesia de Ntra. Sra. de la Asunción.

inicios del pasado milenio, en el año 1019, la localidad burgalesa de Viloria de Rioja vio nacer a uno de los personajes más influyentes en la historia de la ingeniería civil en España. Domingo García. Precursor y visionario, compaginó sus quehaceres con la transformación y mejora de la ruta del Camino de Santiago y sus alrededores. Hechos por los que se le sigue recordando hoy en día.

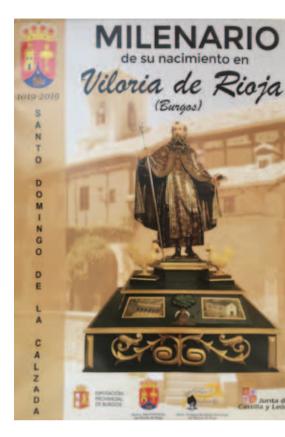
El pasado 9 de marzo se conmemoraron los 1.000 años de su llegada al mundo, y la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, en su localidad natal, fue el escenario en el que se iniciaron una serie de celebraciones que se prolongarán a lo largo de todo el año (con actividades programadas, incluso, por el Gobierno de España).

Unos actos inaugurales a los que, tras recibir la pertinente invitación, y como no podía ser de otra forma, asistió la Comisión Permanente del CITOPIC, formada por Carlos Dueñas, Mª Jesús Bravo, Joan Sánchez i Romanì, Fulgencio J. Martel, Rafael Pagés y Jorge Goldaracena; y el responsable de la Fundación, Eloy Quintana.

A petición de la Junta organizadora de los actos del milenario (entre los que se encuentran miembros de la corporación municipal y el propio alcalde de Viloria, José Ignacio San Román), el elegido para oficiar el pregón inaugural de estas festividades tan especiales, e históricas, fue nuestro presidente, Carlos Dueñas, que aceptó de buen grado.

La expectación generada fue máxima, no solo por parte de todos los habitantes del pueblo que se dieron cita, sino también por parte de los representantes de la Diputación de Burgos, de los alcaldes de varias localidades de la provincia y del Consejero de Fomento y Política Territorial de la vecina región de La Rioja.

El pasado 9 de marzo se conmemoraron los 1000 años del nacimiento de santo Domingo de la Calzada, y la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, en su localidad natal, fue el escenario en el que se iniciaron una serie de celebraciones.



Cartel conmemorativo del milenario del nacimiento de Santo Domingo de la Calzada.



La Comisión Permanente del CITOPIC, junto a las autoridades políticas de la zona, en la Plaza Mayor de Viloria de Rioja, junto al Ayuntamiento.



La Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción congregó a un gran número de personas.



Presentación de la Pila en la que fue bautizado el Santo, una vez restaurada.

La expectación generada fue máxima, no solo por parte de todos los habitantes del pueblo.

Tras la presentación de las fiestas por parte del alcalde, José Ignacio San Román, nuestro presidente, Carlos Dueñas, ofició el pregón inaugural. Un texto sustentado en esa vinculación existente entre nuestro colegio profesional y Viloria de Rioja, localidad en la que aún se conservan las ruinas de la casa del Santo que, tras adquirirlas a finales de la pasada década, pertenecen actualmente al CITOPIC. Por ello, aprovechó su discurso para solicitar la colaboración de las administraciones públicas para intentar acometer la rehabilitación del inmueble.

Del mismo modo, no dudó en mostrar todo su apoyo hacia Viloria de Rioja y sus vecinos, que llevan meses reivindicando que no se modifique la actual ruta del Camino de Santiago, tras el surgimiento de una propuesta que pretende acortar el recorrido y alejarlo del pueblo.

Fue un discurso solemne, cercano y de agradecimiento que dio paso a otro emotivo momento, el de la presentación de la pila, en la que el propio Domingo García fue bautizado, tras tener que ser sometida a un escrupuloso proceso de restauración, habida cuenta de su elevada antigüedad.

Una vez fuera del templo, Carlos Dueñas puso fin a los actos inaugurales obsequiando al alcalde de Viloria con un ejemplar de uno de los libros más significativos y representativos de los elaborados por la Fundación de nuestro Colegio, el de los Puentes en el Camino de Santiago. Una exposición en papel, que nació con la finalidad de transmitir la importancia de unas vías de unión, la de la Ruta Jacobea, que están también próximas a cumplir los 1000 años.

# PREGÓN INAUGURAL DE CARLOS DUEÑAS

"Alcalde, corporación municipal, autoridades, compañeros represen-

Carlos Dueñas
puso fin a los
actos inaugurales
obsequiando al
alcalde de Viloria
con un ejemplar de
uno de los libros
más significativos
y representativos
de los elaborados
por la Fundación de
nuestro Colegio, el
de los Puentes en el
Camino de Santiago



El alcalde de Viloria, José Ignacio San Román, recibió el libro del Citopic de manos de Carlos Dueñas.

tantes de nuestro colegio de ingenieros a nivel nacional y regional, queridos vecinos de Viloria de Rioja... buenos días a todos.

Para mí es un auténtico placer poder estar con vosotros en este día tan señalado. El del inicio de las celebraciones que conmemoran el milenario del nacimiento de una de las personas más importantes de la historia de este pueblo: Domingo García.

Por eso, lo primero que quiero hacer es daros las gracias. Gracias, especialmente, al Ayuntamiento, encabezado por nuestro querido alcalde José Ignacio. Gracias por elegirme, y otorgarme el inmenso honor, pese a no ser de aquí, de poder oficiar como pregonero en este día histórico para vosotros, histórico para vuestro pueblo, pero también

histórico para los ingenieros técnicos de obras públicas y los ingenieros civiles, a los cuales represento como presidente de nuestro colegio profesional.

Porque Domingo García, más conocido por todos, después, como Santo Domingo de la Calzada fue, allá por el siglo XI, un brillantísimo ingeniero civil. Por eso es vuestro patrón, porque nació aquí y por todo lo que os ha dado, pero también es el nuestro, por todo lo que llevó a cabo.

Con poco más de 20 años, construyó un puente de madera sobre el Río Oja, a 13 km de aquí, para facilitar el tránsito de los peregrinos del Camino de Santiago. Un camino de Santiago que había sido instaurado en el Siglo IX, tras el descubrimien-

to de las reliquias de Santiago de Zebedeo, y que pasó a convertirse en una de las grandes peregrinaciones de la cristiandad medieval en el Siglo XI gracias, precisamente, a la labor ejecutada por personajes de la época, pocos tan importantes y reconocidos como nuestro Domingo García.

Un hombre que dedicó su vida a mejorar las condiciones de los peregrinos amantes del Camino de Santiago mediante la construcción de diversas obras de ingeniería civil.

La historia cuenta que roturó, con la única ayuda de una hoz, la espesura del bosque de la Ayuela; esa hoz, símbolo del primer milagro que se le atribuye, es la que se conserva todavía en un muro de la catedral.

Cimbra



Placa conmemorativa de Santo Domingo de la Calzada situada a los pies de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción.

Una vez hecho esto, construyó una calzada de piedra como alternativa al camino que quedaba más al norte, pasando a ser, esta nueva, la ruta principal entre Nájera y Redecilla del Camino. Además, reconstruyó el puente que él mismo había creado. Ya no sería de madera, sino que pasaría a ser de piedra, debido al nuevo curso del río. Para atender las necesidades de los peregrinos que pasaban por aquel lugar, hizo un pozo, levantó un albergue,

un hospital y hasta una iglesia, que se convertiría posteriormente en Catedral.

Su labor había sido tan sumamente reseñable, que en el año 1090 recibió, de manos del Rey Alfonso VI, la orden de responsabilizarse de las obras viarias del actual Camino de Santiago Francés, en todo el tramo de su reino, desde Logroño, hasta Santiago de Compostela.

En su labor como Ángel de la guarda del Camino de Santiago, construyó la vía de transporte más importante, no solo de la Península, sino también de toda Europa.

Es por todo ello que Domingo García pasó a la historia y que, 1000 años después de haber venido al mundo, le estemos recordando hoy como Santo Domingo de la Calzada.

Es por sus milagros que fue santificado, y que se convirtió en una de las figuras más importantes y veneradas por los peregrinos de la Ruta Jacobea.

Pero es por sus obras que, además, sea considerado como el 'Santo Constructor', patrón de todos los cuerpos de obras públicas.

Y es por ello, que estoy hoy aquí con todos vosotros, como presidente del Colegio que representa a los ingenieros técnicos de obras públicas e ingenieros civiles españoles que, en su día, decidieron seguir los pasos de nuestro patrón. De vuestro patrón.

Porque desde hace un milenio (que se dice pronto) se creó un vínculo indestructible, que perdurará por siempre, entre nuestra profesión y vuestra población.

Debido a esa vinculación, en 2009 coincidiendo con el novecientos aniversario de la muerte de Santo Domingo de la Calzada, nuestro colegio adquirió el solar y el edificio, ya en ruinas, de su casa natal, y redactó un anteproyecto para la construcción de un albergue de peregrinos. La fuerte inversión realizada por el colegio, unida a la crisis económica que padecimos en este país inmediatamente después, frenó la ejecución de dicho proyecto, y dada la coyuntura económica actual, parece difícil de retomar.

El colegio, a través de su Fundación, tiene ideas, más modestas que las iniciales, pero no podemos acometerlas solos. Necesitamos la colaboración de las administraciones, de la Junta de Castilla y León, de la Diputación de Burgos, y en la medida de sus posibilidades, también del propio Ayuntamiento, para llevar a cabo una actuación que dignifique la casa natal de un Santo que tanto hizo por el Camino de Santiago.

Un Camino de Santiago que es transitado cada año por miles de personas de muy diferentes nacionalidades, guiados por diferentes motivaciones. Personalmente, he podido disfrutar de la experiencia de peregrinar por diferentes tramos de la ruta Jacobea hasta llegar a Santiago de Compostela en cuatro ocasiones, y solo tengo palabras de emoción para recordar cada etapa.

En nuestra opinión, es implanteable que el Camino no transcurra por el pueblo natal de Santo Domingo. No estamos hablando solo de afectación económica. Estamos hablando de espiritualidad, de cultura, de tradición, de patrimonio, de historia... y yo diría más: de justicia.

El Camino de Santiago es la ruta más antigua y concurrida de toda Europa definida en 2009 por el Papa Benedicto XVI como 'un camino sembrado de numerosas manifestaciones de fervor, de arrepentimiento, de hospitalidad, de arte y de cultura, que nos habla de manera elocuente de las raíces espirituales del Viejo Continente'. Y es que por él, por aquí, transitan peregrinos procedentes de toda España, de Europa y del resto del mundo.

A finales del pasado siglo XX, fue declarado como el primer "Itine-

rario Cultural Europeo" por el Consejo de Europa y como "Patrimonio de la Humanidad" por la Unesco.

En 2004 recibió el Premio Príncipe de Asturias a la Concordia por representar un "símbolo a la fraternidad, vertebrador de una conciencia europea".

Esta "Calle Mayor de Europa" pasa por Viloria de Rioja. Pasa por vuestro pueblo, y vamos a hacer todo lo que esté en nuestra mano para que siga pasando.

Habitantes de Viloria, no estáis solos. El Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles siempre estará con vosotros en vuestras reivindicaciones.

¡Viva Santo Domingo de la Calzada!". ■



Placa de azulejos con el mapa del Camino de Santiago, situada en Viloria de Rioja. La propia localidad aparece en el centro de la imagen.

Cimbra



# LUGO TOMÓ EL RELEVO DE CÁCERES COMO ESCENARIO DE LA CONFERENCIA DE DIRECTORES

REDACCIÓN

os dos primeros días del mes de febrero y la ciudad de Lugo, fueron los elegidos para tomar el relevo de Cáceres (el pasado otoño) para llevar a cabo la Conferencia de Directores de centros universitarios de España en la que se imparten títulos de Ingeniería Civil. Un evento promovido por la Universidad de Santiago de Compostela (ESC), en colaboración con el Citopic, el Ayuntamiento de

Lugo, el Consejo Provincial de Lugo y la Caixa Rural Galega.

A la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la USC, en Lugo, además del presidente del CITOPIC, Carlos Dueñas, y el vicepresidente, Joan Sánchez Romaní, acudieron representantes de catorce centros universitarios de toda España en los que se imparten estudios de Ingeniería Civil.

Destacada también fue la presencia de personalidades ilustres de la zona en la sesión inaugural. La alcaldesa de Lugo, Lara Méndez; la diputada provincial, Sonsoles López Izquierdo; el diputado del área de Gobierno Interior, Álvaro Santos y la vicerrectora de Coordinación del Campus de Lugo, Montserrat Valcárcel. Todos ellos destacaron la dimensión social de nuestra profesión, tanto en términos de la estructuración de los territorios, como de la igualdad de oportunidades entre todas las personas, a expensas del lugar donde residan. También asistió la jefa territorial de Política Social de la Xunta en Lugo, Cristina Abades, quien recordó la trayectoria que mantiene la ingeniería en Lugo desde la época romana.

# PROGRAMA DE COMUNICACIONES

El ingeniero jefe del Departamento de Planificación, Proyectos y Obras del Ministerio de Fomento, Fernando Pedrazo Majárrez, abrió el turno de Conferencias con una intervención desarrollada bajo el título "Puentes Singulares; grandes retos para la ingeniería".





Posteriormente, la Presidenta de la Administradora de Infraestructura Ferroviaria (Adif) del Ministerio de Fomento, Isabel Pardo de Vera Posada, abordó en este foro las líneas estratégicas en la planificación de grandes infraestructuras ferroviarias.

La jornada sobre ingeniería civil concluyó con la celebración de una mesa de discusión en la nuestro presidente, Carlos Dueñas, y el decano de la Zona de Galicia, José Fernández Parajes, abordaron interesantes temas relacionados con el grado en Ingeniería Civil, y profundizaron sobre la situación actual de la profesión.

## CONFERENCIA DE DIRECTORES

La reunión continuó el sábado 2 de febrero, en las oficinas del Vicerrectorado de Coordinación del campus de Lugo. Un día en el que abordaron diversos temas de interés tanto estrictamente académico, como relacionado con la profesión. La movilidad de estudiantes de licenciatura en Ingeniería Civil entre los diferentes centros y universidades españolas, la adaptación de los planes de estudio actuales a las nuevas necesidades que va existen, los bachilleratos STEM, la difusión y promoción del Grado en Ingeniería Civil... fueron algunos de los temas que se trataron. ■

#### **CONCLUSIONES DEL ENCUENTRO**

- Se ha destacado la calidad de los profesionales formados en los centros universitarios españoles donde se imparte la titulación de Ingeniería Civil, con mención especial al prestigio y reconocimiento internacional con el que gozan nuestros titulados.
- Se ha puesto de manifiesto la creciente demanda de los profesionales de la Ingeniería Civil dadas las inversiones previstas en el sector en los próximos años y al rejuvenecimiento de las plantillas de empresas importantes el sector como por ejemplo ADIF. En este sentid, es importante destacar que, tras el análisis de la bolsa de empleo, servicio que proporciona el CITOPIC, se ha puesto de manifiesto que el desempleo en el sector de la Ingeniería Civil está reduciéndose ostensiblemente. De hecho, está costando cubrir algunas de las demandas de empleo que se solicita al Colegio Profesional, por falta de perfiles personales adecuados.
- >> Se ha constatado la necesidad de seguir realizando esfuerzos en el ámbito de la adquisición de competencias durante el desarrollo de la actividad profesional.
- Se ha destacado la importante labor que desempeña el Colegio Profesional CITOPIC en la defensa y promoción de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas e Ingeniero Civil en España.
- Se ha decidido trabajar de modo conjunto en la divulgación de las titulaciones y de la profesión con el objeto de despertar nuevas vocaciones entre los más jóvenes. Sólo de esta forma se puede potenciar el papel fundamental que la profesión desarrolla en nuestra sociedad.
- Para favorecer la movilidad de los estudiantes en el ámbito nacional, se han sentado las bases para iniciar el procedimiento de elaboración de unas tablas de equivalencia entre bloques de competencias recogidas en la orden CIN correspondiente, y se revisaran los acuerdos SICUE existentes entre las diferentes escuelas para intentar ampliar su número.
- Dada la elevada calidad de los Trabajos Fin de Grados que se están desarrollando en los centros, el CITOPIC se compromete a establecer un procedimiento para la formalización de premios a nivel nacional, de carácter anual, para los mejores Trabajos Fin de Grado elaborados por los estudiantes de Ingeniería Civil.
- Dentro de las oportunidades laborales se destacaron entre otras la movilidad sostenible, las carreteras, los ferrocarriles, las redes de abastecimiento, saneamiento y reutilización de las aguas, la gestión de residuos, el impulso de las energías renovables (con un gran potencial de crecimiento en nuestro territorio). También se destacó la tecnología (Building Information Modelling), la cual permite generar modelos o maquetas digitales de nuestras infraestructuras que nos ayudan a proyectar, construir, gestionar y mantener las infraestructuras de una forma más eficiente.



# ESTUVO PRESENTE NUESTRO PRESIDENTE CARLOS DUEÑAS

# AUDIENCIA DE S.M. EL REY A LAS CORPORACIONES COLEGIALES DE UNIÓN PROFESIONAL

Con este acto, celebrado con motivo del 40 aniversario de la Constitución Española, la Casa Real quiso resaltar la importancia de la labor llevada a cabo por los colegios profesionales en nuestro país.

#### **REDACCIÓN**



u Majestad el Rey, Felipe VI, el pasado 21 de enero recibió en audiencia a los presidentes y presidentas de las Corporaciones Colegiales de Unión Profesional, entre los que se encontraba Carlos Dueñas, con motivos de los actos programados en la celebración del 40 aniversario de nuestra Constitución.

El encuentro, cordial, sirvió, también, para agradecer a Don Felipe el hacer posible la estabilidad social y desarrollo democrático en el que se han podido consolidar los Colegios Profesionales como instituciones recogidas en la Carta Magna y que son garantes de la buena práctica profesional de interés general. Se dieron varias conversaciones distendidas con el monarca, en las que se hizo especial hincapié en la deontología y en la formación continuada como esencia de las Corporaciones Colegiales, y en saber trasladar que los intereses de las profesiones son los intereses de la ciudadanía

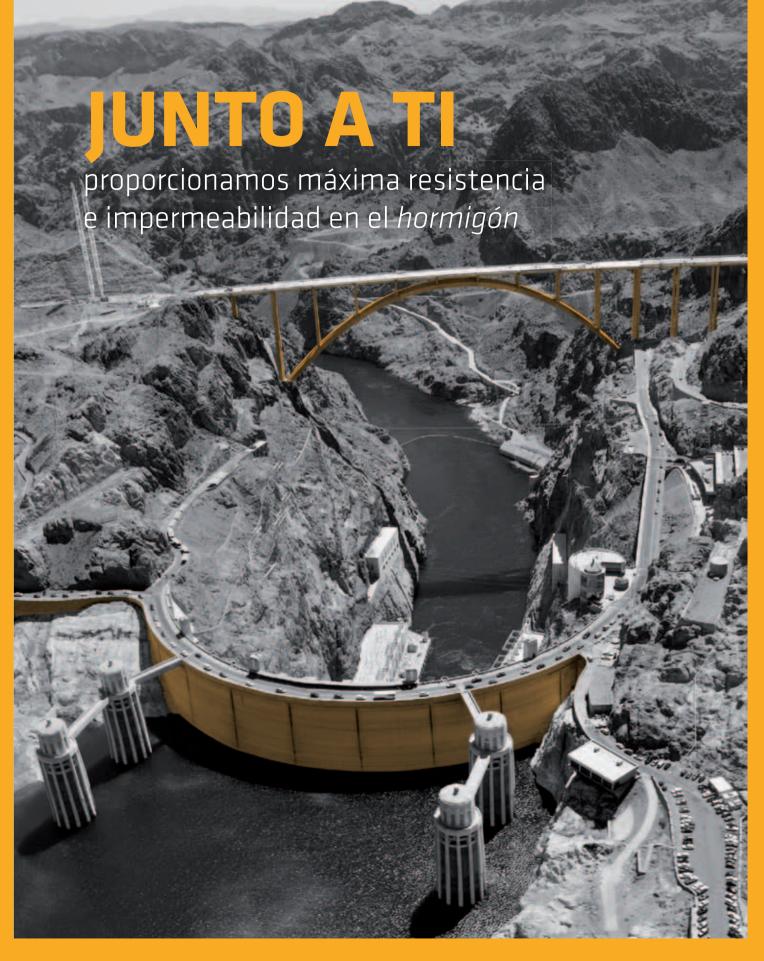
#### UNIÓN PROFESIONAL

Presidida actualmente por Victoria Ortega (a su vez, presidenta del Consejo General de la Abogacía), Unión Profesional es la asociación estatal que agrupa a las profesiones colegiadas españolas. Está integrada por 33 Consejos Generales y Superiores y Colegios Profesionales de ámbito estatal que, juntos, aglutinan cerca de 1.000 colegios profesionales y millón y medio de profesionales liberales en todo el territorio. El sector de las profesiones colegiadas genera casi el 10% del Producto Interior Bruto (PIB) y su aportación al empleo se situaría en un 9%, del cual, el 6% sería empleo directo, y el 3%, empleo vinculado.

Se creó en 1980 para la defensa de los intereses comunes de las profesiones y la consecución coordinada de las funciones de interés social. En el ámbito internacional, Unión Profesional ostenta la vicepresidencia de la Unión Mundial de Profesiones Liberales (UMPL), ins-

titución que tiene el estatus de órgano consultivo de la ONU, y del Consejo Europeo de Profesiones Liberales (CEPLIS).











obótica, realidad virtual, internet de las cosas (IOT), inteligencia artificial (IA), Big Data... ¿falta alguien por nombrar? Sí, los drones. La denominada industria 4.0 es la cuarta revolución industrial, la que nos está tocando vivir en este comienzo de siglo, y esos son sus protagonistas, sus alumnos aventajados. Pero es una lista que no se queda ahí, irá creciendo con el tiempo porque la innovación está hoy más activa que nunca y no cesan de aparecer nuevos inventos. Lo apasionante es que estos alumnos se llevan muy bien entre sí, no son sólo alumnos sino que también son amigos, estudian juntos, hacen planes juntos y corren aventuras en grupo, de lo cual surgen verdaderas sinergias. Ejemplo de ello es el concepto actual de dron, un aparato que combina informática, robótica, TIC, imagen, GNSS,..., y también la aeronáutica para ofrecernos una herramienta de trabajo con múltiples aplicaciones. ¿Cuáles son y qué nos aportan? En este artículo nos proponemos dar una visión del panorama actual en materia de drones y poniendo luego el foco en las aplicaciones a la ingeniería civil.

El dron (también denominado "RPA" -remotely piloted aircraft- o "UAV" –unmanned aerial vehicle–) no es un invento reciente: las aeronaves no tripuladas pilotadas por control remoto vienen siendo utilizadas desde hace más de 50 años en el ámbito militar, pero su generalización y acceso al gran público podemos situarlos dentro de este siglo XXI, más concretamente en la última década, en la cual hemos asistido a un importante auge por parte de estos aparatos. La posibilidad de embarcar una cámara con estabilizador a lomos de un artilugio volante de pequeñas dimensiones ha sido el motivo de tal auge, y ello ha dado paso posteriormente a numerosas y diversas funcionalidades.

Está demostrado que las nuevas tecnologías penetran en la sociedad humana a una velocidad que depende del nivel de utilidad y aceptación que dicha tecnología tenga en el ciudadano.

Ya sabemos de dónde viene. ¿Sabemos también hacia dónde va? ¿Estamos preparados para convivir acompañados de drones? Está demostrado que las nuevas tecnologías penetran en la sociedad humana a una velocidad que depende del nivel de utilidad y aceptación que dicha tecnología tenga en el ciudadano, por tanto hemos de saber que el dron se desarrollará en nuestra vida en la forma y ritmo que le impongamos entre todos, resultado del balance entre la fuerza que lo empuja -sector tecnológico- y la que pone condiciones -la sociedad en general-.

El sector de la aviación tripulada se caracteriza por contar con estrictos procedimientos y controles que permiten obtener altos niveles de seguridad en su actividad. Para este creciente sector de la aviación no tripulada (drones) es vital importar y aplicar esa cultura de la seguridad, un aspecto en el que se ha hecho especial hincapié en la última edición del congreso Civildron en Madrid, una de las más importantes citas anuales a nivel nacional en materia de drones.

#### ESTADO ACTUAL DE LA LEGISLACIÓN

España es país integrante de la Unión Europea y por tanto sometida a las obligaciones que ello conlleva. A nivel europeo se aprueban

multitud de normas (directivas...) que luego son transpuestas al marco jurídico de cada país comunitario. En materia de drones la UE ha tomado también iniciativa y se ha puesto manos a la obra para establecer una normativa común. Bien es cierto que muchos países habían tomado ya la delantera y regulado este sector para conseguir mantenerlo encauzado, pero con la entrada en vigor de la norma europea todos los países harán la correspondiente transposición y por tanto tendremos un marco común de actuación. Esto resulta fundamental para que se pueda cumplir aquella aspiración original de la UE cuando fue fundada (libre circulación de personas, trabajadores...) pues para que los operadores de drones puedan actuar libremente en todos los países es necesario que haya un reglamento común, y no es precisamente eso lo que existe ahora mismo: un operador habilitado en España –por poner un ejemplo– no por ello tiene automáticamente habilitación para hacerlo en Alemania, u otro país comunitario, sino que ha de habilitarse en cada país donde quiera operar. La UE está manos a la obra, pero no existe todavía un texto normativo comunitario.

En España se aprobó en 2014 una regulación provisional y posteriormente, tras un período de parón legislativo por la inexistencia

Cimbra

de acuerdo para formar gobierno en nuestro país, se aprobó por fin el Real Decreto 1036/2017 por el que se regula la utilización de aeronaves pilotadas por control remoto, que para alegría -aunque contenida- del sector, abría puertas para la utilización de los drones en determinados escenarios operativos antes no permitidos: vuelos en espacio aéreo controlado (cerca de aeropuertos), vuelos sobre aglomeraciones de edificios y aglomeraciones de personas, y vuelos nocturnos. El matiz está en que este tipo de vuelos son "autorizables", es decir, se permite su realización pero bajo autorización explícita, la cual no es necesaria cuando se pretende realizar un vuelo que no reúna alguna de esas características, aunque siempre es prescriptiva la habilitación como operador de drones cuando que se pretenda realizar un trabajo aéreo (también llamado "operación aérea especializada"), que se define como aquel en el que se utiliza un dron para realizar una actividad especializada.

Con la entrada de esta normativa sectorial en España un dron ya es considerado como aeronave, pero se diferencia de las aeronaves tripuladas en varios aspectos, uno de ellos fundamental: se le asigna una franja de vuelo entre 0 y 120 metros de altura sobre el terreno, a diferencia de aquellas tripuladas, que vuelan por norma general –salvo excepciones determinadas— por encima de 300 metros sobre el terreno.

Lo cierto es que la normativa actual española de drones resulta bastante compleja de interpretar y aplicar, y tanto o más aún es la habilitación como operador de RPA, que obliga a presentar gran número de documentos, a cursar el preceptivo curso de piloto de RPA en academia acreditada (ATO) y a la posesión de certificado médico y póliza de seguro de responsabilidad civil frente a terceros para cubrir posibles daños personales o materiales en caso de accidente.

A estas alturas de artículo el lector necesita ya un resumen sencillo de la normativa, y por tanto se ofrece a continuación, en el cual dividimos el uso recreativo del profesional:

Uso recreativo	Uso profesional (operaciones aéreas especializadas)	
Dron siempre al alcance de la vista	Habilitación como operador por AESA	
No es necesario tener título de piloto de RPA	Tener título de piloto de RPA	
Mayores de 18 o menor con supervisión de un adulto	Certificado médico aeronáutico en vigor	
Responsable de daños ocasionados. No necesario pero recomendable seguro RC a terceros	Poseer póliza de seguro de responsabilidad civil a terceros	
Cumplir ley de protección de datos y ley de derecho al honor e intimidad	Cumplir ley de protección de datos y ley de derecho al honor e intimidad	
	Operaciones en general, sin autorización explícita	Operaciones que necesitan autorización explícita
No volar sobre personas o edificios, salvo drones pequeños (<250 g)	No volar sobre personas o edificios	Volar sobre personas o edificios
Vuelo diurno (nocturno permitido a drones<2kg)	Vuelo diurno	Vuelo nocturno
No volar a menos de 8 km de aeropuertos	No volar a menos de 8 km de aeropuertos	Vuelo en espacio aéreo controlado

18 / mayo 2019 Cimbra

Para facilitar la interpretación de la norma y la realización de vuelos en cumplimiento de la misma el ente ENAIRE –gestor de la navegación aérea en España– ha desarrollado recientemente una app móvil y una aplicación web (https://drones.enaire.es) que funciona sobre una plataforma GIS y permite conocer de forma sencilla y clara las restricciones y condiciones en que debemos llevar a cabo vuelos en cualquier parte del territorio español.

TRÁFICO AÉREO DE DRONES

Por el momento no existe a nivel europeo una regulación del tráfico aéreo de drones más allá de las determinaciones de uso que establecen las respectivas normativas estatales, diferentes en cada país de la UE, pero la Comisión Europea ya está trabajando para encauzar adecuadamente el progresivo uso de drones en el cielo comunitario y un futuro sistema común de gestión de tráfico de estos aparatos. Es aquí cuando es obligado citar el U-space, que será el espacio aéreo a utilizar por los drones en el ámbito europeo. La SESAR JU (Single European Sky ATM Research Joint Undertaking) es una asociación público-privada promovida por la Unión Europea que está desarrollando este proyecto (https://www. sesarju.eu/U-space). El documento "U-space Blueprint" de 2017, firmado por la Comisaria Europea de Transporte, cita las siguientes características sobre el U-space:

#### Objetivos:

- Seguridad para las operaciones y las personas situadas en tierra
- Sistema flexible y adaptable que pueda responder a la demanda, volumen, tecnología y a los modelos de negocio y aplicaciones en compatiblidad con la aviación tripulada
- Sistema que permita una elevada densidad de operaciones

Por el momento no existe a nivel europeo una regulación del tráfico aéreo de drones más allá de las determinaciones de uso que establecen las respectivas normativas estatales, diferentes en cada país de la UE.

con multitud de drones automatizados bajo supervisión

- Garantizar un acceso equitativo y justo al espacio aéreo para todos los usuarios
- Activar servicios competitivos técnica y económicamente
- Aprovechar las infraestructuras y servicios aeronáuticos existentes para facilitar el desarrollo y abaratar las operaciones de RPA
- Acelerar el despliegue mediante tecnologías y estándares desde otros sectores que puedan aprovechar el U-space

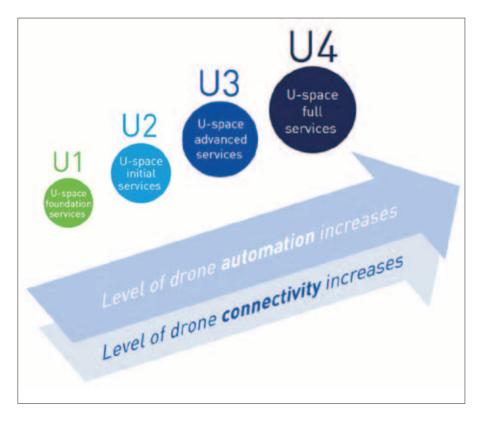
 Desarrollar los procedimientos apropiados de seguridad a la vez que se minimicen impactos en el medio ambiente y se garantice la privacidad del ciudadano.

#### Funcionamiento del U-space:

- Su ámbito se encontrará desde la superficie del terreno y hasta los 150 metros de altura sobre el mismo
- Registro electrónico de las aeronaves y operadores. Los drones deberán estar registrados para poder integrarse en el sistema, y también los operadores.
- Identificación electrónica de las aeronaves operantes para proporcionar seguridad de las operaciones
- Geofencing, mediante sistemas GNSS (sistemas de posicionamiento global), que permitirá delimitar de forma automática las áreas permitidas y las prohibidas al vuelo

# La implantación del U-space se planteó en 4 fases:

- Fase U-1. Servicios básicos. Servicios de registro, identificación electrónica y geofencing
- Fase U-2. Servicios iniciales. Apoyo a las operaciones: planificación, aprobación de vuelos, seguimiento, información dinámica del espacio aéreo e interfaz de procedimientos con control de tráfico aéreo.
- Fase U-3. Servicios avanzados. Soporte a operaciones complejas en áreas de gran congestión de tráfico, gestión y asistencia para detección de conflictos.
- Fase U-4. Servicios completos. Automatización, conectividad y digitalización total del sistema y de los drones que operan en él.



Planificación de fases para el U-space. Fuente: "U-space Blueprint" (UE).

El sistema U-space, una vez operativa al menos su Fase U-2, contempla la realización de las operaciones de la siguiente forma:

- El operador elabora y remite el plan de vuelo al sistema de gestión de tráfico de drones (UTM-unmanned traffic management), que lo analizará y si procede, autorizará.
- Durante el vuelo la aeronave será monitorizada por el UTM, existiendo información bidireccional. El dron contendrá un sistema de detección y evitación de obstáculos (DAA-detect and avoid).
- Una terminado el vuelo se informará de ello y se recopilará toda la información relativa al mismo para ser analizada y poder ser de utilidad para mejorar futuras operaciones.

## APLICACIONES EN INGENIERÍA

El uso de RPA's tiene una gran oportunidad de éxito comercial frente a las aeronaves tripuladas debido a un gran número de ventajas frente a estas:

- Menor coste de inversión
- Menor coste de operación
- Rapidez en la operación
- Tamaño reducido
- Posibilidad de trabajo en espacios confinados
- Vuelo autónomo
- Uso en áreas de alto riesgo o difícil acceso

Por ello, en el ámbito de la ingeniería civil e industrial ya tienen Por el momento no existe a nivel europeo una regulación del tráfico aéreo de drones más allá de las determinaciones de uso que establecen las respectivas normativas estatales, diferentes en cada país de la UE.

múltiples aplicaciones, que se pueden dividir en tres apartados:

- Aplicaciones para fase de diseño
- Aplicaciones para fase de construcción
- Aplicaciones para fase de explotación

#### **FASE DE DISEÑO**

La aplicación principal en la fase de diseño es la obtención de levantamientos topográficos del terreno para la redacción de proyectos de infraestructuras. Los métodos más utilizados son los de fotogrametría y mediante LIDAR.

La técnica de fotogrametría permite modelar una superficie en 3D, generar planos, llevar a cabo mediciones (longitudes, áreas, volúmenes) y, por lo tanto, garantiza la precisión durante la generación de mapas y/o cálculos. En una primera



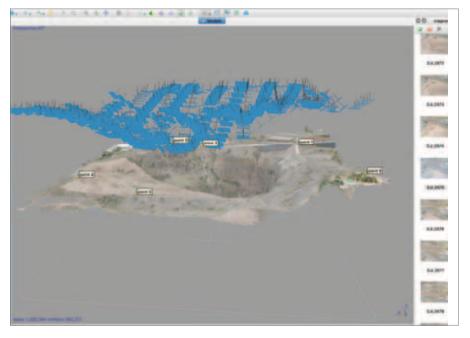
La aplicación principal en la fase de diseño de infraestructuras es la obtención de levantamientos topográficos del terreno para la redacción de proyectos de infraestructuras.

Los métodos más utilizados son los de fotogrametría y mediante LIDAR,

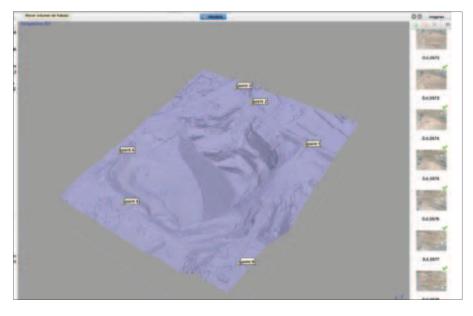
fase se realiza un vuelo con dron para tomar un conjunto de ortofotografías con cierto solape entre ellas; estas fotografías se planifican con aplicaciones concretas que permiten realizar con el dron un vuelo automático en el que va tomando las fotografías ordenadamente a lo largo del recorrido planificado, permitiendo incluso hacer un vuelo en ladera con altura del dron constante sobre el terreno. Posteriormente, mediante software especializado se realiza la restitución fotogramétrica, que permite obtener el relieve de todo el terreno fotografiado, dando lugar a modelos digitales del terreno (MDT), nubes de puntos o curvas de nivel según se requiera, que son los datos necesarios para poder trabajar a nivel de proyecto básico o constructivo. A partir de ahí se pueden también obtener perfiles transversales para cálculo de áreas y volúmenes.



Planificación de ruta



Localización de fotografías para levantamiento topográfico.



Modelo 3D obtenido por fotogrametría.

Para que la precisión del trabajo sea adecuada se requiere tomar las coordenadas de unos pocos puntos en campo con un GPS topográfico para luego georreferenciar con precisión el modelo de terreno obtenido.

¿Por qué hacer un levantamiento topográfico mediante drones? Vamos a enumerar sus ventajas frente al método tradicional:

- Mayores rendimientos por jornada de trabajo
- Reducción de plazos de entrega
- Ahorro de costes
- Obtención de mayor cantidad de información: se general la planimetría de toda la zona que ha sido sobrevolada
- Obtención de elevadas precisiones, hasta 1 cm de GSD (ground simple distance).
- Con la utilización de sistemas RTK embarcado se consigue elevadas precisiones
- Gran valor visual del trabajo final, que incluye no solamente topografía sino también imagen

La tecnología LIDAR incorporada en drones es una técnica de detección remota por láser que mapea un entorno 3D utilizando una georreferenciación directa precisa.

La técnica LIDAR está basada en tecnología láser, la cual permite saber la distancia entre el emisor láser y una superficie gracias a un haz de láser pulsado; esta tecnología láser es la utilizada en los equipos de topografía y cartografía tradicionales. Con la tecnología LIDAR se obtiene una cantidad de datos elevada que permite generar

nubes de puntos con las que se pueden determinar las superficies de la zona a examinar. Cada haz de luz se refleja en uno o más objetos, luego regresa al receptor. Al calcular el tiempo transcurrido entre la emisión del pulso y su recepción y conocer la velocidad de la luz, el sistema LIDAR puede medir la distancia entre la fuente y el objetivo.

El sistema LIDAR también incluye un sistema de posicionamiento GPS. Con este dispositivo, puede determinar la posición en el espacio en coordenadas x-y-z. La unidad inercial o IMU mide la orientación precisa del dron para cada punto estudiado.

¿Cómo funciona el sistema LI-DAR?

- 1. La emisión del pulso láser.
- 2. La grabación de la señal retrodispersada.
- 3. La medida de la distancia.

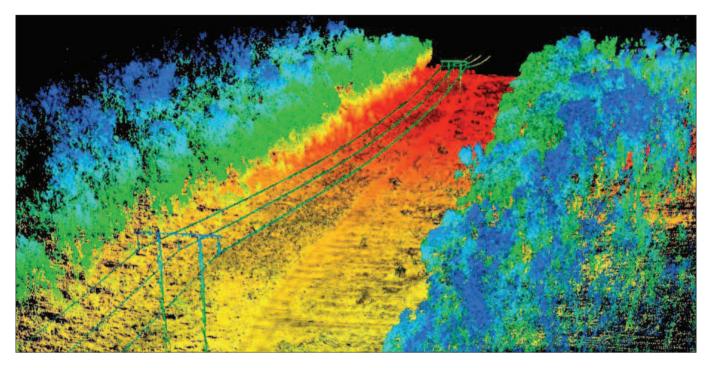
- 4. Recuperación de la posición v altitud del dron.
- 5. Procesamiento de datos.

Las ventajas de la técnica LIDAR frente a la fotogrametría con drones residen en el aspecto de que puede llegar a cualquier área evitando las "zonas de sombra", llegando incluso a rebotar debajo de la vegetación o en zonas con edificios altos debido a los ecos del LIDAR. Con esta tecnología también es posible detectar los cables del tendido eléctrico, telefónico, etc, gracias la condición metálica de éstos. Además, una característica adicional a destacar de la tecnología LIDAR es la obtención de una precisión altimétrica de gran calidad.

El LIDAR embarcado en drones se utiliza en diversos ámbitos: agricultura de precisión, silvicultura, minería y canteras, carreteras y ferrocarriles, inspección de infraestructura y líneas eléctricas, y arqueología.



Dron multirrotor con equipo LIDAR embarcado.



Nube de puntos obtenida con LIDAR.

En fase de diseño resulta también muy útil el dron para realizar reconocimientos de terreno en los que resulta incómodo o inseguro el acceso de personas para tomar datos de campo. Esta tarea se puede realizar incorporando al dron cámaras RGB (cámaras de espectro visible) para toma de video y fotografía.

#### **FASE DE CONSTRUCCIÓN**

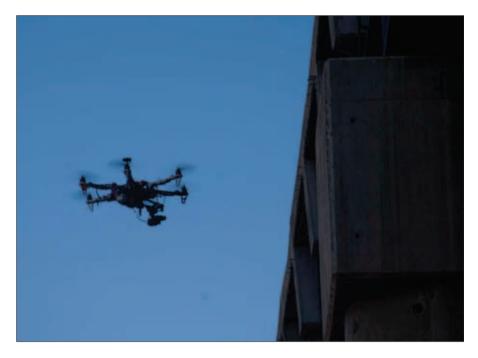
En fase de construcción es igualmente útil el sistema de fotogrametría o LIDAR para hacer un seguimiento de los volúmenes vaciados o terraplenados durante las obras, así como un seguimiento visual de las mismas mediante cámaras RGB. Por otro lado, también resulta de interés la utilización de drones mediante cámaras RGB y cámaras termográficas para realizar control de estabilidad de taludes, pues las primeras permiten caracterizar el modelo del terreno y sus modificaciones en el tiempo mientras que las segundas permiten observar la posible aparición de corrientes de agua que puedan desestabilizar el talud.

#### **FASE DE EXPLOTACIÓN**

En fase de explotación las mencionadas tareas para las fases de diseño y construcción son también aplicables, pero se nos abre aquí una puerta hacia la inspección de estructuras civiles e industriales, una actividad en la que los drones tienen presencia notable y que va en aumento. Aquellas estructuras cuyas dimensiones exigen la utilización de medios de elevación para su inspección son dignas merecedoras de ser revisadas mediante drones debido a las evidentes ventajas en términos económicos, de eficiencia y de seguridad. Son múltiples los casos en que pueden resultar útiles, ejemplos de ello son la inspección de puentes, aerogeneradores, torres eléctricas, etc. Existen otros casos en que no es la altura o poca accesibilidad de la infraestructuras el motivo de utilización de drones pero sí lo es la amplitud del terreno a inspeccionar, como es el caso de la inspección de huertos solares con placas fotovoltaicas. Los equipos utilizados en la inspección de todas estas infraestructuras mencionadas son cámaras RGB y cámaras En fase de construcción es igualmente útil el sistema de fotogrametría o LIDAR para hacer un seguimiento de los volúmenes vaciados o terraplenados durante las obras.

termográficas, que permiten en el primer caso tomar imágenes visibles y en el segundo caso imágenes de temperatura de los elementos conformantes de la estructura, una cuestión muy útil y reveladora del estado funcional y de conservación de los mismos.





Inspección de estructuras.



Multirrotor



Ala fija. Fuente: internet.

La incorporación de cámaras termográficas a los drones está abriendo un campo novedoso de aplicaciones para un gran número de actividades. Tecnofly Canarias, en su habitual línea de innovación v actualización, se ha dotado de una de las mejores cámaras termográficas radiométricas del mercado para aprovechar las bondades de esta tecnología en sus actividades.

Al montar la cámara termográfica en un dron es posible revisar grandes cantidades de terreno o instalaciones en un único vuelo, así como acceder a zonas difíciles o casi impracticables sin riesgo humano alguno. De esta forma se evitan costosas operaciones al cliente, ahorrándose no sólo dinero sino también tiempo en la planificación y ejecución de esas actividades.

El uso de drones con cámaras termográficas radiométricas es hoy día la mejor solución para la inspección industrial, la inspección de edificios (fachadas y cubiertas),

la revisión de tendido eléctrico de alta tensión, controles de obras y fábricas, la supervisión de parques solares y aerogeneradores, inspecciones de oleoductos, presas y puentes, la detección de fugas de agua, etc, sin interrumpir la labor diaria de la empresa y minimizando los riesgos humanos.

La termografía permite la detección prematura de fallos y averías. Es una magnífica herramienta para el mantenimiento predictivo de instalaciones, y, si esta técnica se aplica desde drones, permite evitar los elevados gastos en una inspección desde una aeronave tripulada.

La termografía es una técnica va habitual en los sectores industriales, de construcción y energético que permite medir con precisión las temperaturas superficiales de un objeto sin mantener contacto físico con él. El uso de los drones y las cámaras termográficas aporta cada vez más posibilidades y ventajas en este campo.

#### **TIPO DE APARATOS**

Para realizar trabajos aéreos con RPA para las diversas aplicaciones en ingeniería existen dos opciones de dron: multirrotor y ala fija. El primero tiene la capacidad de vuelo estacionario y a bajas velocidades, lo cual le permite mayor flexibilidad y mayor espectro de utilización, especialmente en la inspección de estructuras. Otra ventaja es la posibilidad de embarcar un mayor número de sensores diferentes para la toma de datos. El ala fija necesita espacios más amplios para operar y no puede mantener vuelo estacionario, pero ofrece la ventaja de una mayor autonomía y mayor velocidad operativa, que lo convierte en una solución ideal para cubrir grandes extensiones de terreno en poco tiempo (por ejemplo infraestructuras lineales), pudiendo cubrir muchas hectáreas en un solo vuelo.



Cámara termográfica (i) y cámara RGB (d) embarcadas en dron.

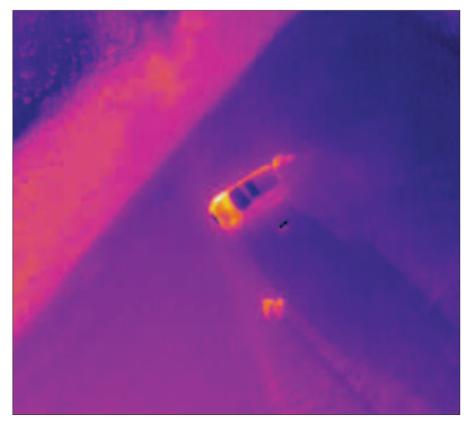


Imagen obtenida con cámara termográfica.

#### VISIÓN GENERAL DEL PANORAMA ACTUAL

En este momento la tecnología dron es ya una herramienta muy potente y con grandes ventajas desde el punto de vista técnico, económico y logístico. No obstante la legislación vigente es bastante estricta y su aplicación real se está produciendo con bastante lentitud debido al farragoso proceso de tramitación de autorizaciones y al elevado número de solicitudes de las mismas. Además, su carácter de tecnología emergente y las implicaciones que pueden tener sobre la vida diaria hacen que las administraciones competentes sean muy conservadoras, circunstancia ésta que añade un punto adicional de incertidumbre y ralentización del sector. Aún así, las ventajas del sistema son evidentes, de modo que ya el dron se ha ganado por méritos propios su espacio como tecnología útil en muchos ámbitos, incluido el sector de la ingeniería civil, y son ya muchas empresas y administraciones las que solicitan trabajos con esta tecnología.

Si queremos hacer uso de RPA's en nuestro proyecto de infraestructura, ya sea su fase de diseño, construcción o explotación, debemos en primer lugar contactar con un operador habilitado por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea -existe un registro de operadores en su web (https://www. seguridadaerea.gob.es/lang\_castellano/cias\_empresas/trabajos/rpas/ default.aspx) que nos asesorará sobre la posibilidad de realizar el trabajo en cuestión, tanto desde el punto de vista técnico como legal. Si bien esta tecnología es bastante reciente, el nivel de especialización en la materia ya ha adquirido bastante madurez, existiendo en nuestro país empresas y autónomos con gran conocimiento y experiencia que permiten proporcionar resultados muy satisfactorios al cliente.



# BIM. TRABAJO COLABORATIVO Y EFICIENCIA EN LA CONSTRUCIÓN

#### MIGUEL ÁNGEL SOCORRO DOMÍNGUEZ

Ingeniero Civil e Industrial

#### **ÁNGEL GARCÍA DE HOCES**

Ingeniero Técnico en Topografía

#### HISTORIA SOBRE METODOLOGÍA BIM

## 1. De la mesa de dibujo a CAD hasta llegar a BIM

l desarrollo de la Ingeniería Civil durante los siglos XX y XXI, nos ha llevado a una evolución con profundos cambios. La innovación, los avances técnicos facilitados por la aparición de la informática y su accesibilidad, nos ha permitido mejorar con la aplicación de nuevas herramientas que nos permiten avanzar en el desarrollo de la profesión cada día hasta unos límites muy difícilmente previsibles allá por los comienzos del siglo XX.

El primer paso del progreso en la Ingeniería Civil y Arquitectura, fue el salto del papel y la mesa de dibujo al uso del CAD (Computer Aided Design).

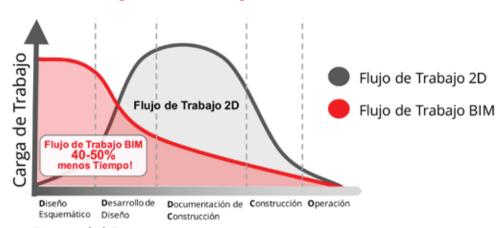
Algunas de estas mejoras fueron, la obtención de un modelo definido que podía configurarse en diferentes escalas y tantas veces como fuese necesario, esto permitió, optimizar los proceso, reducir los costes y que la información de los proyectistas pudiera llegar a los diferentes agentes de un proyecto de forma rápida.

En la permanente búsqueda de la innovación para optimizar los recursos, apoyándonos en avances tecnológicos, como Internet, nuevos hadwares y softawares, este desarrollo de proyectos en 2D pasó a hacerse en 3D.

Hasta este momento solo se contemplaba el desarrollo de proyectos de forma geométrica e individualizada, creando diferentes partes en nuestro proyecto para diferentes fases de la construcción.

Con la metodología BIM se abre un nuevo escenario, que nos permite asociar el diseño geométrico a

### Productividad = Proyectos mas rápidos Flujo de Trabajo más Eficiente



Fases del Proyecto

la información de nuestro proyecto mediante un trabajo colaborativo entre los diferentes agentes con un modelo vivo y editable en todas las fases de un proyecto.

#### 2. Hitos históricos BIM

#### A nivel mundial

1987. GraphisoftArchiCAD desarrolla el concepto de edificio virtual (Virtual Building).

1994. Se funda la International Alliance ofInteroperability (IAI) en EE.UU.Generan el primer estándar de intercambio, el IndustryFoundationClasses (IFC).

2003. GSA, PublicBuildingsService (PBS) y Office ofChiefArchitect (OCA), establecen el Programa Nacional 3D-4D-BIM (EE.UU.).

2005. La (IAI) creada en el año 1994 cambia su nombre a BuildingSmart. 200. La GSA requiere BIM para todos los proyectos importantes que reciben financiación a partir del año 2007 y posteriores.

2011. Cabinet Office UK redacta el Plan Nacional para la utilización de BIM en todos los proyectos públicos estableciendo fases e hitos de introducción con el objetivo de estar en el año 2016 en un nivel 2 de BIM.

2012. BuildingSmart Finlandia publica la serie COBIM con el objeto de tratar los requerimientos BIM para proyectos tanto de nueva construcción como remodelaciones.

La Autoridad de Edificación y Construcción (Building and Construction Authority – BCA) de Singapur publica la Guía BIM. Se establece también la obligatoriedad de BIM para la entrega en arquitectura para 2013 y en estructuras e instalaciones para 2014.

#### A nivel europeo

La Directiva 2014/24 sobre contratación pública de la Unión Europea (EUPPD) estableció que los Estados miembros podrán emplear sistemas electrónicos (medios de comunicación y herramientas para modelar los datos del edificio) en procesos de contratación de obras, servicios y suministros, siendo esta una referencia implícita al BIM. Su objetivo era reunir y alinear los distintos esfuerzos nacionales BIM bajo un enfoque común europeo.

La Comisión Europea cofinanció durante dos años un grupo de trabajo europeo sobre BIM, el EU BIM Task Group, en el mismo participaron representantes de Administraciones Públicas (licitadores públicos, gestores de infraestructuras y gestores de activos inmobiliarios) de los Estados Miembros. Su objetivo era reunir y alinear los distintos esfuerzos nacionales BIM bajo un enfoque común europeo.

En Inglaterra, país a la cabeza de implantación BIM en Europa se convirtió en un requisito obligatorio por parte del gobierno la entrega de los proyectos de construcción a partir del año 2016 especificando ya a partir de este año un nivel de desarrollo BIM 2 y a partir del año 2020 será obligatorio un nuevo nivel BIM 3.

La realidad en el caso de España, es que tenemos un problema importante de formación en entorno BIM en todos los órganos, y que hacen muy difícil establecer un horizonte temporal medio en el cual sea generalizada la exigencia del formato BIM para contratar proyectos con la Administración Pública.

En Francia se inició el uso obligatorio del BIM desde el 2015 y aborda un ambicioso proyecto que pretende su completa implantación en 2022.

En Alemania existe un plan BIM desde 2015, impulsado por el sector privado y apoyado por el Gobierno a través de una serie de obras piloto. En Finlandia, Noruega y Suecia, su uso es obligatorio en muchos casos.

En el caso español, en base a los trabajo de la Comisión BIM, se esperaba un uso recomendado de BIM en las licitaciones públicas para marzo de 2018, estableciendo como uso obligatorio del mismo en edificación en diciembre de 2018 y de julio de 2019 en infraestructuras.

La realidad en el caso de España, es que tenemos un problema importante de formación en entorno BIM en todos los órganos, y que hacen muy difícil establecer un horizonte temporal medio en el cual sea generalizada la exigencia del formato BIM para contratar proyectos con la Administración Pública.





BIM (Building Information Modeling).

ation |

#### **DEFINICIÓN BIM**

#### 1. Definición según sus siglas

**Building**: building no nos referimos a un edificio, sino al verbo construir, ampliando de esta manera el concepto a todo el sector de la construcción e infraestructuras.

**Information**: Se refiere a la manera de gestionar la información a lo largo de la vida útil de un proyecto para mejorarlo.

Modeling: modelado virtual en tres dimensiones de una construcción o una infraestrutura, se trata de un modelo "vivo" que permite gestionar la construcción o la infraestructura.

#### 2. ¿Qué es realmente BIM?

Teniendo en cuenta estas siglas ¿qué es realmente el BIM?

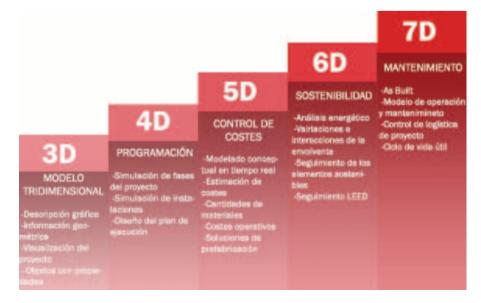
Se trata de una nueva metodología de trabajo que nos permite gestionar nuestros proyectos en todas sus fases, relacionando la geometría con la información en un modelo virtual asociado a una base de datos. Este modelo de información va a ser un modelo vivo y editable en todas las fases de un proyecto y nos permitirá un uso posterior en la fase de mantenimiento.

No es una herramienta o un software por eso hablamos de una metodología colaborativa entre dis-



tintos agentes, mediante metodología BIM no solo queremos asociar información geométrica y datos, si no que vamos a compartirla con todos los agentes del proyecto en cada fase. El BIM es una nueva metodología de trabajo que nos permite gestionar nuestros proyectos en todas sus fases, relacionando la geometría con la información en un modelo virtual asociado a una base de datos.

Podemos argumentar por tanto que dentro de la definición de BIM tenemos tres pilares fundamentales: personas, procesos y herramientas.





#### BENEFICIOS E INCONVENIENTES DE LA METODOLOGÍA BIM

#### 1. Beneficios

Los beneficios más inmediatos de BIM en el diseño de proyectos de construcción son mejores diseños, mayor eficiencia y productividad.

Con el uso del BIM la geometría y la información de la construcción están relacionados de manera dinámica, se reduce el tiempo en la evaluación de alternativas, en las modificaciones del diseño y sobre todo en la fase de construcción y una vez que el proyecto esté ejecutado.

Más allá de la eficiencia y productividad, BIM facilita la optimización de proyectos, al incluir visualización, simulación y análisis como parte de sus procesos de diseño.

#### 2. Inconvenientes

Podemos identificar como tres las principales barreras que vamos a encontrar para la implantación BIM en nuestro entorno de trabajo como: el coste inicial en la adquisición del software, hardware, la formación de nuestro personal o la contratación de nuevo personal cualificado y la legislación de cada país.

BIM llega a las empresas del sector como una revolución o evolución que quiere cambiar el sector y eso produce miedos y dificultades en los profesionales acostumbrados a métodos anteriores.

Hay ciertas barreras que dificultan la implantación BIM en las empresas. Hay dificultades externas a las empresas, como que la legislación no esté desarrollada completamente, desconocimiento del personal de la administración pública o del cliente en general, o que la tecnología actual no esté lo suficientemente desarrollada.

El coste de implantar BIM requerirá un gasto inicial tanto en hardware como en software. Muchas de las aplicaciones del entorno BIM requieren ordenadores con hardware muy potente. El coste del software/hardware está asociado al coste en la formación necesaria para la correcta y eficiente utilización de estas nuevas herramientas y metodologías.

La mayor eficiencia que las nuevas herramientas BIM ofrecen compensa estos costes iniciales, pero esa es una visión a largo plazo que las empresas deben entender para dar el paso de la implantación BIM.

#### AGENTES IMPLICADOS, ROLES Y RESPONSABILIDADES (BEP)

#### 1. Roles y responsabilidades

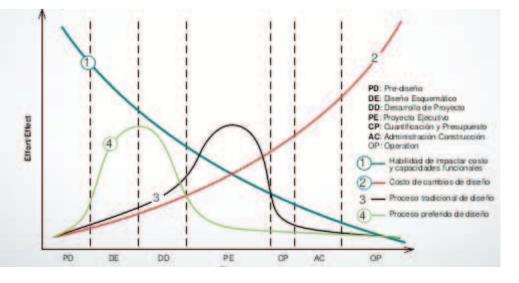
Entendemos por rol a una agrupación de funciones consensuada que implica:

Que en la gestión de un proyecto BIM, los ooles no son cargos en la empresa, son funciones y responsabilidades asignados en el equipo de trabajo.

Un rol puede ser ejercido por varias personas (habitualmente en proyectos de gran tamaño). Y al contrario una persona puede asumir varios roles (habitualmente en proyectos de menor tamaño)

Los miembros del equipo de trabajo deben ser competentes y tener autoridad para desempeñar el Rol asignado.

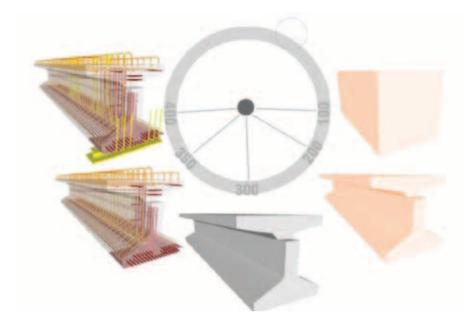
Se muestra una tabla con los diferentes Roles y sus responsabilidades BIM mas importantes:



**30** / mayo 2019 Cimbra

ROLES	RESPONSABILIDADES
Director de Proyecto BIM  "BIM Project Manager"	<ul> <li>Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo a los EIRs (Requisitos de Información del Cliente).</li> <li>Definir los objetivos y usos BIM del cliente.</li> <li>Desarrollar el plan de proyecto.</li> <li>Definir el alcance del proyecto.</li> <li>Seleccionar, conformar y liderar el proyecto.</li> <li>Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto.</li> <li>Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.</li> <li>Gestionar y controlar los riesgos, los cambios y la calidad del proyecto.</li> <li>Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.</li> </ul>
Director de la Gestión de la Información "Information Manager"	<ul> <li>Gestionar y controlar el flujo de información entre todos los agentes intervinientes en el proyecto BIM a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.</li> <li>Organizar y transmitir entre los agentes la información adecuada y en el momento oportuno.</li> <li>Transmitir la información del proyecto al Promotor o Cliente.</li> </ul>
Director Técnico BIM  "BIM Manager"	<ul> <li>Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del PEB.</li> <li>Aplicar los flujos de trabajo en los proyectos y los protocolos BIM.</li> <li>Coordinar el Equipo de Diseño del proyecto EDP (IntegratedDesign Project Team, IDPT) y establecer el entorno Colaborativo (CDE) en cumplimiento con los requisitos de información del cliente (EIRs).</li> <li>Normalización y estandarización.</li> <li>Software y plataformas.</li> <li>Establecer los niveles de detalle y de información (LOD/LOI).</li> <li>Gestión del modelo, su calidad y los cambios.</li> <li>Establecer y coordinar los flujos de trabajo y gestión de requisitos.</li> <li>Detección de interferencias entre distintas disciplinas.</li> </ul>
Director de la Gestión del Diseño. "Lead Designer"	<ul> <li>Administrar el diseño.</li> <li>Aprobar y desarrollar la información.</li> <li>Aprobar los resultados del Equipo de Diseño del Proyecto EDP.</li> </ul>
Director de Equipo "BIM Team manager"	Responsable de la producción del diseño en una disciplina determinada.
Coordinador BIM "BIM Coordinator"	- Coordinar el trabajo dentro de su disciplina Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de disciplinas.
Modelador BIM "BIM Modeler"	<ul> <li>Proporcionar información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.</li> <li>Debe seguir en su trabajo los protocolos de diseño.</li> <li>Coordinar constantemente su trabajo con las partes externas.</li> <li>Posee técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información.</li> <li>Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.</li> <li>Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.</li> </ul>





LOMD=LOD+LOI

# NIVELES DE DEFINICIÓN DEL MODELO. LOD/LOI

Uno de los puntos más importantes antes de generar un modelo BIM será establecer el nivel de definición del modelo (LOMD) necesario para la correcta coordinación y modelado BIM de nuestro proyecto.

La cantidad de información no gráfica desarrollada para una etapa determinada se denomina "nivel de información" o LOI y la información gráfica desarrollada se denomina "nivel de detalle" o LOD. Ambos forman parte del término general LOMD: "Nivel de definición del modelo".

#### 1. Nivel de desarrolló LOID

Para definir el nivel de desarrollo LOD (Level Of Detail), nos basaremos en el Documento de la AIA (US) (Instituto Americano de Arquitectos) "LevelofDevelopmentspecification" Este documento define numericamente el nivel de desa-

rrollo o grado de madurez de la información que posee un elemento perteneciente al modelo BIM.

- LOD 100: nivel básico en el que los diferentes elementos pueden estar representado por un símbolo, se incluyen medidas básicas de cada uno de ellos.
- LOD 200: se define geométricamente cada elemento especificando de forma aproximada tamaño, forma, ubicación, puede contener información no geométrica.
- LOD 300: aumenta el nivel de detalle, se define geométricamente y detalladamente cada elemento especificando de forma exacta tamaño, forma, materiales, ubicación, puede contener información no geométrica.
- LOD 350: incluye la detección de interferencias entre los distintos elementos.
- LOD 400: incluye la información de fabricación y puesta en obra.
- LOD 500: incluye la información relativa al proyecto finalizado (AS-Built) para un posterior mantenimiento.

# MODELO Sitio se defermina la existencia o la emistrocia deferminaria. No deferminaria.

# LOD 100 LOD 200

#### 100ELO spesor otras

en em de forma

#### DATOS GRÁFICOS

 Existencia del muro.
 Unidades, espesor y dimensiones en cm de manera aproximada.

#### DATOS NO GRÁFICOS

 Debe distinguirse entr tipologías informativamente sin otros datos.
 Se incluyen los conoci dos pero no son determinantes.

# **LOD 300**

MODELO



#### DATOS GRÁFICOS

Unidades, espesor y dimensiones (cm).
Materiales
Capas y espesores (cm)
Comportamiento en

#### - Comportamiento en encuentros. DATOS NO GRÁFICOS

 Marcas y modelos de capas y materiales.
 Datos físicos, químicos y/o mecánicos definitorios y mínimos de normativa si no se definen.

# **LOD 400**

ODELO

Madas

ATOS
RÁFICOS

Dimensiones y Materiales Uds., espesor, dimensiones (cm) Capas y espesores en cm. Comportamiento en encuentros Plano de replanteo de ladrillo

#### DATOS NO GRÁFICOS

Marcas y modelos de cap y materiales

mecánicos definitorios y mínimos de normativa si no se definer. Replanteos de ladrillo, planos de montaje de prefatiricados, instrucciones de montaje o instalación de aislamiento, monua de montaje del intradós, etc.

# LOD 500

# MODELO 33 Joyn 1035

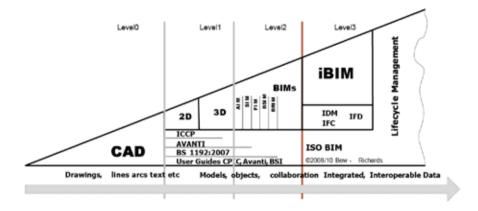
# DATOS GRÁFICOS

fiel a lo ejecutado en la realidad.
Dimensiones y Materiales
Llós, espesor, dimensiones en cm
Capas y espesores en cm.
Comportamiento en encuentros.
Plano del pladurdel intradós.

#### DATOS NO GRÁFICOS

Marcas y modelos de capas y materiales.

Datos físicos, químicos y/o mecánicos definitorios y mínimos de nomativa si no se definen. Todos los datos necesarios par el mantenimiento, instrucciones, de mantenimiento, fichas l'écricas entremación, concerció y revisiones.



Más allá de la eficiencia y productividad, BIM facilita la optimización de proyectos, al incluir visualización, simulación y análisis como parte de sus procesos de diseño.

#### 2. Nivel de información LOI

El AEC (UK) BIM Protocol (Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry) da una definición y clasificación propia sobre la información de los elementos del proyecto. Indicándonos el nivel de información o LOI (Level of Information).

- LOI 0: CAD 2D mediante en entorno no colaborativo.
- LOI 1: incluye el modelo 3D distribuyendo la información en un entorno de datos común CDE (Common Data Enviornment)
- LOI 2: incluye el trabajo colaborativo en un formato común abierto (COBIe o IFC), no necesarimante se trabaja en un modelo compartido. El modelo ya contiene la geometría y la información asociada.

- LOI 3: modelo con un detalle muy alto compartido completamente por parte de todos los agentes y disciplinas. No está del todo definido y se está desarrollando actualmente debido a las reticencias del sector en materia de propiedad intelectual o responsabilidades.
- LOI 4: todavía por definir va encaminado a evaluar y mejorar los resultados sociales.

#### IMPLANTACIÓN EN ESPAÑA

Según un estudio publicado por EAE Business School en agosto de 2018, en que se analiza la propia metodología y la capacidad de BIM de ser adoptado, España se sitúa en "una posición intermedia, sin liderar ningún aspecto, pero con un esfuerzo sostenido para adaptarse al BIM". Desde el punto de vista normativo, BIM forma parte de la valoración de las licitaciones de forma voluntaria. De

las licitaciones públicas para obras con implantación BIM, el 20% son con la administración estatal, 58% autonómica, el 13% local y 8% otros.

Actualmente, el conjunto de todas las licitaciones públicas a nivel autonómico donde BIM ha estado presente en algún componente esencial se acerca al 9% de la valoración total de la oferta. En datos, el 60% de las licitaciones autonómicas no tiene en cuenta BIM. Del 40% que sí tiene cuenta BIM en alguno de sus aspectos, el 90% no define el alcance del uso de BIM. De estos, el 93% obvia cualquier referencia a los aspectos colaborativos BIM y el 98% no tiene en cuenta los aspectos tecnológicos de la información del BIM.

Cataluña lidera el número de licitaciones públicas autonómicas con BIM, en concreto, con 12 proyectos, pero el valor real en euros es mayor el País Vasco con 10,91 millones de euros y solo 3 proyectos, En cambio, el valor de los proyectos catalanes es de 0.48 millones de euros.

#### **TERMINOLOGÍA BIM**

La metodología BIM está repleta de acrónimos, términos y expresiones provenientes de aquellos lugares en los que ha tenido un mayor desarrollo y difusión, en general, del mundo anglosajón. Por ello, resulta muy frecuente el uso de expresiones en lengua inglesa. Así mismo, gran parte de bibliografía que aborda la metodología BIM y sus contenidos está escrita en esta lengua.

En España, son frecuentemente empleados dentro del sector de la construcción nacional y algunos de ellos, también han sido adoptados como "estándares" habituales en nuestro país. Es frecuente, incluso en pliegos de licitación españoles, referencias a LOD's, BEP's, etc. Estos términos, en ocasiones, conviven con otros más adaptados a la cultura y la forma de proceder del sector de la construcción en España.

mayo 2019 / 33

Cimbra



Una red de calor es un tipo de red de distrito. Las redes de distrito distribuyen el calor y/o el frío y tienen como objetivo ofrecer un servicio de climatización (frío y calor) y agua caliente sanitaria a los ocupantes de los distintos edificios de la zona a través de una red, mejorando la eficiencia energética y la calidad del servicio respecto a las obtenidas con instalaciones individuales. Concretamente se trata de la producción centralizada de calor, que mediante un sistema de redes que transportan fluidos térmicos, normalmente agua, satisfacen la demanda de calefacción y agua caliente sanitaria de los usuarios conectados a la red.

#### **SERGIO CASERO PALOMARES**

Ingeniero Civil. Director de ATG Enginyers



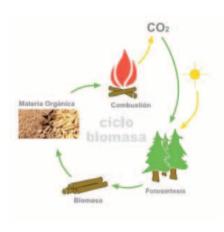
# SU INSTALACIÓN EN MUNICIPIOS RURALES

no de los grandes problemas que existen en la actualidad en España es la despoblación. De los 8.124 municipios existentes, 4.979 tienen menos de 1.000 empadronados y de ellos 3.972 subsisten con menos de 500. La mayor parte del territorio está afectado por la despoblación con mayor o menor severidad.

Una de las consecuencias de las despoblación es el abandono de

las zonas de cultivo, con lo que la superficie forestal, al contrario de la creencia generalizada, está aumentando en las últimas décadas en España. Pero se trata de un crecimiento desordenado y con una nula gestión de los bosques, cuyo resultado es la creación de superficies boscosas con una gran espesura que constituyen auténticos polvorines.

Si además nos encontramos en un contexto de cambio climático, en el que debemos buscar alternativas a los combustibles fósiles, la biomasa se convierte en una excelente alternativa. Se trata de una fuente de energía de origen renovable, se puede regenerar de forma natural.



La utilización de la biomasa por el ser humano es una práctica ancestral. Si imaginamos una chimenea echando humo por la quema de leña resulta difícil pensar en la biomasa como una energía limpia. Sin embargo, es un combustible prácticamente neutro en cuanto a emisiones de CO<sup>2</sup> puesto que las emisiones que emanan con su quema son reabsorbidas de nuevo, mediante la fotosíntesis de plantas y árboles. Nada que ver con los combustibles fósiles que emiten CO2 que lleva millones de años almacenado bajo tierra y que no es vuelto a captar.

En el tema económico, la utilización de una red de calor siempre representa un ahorro de energía y, por tanto, para la economía de los usuarios. En redes de calor alimentadas con astilla de pino (biomasa), el ahorro se encuentra entre el 50-60%. Un ejemplo de este ahorro sería el siguiente: para una vivienda tipo unifamiliar situada en una zona fría, Portell de Morella (1.074 msnm), con un gasto anual de calefacción de 2.000€ con caldera de gasoil, tras la instalación de la red de calor la factura baja hasta los 750-800€.

Por tanto la instalación de redes de calor alimentadas con biomasa supone una decisión interesante por las siguientes ventajas principalmente, entre muchas otras:

- Previene la despoblación, al dotar al municipio de un servicio que mejora las condiciones de vida de los vecinos y crea puestos de trabajo (construcción red de calor, limpieza de monte, producción de astilla, mantenimiento de la red,...), asentando la población.
- Se mantienen las zonas boscosas. La explotación de la biomasa, con un adecuado plan de gestión forestal, mantiene el bosque "limpio" y evita, en gran medida, la propagación de grandes incendios forestales.
- Se trata de una energía renovable, con lo que se evita la utilización de combustibles fósiles y se ayuda a la reversión del cambio climático.
- Supone una ahorro económico importante para los vecinos del municipio.

#### FUNCIONAMIENTO E IMPLANTACIÓN EN PEQUEÑOS MUNICIPIOS (PORTELL DE MORELLA Y TODOLELLA)

Se trata de dos pequeños municipios del interior de Castellón de 200 y 147 habitantes respectiva-

mente, limítrofes con la provincia de Teruel, situados en la zona climática más fría de la Comunidad Valenciana y rodeados por grandes extensiones de bosque mediterráneo.

Los dos municipios tienen un problema principal, la despoblación, si no se toman medidas a corto plazo estos dos municipios al igual que muchos otros de las zonas más despobladas de España están condenados a la desaparición. Con la instalación de las redes de calor, se pretende revertir, en la medida de lo posible, esta situación, contribuyendo al asentamiento de la población principalmente con dos medidas concretas:

- Mejora de las condiciones de vida en los municipios.
- Creación de puestos de trabajo, durante la construcción de las redes, para su mantenimiento, explotación y obtención de biomasa con la gestión de los bosques.

Se trata de redes de un tamaño medio y que alimentan a la totalidad de los edificios públicos y viviendas particulares que han decidido conectarse. Son dos actuaciones pioneras, ya que se trata de los dos primeros municipios de la Comunidad Valenciana que suministran calor (calefacción y ACS) a la totalidad de sus cascos urbanos por medio de redes de calor.

A continuación, describiremos las partes esenciales de una red de calor y particularizaremos para el caso de Portell de Morella y Todolella que son muy similares:

# Producción: la central de generación de calor

Aquí se ubican las calderas de alta eficiencia y mínimo impacto medioambiental. En la central también están instalados los sistemas de control e impulsión del agua caliente a la red de distribución.



Central de generación de calor de la red de calor de Todolella.





Sala de calderas y detalle quemador caldera. Red de calor de Portell de Morella.





Silo central generación de calor y descarga de astilla directa. Red de calor de Todolella.

En nuestro caso hemos instalado dos calderas que utilizan como combustible la astilla de pino y con una potencia, cada una, de 200 kW. Se ha previsto el espacio suficiente para una ampliación con una tercera caldera de potencia de 200 kW o superior. Siempre es aconsejable la instalación de varias calderas que sumen el total de la potencia necesaria en lugar de solo una. El motivo es que nos da capacidad de respuesta ante la avería de alguna de las calderas, y permite el funcionamiento en cascada de las calderas para poder adaptarnos a las diferentes demandas de calor de la red.

#### Distribución de la red

Sistema de tuberías pre-aisladas térmicamente, que transporta energía desde la central hasta los puntos de consumo, edificios.

En nuestro caso se trata de conducciones realizadas con un tubo interno que transporta el agua, fabricado con polietileno reticulado de alta presión PE-Aa. El aislamiento puede consistir en paneles de espuma reticulada PEX o espuma de PU espumada con pentano o CO2. Envolviendo los tubos internos y el aislamiento existe una cubierta corrugada realizada con PE-LLD.

Las redes de calor tienen una tubería de impulsión, por donde circula el agua bombeada desde la central de generación de calor hasta las subestaciones de las viviendas, y otra tubería de retorno por donde regresa el agua de vuelta a la central de generación de calor, después de haber realizado el intercambio de calor en las subestaciones.

Estas dos tuberías, impulsión y retorno, van en paralelo. En diámetros pequeños ambas tuberías pueden suministrarse en una única conducción. Esta solución disminuve tanto los costes de material, como de instalación. En diámetros más grandes es necesario la instalación de cada una de las tuberías de forma independiente.



Tuberías de distribución de calor marca "Rehau".



Instalación de tubería. Red de calor de Todolella.



Unión mediante casquillo corredizo. Fotografía: Rehau.



Manguito y codo electrosoldable. Fotografía: Rehau.



Acometida domiciliaria.



Unión mediante casquillo corredizo.



Acometida domiciliaria.



Instalación manquitos exteriores en unión acometida.

Cimbra

Las uniones de las tuberías entre sí, en los nodos y en las acometidas pueden realizarse mediante casquillo corredizo o manguitos electrosoldables.

Una vez realizadas las uniones y para que estos puntos dispongan del mismo aislamiento que el resto de la tubería se utilizan manguitos exteriores. Los manguitos están fabricados en un PE-HD. Para estanqueizar los manguitos respecto a la tubería se utilizan folios termorretráctiles que disponen de una cara interior recubierta con un adhesivo termofusible. Finalmente el interior de los manguitos se rellena con una espuma de PU bicomponente, consiguiendo un aislamiento térmico de la unión muy alto.

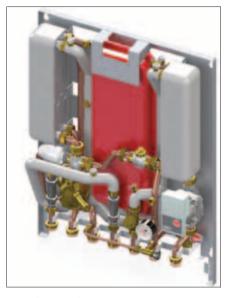
## Intercambio: las subestaciones

Es el sistema que permite entregar la energía térmica a la instalación interior del usuario y donde se realiza la medición de la misma.

Para una vivienda tipo de unos 140 m² distribuida en dos plantas, es suficiente con una estación energética de 20kW que tiene una dimensiones similares a las de un calentador de gas (70x55x30 cm).

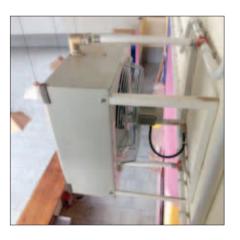
Una subestación dispone de dos intercambiadores de calor, uno se encarga de suministrar el calor necesario para la calefacción de la vivienda, el otro suministra el agua caliente sanitaria instantánea. La estación dispone de mecanismos que dan prioridad a uno u otro intercambiador según la necesidad.

Las estaciones disponen de un contador energético que permite la lectura entre otros parámetros, del consumo de energía. Esto permite gestionar el cobro a cada una de las viviendas por parte del Ayuntamiento o la empresa encargada de la explotación.



Estación energética marca Lovato.







Ventiloconvectores instalados en el polideportivo de Todolella.

## Utilización: la instalación interior.

Instalaciones de la vivienda que distribuyen la energía entregada en la subestación: radiadores, ventiloconvectores, etc.

#### **VENTAJAS DEL SISTEMA**

#### Medioambientales

- Reducción de emisión de gases de efecto invernadero. Es una solución energéticamente más eficiente.
- Se utilizan energías renovables.
- Disminución de ruidos, vibraciones, olores, molestias en general de los usuarios conectados al sistema.

• Aumento de seguridad. No hay riesgo de explosiones, ni de gases.

#### **Económicas**

- Importante ahorro en la factura energética del usuario.
- Al eliminar las calderas individuales se gana espacio en las viviendas.
- Valor añadido para casas rurales, hotel, etc.
- Facilidad en la previsión de la facturación energética.
- Asentar la población, generar puestos de trabajo: mantenimiento, obtención combustible.

Las estaciones disponen de un contador energético que permite la lectura entre otros parámetros, del consumo de energía.

PROYECTADO Y

**DIMENSIONADO DE REDES** 

**DE CALOR** 

Se pueden utilizar diferentes fuentes de calor (combustibles fósiles), aprovechar el calor residual de diferentes procesos industriales y, lo que resulta más interesante, la alimentación de las calderas a través de una fuente de energía renovable como es la biomasa, concretamente la astilla de madera o pellets.

Las redes de calor se realizan principalmente con sistema bitubo (impulsión/retorno). El agua calentada por la central de calefacción es transportada en la impulsión hasta los puntos de consumo. El agua enfriada vuelve a la central de calefacción por el retorno.

#### Diferentes tipologías

La forma de la red de calor viene determinada principalmente por los condicionantes constructivos (trazado de las calles, situación espacial de las casas a conectar, etc.), por el tamaño de la red, y por la existencia de más de una central de generación de calor.

Existen tres topologías:

#### a) Redes radiales

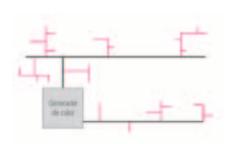
Son las utilizadas en las redes de calor de menor tamaño. Los recorridos cortos de las tuberías y los pequeños diámetros se traducen en costes de construcción bajos y pocas pérdidas de calor. Las ampliaciones sólo son posibles a pequeña escala debido a la reducida capacidad de la red.

#### Ventajas:

- Proyecto de red simple.
- Esta topología siempre es realizable.

#### Desventajas:

- Las ampliaciones posteriores sólo son posibles a pequeña escala.



#### b) Redes en anillo

Para actuaciones de mayor tamaño, con una o más centrales de generación de calor se presta a menudo la topología de red en anillo. Gracias a la topología anular se pueden integrar varias centrales de generación de calor y se garantiza una mayor seguridad de suministro, porque frente a la rotura de alguna de las tuberías se puede continuar con el suministro a los diferentes consumidores.

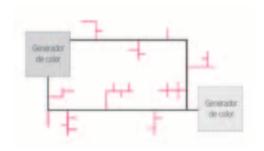
La longitud de la tubería utilizada es mayor que en la red radial, de manera que los costes de inversión y pérdidas de calor son mayores. Estos sobrecostes se pueden minorar gracias al efecto del factor de simultaneidad.

#### Ventajas:

- Integración de varias CGC.
- Mayor seguridad de suministro.

#### Desventajas:

- Solo es posible cuando la topología de la red es apropiada.



#### c) Redes malladas

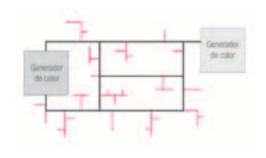
Proporcionan una seguridad de suministro óptima y mayores posibilidades de ampliación. Es la topología con un mayor coste de inversión. Es la utilizada principalmente en las redes de calor municipales.

#### Ventajas:

- Seguridad de suministro óptima.
- Integración de varias CGC.
- Es ampliable.

#### Desventajas:

- Costes elevados, principalmente para redes de calor grandes.



#### Dimensionamiento de la red

Las redes de calor están en servicio, generalmente, todo el año. Suministran calor, tanto para la calefacción, como para el agua caliente sanitaria. Se dimensionan para soportar la carga pico del invierno. La mayor parte del año la red de calor funciona solo a carga parcial y la potencia máxima se precisa muy



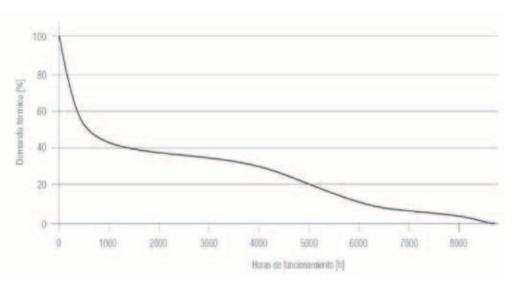


Figura 1. Curva típica demanda anual de una red de calor.

pocas horas al año. Esto se puede apreciar en la curva típica de de-

El proyecto y dimensionado de

la red de calor es la base para que

sea técnicamente realizable y viable

económicamente. Para ello se deben

seguir necesariamente los siguien-

tes pasos:

manda anual de una red de calor.

pero hemos comprobado que los dos más útiles son:

• Recopilación de los datos de consumo de energía de los años anteriores.

• Índice de consumo de energía (la demanda térmica referida a la superficie de vivienda a la que se suministra calor).

1. Determinación de los usuarios que se conectarán/ cálculo de la demanda de calor.

Se debe confeccionar un trazado aproximado basado en consultas a los posibles usuarios, para estimar la rentabilidad.

La rentabilidad de una red de calor aumenta, por regla general, a medida que crece el número de usuarios y se reduce la longitud de la conducción.

A continuación, hay que calcular la potencia nominal o la demanda térmica de cada uno de los consumidores. Un buen conocimiento de la demanda térmica es imprescindible para un diseño eficiente y rentable. Sin este dato se tiende a sobredimensionar la red de calor.

Existen diferentes métodos para el cálculo de la demanda de calor,

## 2. Elección sistema de generación de calor y de acumulación de inercia.

Este es un punto que hay que decidir en las primeras fases del proyecto de una red de calor.

Normalmente se realiza la generación de calor de forma centralizada y se distribuye desde la central a través de la red a los diferentes usuarios, pero también es posible la generación de calor en diferentes puntos de la red.

Otro punto importante es la gestión de la acumulación de inercia. La demanda térmica de la red de calor no sólo es estacional, también sufre grandes fluctuaciones a lo largo del día, por esto es muy recomendable la instalación de depósitos de inercia que permiten desacoplar temporalmente la generación de calor y la demanda térmica.

Los depósitos de inercia suelen instalarse en la central de generación de calor, de esta manera se pueden controlar de forma centralizada.

En una red de calor la principal acumulación de inercia se encuentra en el interior de la red de tuberías de distribución, se trata de miles de litros de agua que se mantienen a una temperatura fijada desde la central de generación de calor.

Los depósitos de inercia suelen instalarse en la central de generación de calor, de esta manera se pueden controlar de forma centralizada. Otra posibilidad es la instalación de depósitos de inercia en los usuarios finales, lo que permite reducir la dimensión de las tuberías de distribución. Está última solución no suele utilizarse para evitar la instalación de elementos de la red en el interior de viviendas particulares, a excepción de grandes consumidores como pueden ser hoteles, colegios, etc.

## 3. Diseño del trazado y ubicación central generación de calor.

Al mismo tiempo que se realizan los pasos anteriores hay que fijar un trazado de la red. Esto es necesario para poder calcular la simultaneidad de los diferentes trazados. Hay que tener en cuenta la distribución de los viales existentes, la existencia de otros servicios instalados, la ubicación de los principales consumidores, etc.

La ubicación de la central de generación de calor es tema de vital importancia en el diseño de una red de calor. Por razones de eficiencia es importante instalarla lo más próxima a los usuarios a abastecer, pero por razones de logística (descarga combustible en los silos) es necesario encontrar una zona donde los camiones tengan espacio para maniobrar v descargar rápidamente. Existen casos de redes de calor que han fracasado por la instalación de la central en puntos de muy difícil acceso o donde el llenado de los silos debía realizarse por métodos que encarecían el precio final del combustible (descarga manual, descarga neumática, etc.).

## 4. Cálculo del factor de simultaneidad.

Las distintas curvas de demanda de potencia de los consumidores individuales producen una dispersión temporal de los picos de potencia. Esto se conoce como simultaneidad y es por este motivo que la potencia total realmente requerida es menor que la suma de las potencias máximas individuales.

 $FS = \frac{Qmax. precisada}{\Sigma Qnom}$ 

FS: Factor de simultaneidad.

Qmax.precisada: potencia total máxima realmente precisada.

 $\Sigma$ Qnom: Suma de la potencia nominal de todos los usuarios conectados.

La simultaneidad influye en la generación de calor y en la red de calor en sí. Esto permite dimensionarla de forma más ajustada y eficiente.

A medida que aumenta el número de consumidores la simultaneidad disminuye. La potencia total máxima realmente requerida de la central de generación de calor, en relación con la suma de las potencias máximas individuales, desciende a medida que aumenta el número de consumidores. En función del número de consumidores se obtiene un factor de simultaneidad con valores teóricos entre 0,5 y 1.

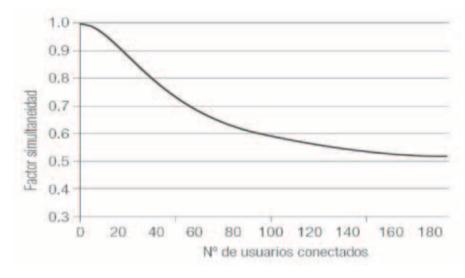


Figura 2. Representación esquemática. Simultaneidad de la demanda térmica total en función del número de consumidores (para consumidores homogéneos).

La simultaneidad no depende únicamente del número de usuarios conectados, también de su potencia nominal, de la tipología de los edificios y del sistema de depósitos de inercia. Si los depósitos de inercia se encuentran distribuidos es necesario cambiar la forma de cálculo, los picos de carga producidos son absorbidos en parte por el depósito de inercia, alisando la curva de demanda.

El factor de simultaneidad depende de varios factores y no existe un valor único para redes de calor. Es necesario realizar el cálculo para cada tubería o ramal individual. Generalmente la tubería principal que parte de la central de calefacción presenta el factor de simultaneidad más bajo y este va aumentando a largo de la red hasta llegar a las acometidas de los consumidores.

## 5. Cálculo de calderas y depósitos de inercia (Central de generación de calor).

La potencia máxima precisada por la red de calor es determinante para el diseño de las calderas y los depósitos de inercia. Generalmente se instalan varios generadores de calor.

Se habla de un reparto modular de potencia cuando, en función de la demanda, se ponen en funcionamiento diversas calderas, que pueden trabajar en regímenes óptimos para cada caso.

La selección del tipo de caldera o fuente de calor (podría utilizarse el calor sobrante de una planta de cogeneración de biogas próxima) se debe adaptar a los recursos disponibles localmente.

Para minimizar aún más los ciclos de arranque y parada de las calderas (carga media y carga pico) se utilizan depósitos de inercia. El dimensionado de los depósitos debe estar adaptado a las calderas, la variación de la demanda térmica y al espacio disponible en la central de generación de calor.

Cimbra

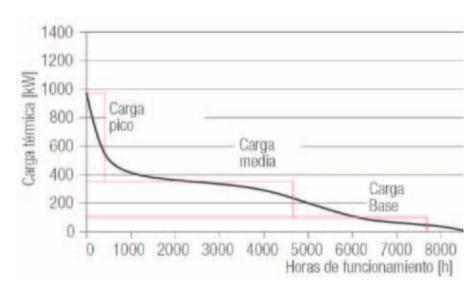
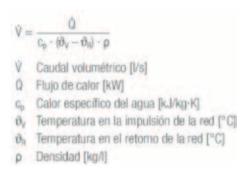


Figura 3. Curva monótona anual con una central de generación de calor modular.

#### 6. Cálculo del caudal volumétrico y de la diferencia de temperaturas requerida.

Una vez conocido el trazado de las tuberías y las diferentes demandas térmicas, se pueden calcular los caudales volumétricos necesarios para el dimensionamiento de las tuberías de la red de calor.

En primer lugar, hay que definir la diferencia objetiva entre la temperatura de la impulsión y la temperatura del retorno.



Las temperaturas típicas en las redes de calor suelen ser entre 65-85° C en la impulsión y entre 45-65° C en el retorno. Generalmente se utiliza una diferencia de temperatura entre impulsión y retorno de 20° C. El objetivo es obtener las diferencias de

temperatura lo más grandes posibles, porque en este caso se reduce el caudal volumétrico manteniendo constante la potencia requerida. Se debe intentar mantener las temperaturas de la red de calor lo más bajas posibles para no tener pérdidas de calor innecesarias.

## 7. Dimensionado de la tubería de distribución/determinación de la ruta crítica.

Para el dimensionado se toman los caudales máximos requeridos de los trazados individuales.

Los costes de inversión y los costes por pérdidas de calor aumentan a medida que se incrementa el diámetro de los tubos. Por contra los costes por consumo eléctrico de las bombas disminuyen gracias a las menores pérdidas de carga. El dimensionamiento óptimo minimiza los costes totales.

Se debe realizar un dimensionamiento previo cuyo objetivo es identificar el ramal de tubería más desfavorable y su pérdida de carga en el contexto de la red completa.

A continuación, se trata de optimizar dicho ramal de tubería para la pérdida de carga total de la red me-

diante dimensionamiento adecuado de los diferentes ramales parciales.

## 8. Diseño del equipo de bombeo.

Una vez tenemos la totalidad de la red proyectada solo queda diseñar el equipo de bombeo que vendrá definido por la altura de elevación y el caudal máximo a transportar. Para conseguir una mayor eficiencia es recomendable utilizar bombas reguladas electrónicamente.



Equipo de bombeo. Red de calor Portell de Morella

## IMPORTANTE PAPEL DEL INGENIERO EN LA IMPLANTACIÓN DE REDES DE CALOR

Los ingenieros en nuestro papel de técnicos municipales y/o asesores de los municipios en la toma de decisiones para el desarrollo municipal, tenemos un papel importante y debemos apostar por la implantación de soluciones eficientes y que a la vez sean respetuosas con el medioambiente.

De esta manera, en ATG Enginyers, hemos trabajado en el desarrollo de los proyectos y la construcción de las dos primeras redes de calor de la Comunidad Valenciana que dan servicio a la totalidad del casco urbano. Se trata de dos municipios situados en la comarca dels Ports de la provincia de Castellón: Todolella y Portell de Morella.



Entrega premios Eneragen 2017





Entrega premios Eneragen 2018



En 2017 el proyecto de la Red de Calor de Todolella fue seleccionado por el IVACE para competir en la categoría de "Mejor actuación relacionada con las energías renovables y la eficiencia energética desarrollada en ayuntamientos de menos de 20.0000 habitantes", siendo reconocido por parte de la Asociación Española de Agencias de Energía (EnerAgen) con la mención de honor.

En 2018 el proyecto de Red de Calor "District Heating" y cogeneración alimentado con calderas de biomasa, en Portell de Morella, fue avalado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial. El jurado consideró que se trata de un proyecto "ejemplarizante y altamente replicable" y le otorgó El Premio Nacional de Energía 2018 en la categoría de "Mejor actuación en materia de Energías Renovables y/o Eficiencia Energética promovida por ayuntamientos de menos de 20.000 habitantes".

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### Rehau

Sistemas para el abastecimiento de energía térmica. REHAU. 2014.

#### Aiguasol

Guía básica de redes de distrito de calor y frío. ADHAC. 2011.

**Cimbra** mayo 2019 / **43** 



ntentaremos dar en este documento un somero repaso a los diferentes tipos de geosintéticos que se usan en el ámbito de firmes de carretera, con especial atención a la función de refuerzo con la esperanza de servir de aclaración de algunas de las dudas más habituales.

#### 1. DEFINICIONES Y TÉRMINOS PARA REFERIRSE A LOS GEOSINTÉTICOS

En primer lugar, parece sensato definir los términos de los productos de los que vamos a tratar, y lo haremos basándonos en las definiciones recogidas en la norma UNE EN ISO 10318-1:2015/Amd 1:2018) "Geosintéticos, Términos y Definiciones" distinguiremos entre:

#### 1.1 Geosintético

"Término genérico para describir un producto, de cuyos componentes, al menos uno de ellos, está fabricado con un polímero sintético o natural en forma de una lámina, tira o banda o estructura tridimensional, que se emplea en contacto tanto con suelos, como con otros materiales en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil."

#### 1.2 Geotextil no tejido

"Material fabricado de fibras, filamentos u otros elementos orientados regularmente o aleatoriamente, unidos de forma mecánica, química o térmicamente."

#### 1.3 Geomalla

"Estructura plana polimérica que consiste en una red abierta regular de elementos íntegramente conectados que actúan por tracción, que pueden ensamblarse por fusión, ligaduras o entrelazado, y cuyas aberturas son mayores que sus elementos constitutivos."

#### 1.4 Geocompuesto (GCO)

"Material ensamblado que se fabrica utilizando, al menos, un producto geosintético entre sus componentes."



El pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) se ocupa de estos materiales en su artículo 290 "Geotextiles y productos relacionados" y define como geotextil:

"Se define como geotextil (GTX) al material textil plano, permeable y polimérico (sintético o natural), que se emplea en contacto con suelos u otros materiales en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil, pudiendo ser tricotado, tejido o no tejido, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10318" (ya mencionada con anterioridad).

#### 2. ¿CÓMO ESTÁN LAS COSAS A NIVEL NORMATIVO EN LA ACTUALIDAD?

Si realizamos una búsqueda de la normativa de referencia sobre el empleo de geosintéticos podremos encontrar tres referencias:

# 2.1. UNE-EN 15381:2014 Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en pavimentos y capas de rodadura asfálticas.

Es la transposición o versión española de la Norma Europea EN 15381 "Geotextiles and geotextilerelated products - Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays" de 2008 y en estos momentos en proceso de revisión y actualización por el Comité Técnico CEN/TC 189.

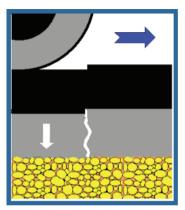
Describe los geosintéticos (geotextiles, geomallas y geocompuestos) mediante los valores declarados por los fabricantes con sus tolerancias, para cada una de las características relevantes para su uso, así como el ensayo normalizado de referencia. Hace una distinción en cuanto a funciones: refuerzo, reducción de tensiones y barrera intercapas y condiciones de uso.

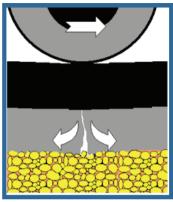
#### 2.2. PG-3 Artículo 290

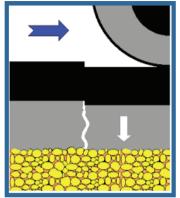
En el actual artículo 290 "Geotextiles y productos relacionados se desarrolla y definen las funciones, propiedades y todos los aspectos relacionados a exigir tomadas en base a la normativa europea anteriormente mencionada, salvo por el punto 290.2.5 donde son se menciona la función de barrera intercapas que sí aparece en la norma UNE EN 15381.

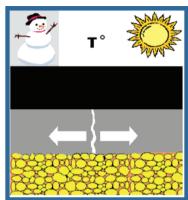
Además como es habitual en el PG-3 se tratan los aspectos en relación con el transporte y almacenamiento del

Cimbra mayo 2019 / **45** 









Cortante

Flexión

Cortante

Climáticos

Acciones que influyen en el proceso de grietas reflejas. Fuente: profesor G. Montestruque.

producto, recepción e identificación, así como del control de calidad y criterios de aceptación o rechazo.

La versión actual de este pliego, no exige valores mínimos de ciertas propiedades que sin embargo son de capital importancia en aplicaciones de refuerzo, como tensiones y deformaciones asociadas en servicio, fluencia de los materiales, adherencia a las capas de aglomerado, y algunas de las que exige no tienen mucho sentido, como el punzonamiento a las geomallas, que como hemos definido, es una red abierta.

## 2.3. Instrucción de Carreteras del Mº de Fomento para Rehabilitación de firmes (Norma 6.3 IC)

La norma 6.3 IC "Rehabilitación de firmes" de la Instrucción de Carreteras, incluye un apartado breve sobre "Sistemas antirreflexión de fisuras" dentro del epígrafe sobre "Recrecimiento con mezcla bituminosa" punto 10.4.2.b) donde se mencionan los geotextiles (¿no tejidos?) impregnados con mortero bituminoso, como un tratamiento de pequeño espesor para controlar la propagación de fisuras, producidas por movimientos horizontales, cuando se realiza un recrecimiento con mezclas bituminosas para rehabilitación estructural de un pavimento de hormigón, siempre que los movimientos verticales en las El panorama no es muy halagüeño, y los agentes técnicos que intervienen en proyecto o puesta en obra carecen de suficientes herramientas para poder evaluar la mejor opción o hacer un control de calidad adecuado.

juntas sean "muy reducidos".

También en el apartado 10.3 "Ampliación de la sección transversal" se presenta la figura 1"Esquema de sección tipo de ensanche de firme" donde se muestra una "lámina resistente impermeable de 1m de ancho" pero sin definición de sus características, siendo de esta manera "interpretado" de una manera muy amplia.

Así pues, el panorama no es muy halagüeño, y los agentes técnicos que intervienen en proyecto o puesta en obra carecen de suficientes herramientas para poder evaluar la mejor opción o hacer un control de calidad adecuado.

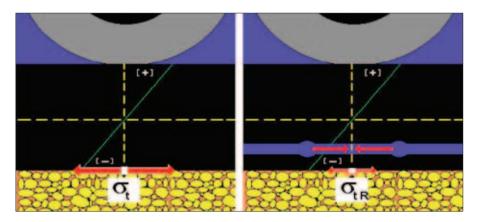
Vamos a intentar en los epígrafes siguientes aportar algo de claridad sobre conceptos básicos para la elección de geosintéticos, especialmente en la función de refuerzo.

## 3. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Tenemos a nuestra disposición tres familias de materiales geosintéticos:

#### 3.1. No tejidos

En los que sus fibras están dispuestas al azar, por tanto no existe dirección predominante y por tanto tienen unas propiedades mecánicas de baja resistencia y gran deformación. Las funciones clásicas a las que se destinan han sido las de filtro, separación y protección. En firmes de carretera, que es donde estamos poniendo la lupa, se han empleado como sistemas "SAMI" (Stress Absorbing Membrane Interlayer) en décadas pasadas, si bien esta aplicación por sí sola, no suele ser muy frecuente en la actualidad debido a los problemas de adhe-



Estado tensional de una mezcla bituminosa sin y con refuerzo geosintético. Fuente: profesor Montestruque.

rencia entre capas que genera. Esta membrana de disipación de tensiones se logra llevando a saturación el geotextil no tejido entre la capa agotada de firme y la nueva.

#### 3.2. Geomallas

Las geomallas, a diferencia de los geotextiles no tejidos, tienen estructura abierta y se confeccionan en dos direcciones (trama y urdiembre). Las geomallas además, si solo poseen una dirección principal de trabajo se denominan uniaxiales, y si tienen dos, biaxiales (la misma resistencia y deformación en ambas direcciones), estas últimas son las que se emplean como refuerzo de firmes formando parte de los geocompuestos de refuerzo.

Es importante recalcar que al ser los polímeros refuerzos extensibles, cada tensión va asociada a una deformación, por lo tanto siempre que se hable de tensiones ya sean nominales (de fabricación) o de diseño (minorada por diversos factores de diseño) deben ir asociadas a una deformación.

#### 3.3. Geocompuestos

En el campo que nos ocupa, se tratan de productos compuestos por una geomalla biaxial (que cumple la función de refuerzo) y un geotextil no tejido, cuya función puede ser:

• Dar más superficie para mejorar la adherencia sobre el riego en la puesta en obra.

 Añadir la función de relajación de tensiones y/o barrera impermeable.

#### 4. MATERIAS PRIMAS

Enumeramos a continuación los polímeros más empleados y algunas de sus características, así como las funciones que mejor se adaptan a cada uno de ellos:

#### 4.1. Polipropileno (PP)

Es el material más empleado para la fabricación de geotextiles no tejidos. Se caracteriza por un buen comportamiento químico, tanto en ambiente ácido como básico, bajo punto de fusión, alta fluencia (pérdida de resistencia bajo carga constante a lo largo del tiempo) y fácilmente inflamable.

#### 4.2. Poliéster (PES)

Presenta una elevada resistencia a tracción y bajas deformaciones (<12% en rotura) y buen comportamiento a fluencia. En ambientes muy básicos (PH>12) se puede hidrolizar. No es inflamable y el punto de fusión está por encima del de la puesta en obra de las M.B.C. Es el polímero más común empleado en las geomallas.

#### 4.3. Polivinil Alcohol (PVA)

Altas resistencias con muy bajas deformaciones (menos del 6% en rotura) y excelente comportamiento a fluencia. Además, es muy estable en

El PVA presenta altas resistencias con muy bajas deformaciones (menos del 6% en rotura) y excelente comportamiento a fluencia. Además, es muy estable en ambientes químicos, tanto básicos, como ácidos.

ambientes químicos, tanto básicos como ácidos. No es inflamable y su punto de fusión es alto. Se emplea generalmente en geomallas en que tienen que trabajar en aplicaciones que se requieren altos esfuerzos con bajas deformaciones o bien en condiciones de pH fuera del rango del PES. No confundir con el Acetato de Polivinilo (cola de madera), y si, se lo venden en geomalla, ojo.

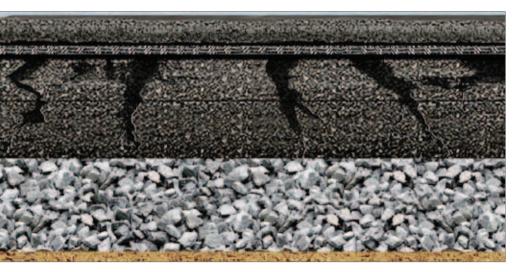
#### 4.4. Fibra de vidrio (FV)

Las fibras de vidrio poseen buenas características mecánicas con muy poca deformación (<3% en rotura). No son inflamables y también se pueden colocar a temperaturas de puesta en obra del aglomerado en caliente. Como contra, y debido a su fragilidad, sufren importantes daños mecánicos en la puesta en obra, por lo que tiene que ser debidamente tenido en cuenta para estimar la resistencia residual disponible en servicio. Funcionan muy bien a tracción pero mal a cortante, por un efecto de cizalla entre las propias fibras.

Cimbra



Refuerzos con geosintéticos en firmes rígidos. Fuente: Huesker GmbH.



Refuerzo con geosintéticos en firmes flexibles. Fuente Huesker GmbH.

## 5. FUNCIÓN DE REFUERZO EN FIRMES

El empleo más habitual de los geosintéticos de refuerzo en firmes, es en labores de conservación, con la finalidad de retrasar la aparición de las grietas reflejas del firme antiguo agotado en la nueva capa extendida. Además el geosintético aporta una mejora estructural al conferir al paquete parte de sus propiedades mecánicas, aumentando el número de ciclos de la vida útil del firme.

¿Qué tenemos que tener en cuenta? En primer lugar saber qué geosintético se emplea y cómo funciona:

El geosintético que va a actuar como refuerzo es una geomalla biaxial (recordamos biaxial mismas características tenso-deformacionales en ambas direcciones del plano). Esto es así porque el refuerzo debe realizarse en las dos direcciones de igual manera, ya que la transmisión de la presión vertical se hace en al menos dos direcciones, longitudinal y transversal al eje del vial.

Cualquier elemento que se disponga entre las dos capas de M.B.C hará disminuir la adherencia entre estas. Las geomallas presentan un alto índice de huecos (es una malla) precisamente para eso, para que exisEl empleo más habitual de los geosintéticos de refuerzo en firmes, es en labores de conservación, con la finalidad de retrasar la aparición de las grietas reflejas del firme antiguo agotado en la nueva capa extendida.

ta una imbricación lo mayor posible entre capas.

Las geomallas no tienen anclajes mecánicos. El óptimo comportamiento es actuando en todo el ancho de igual manera (la resistencia nominal se da en kN/ml de ancho). Para que esto sea así, deben movilizar la resistencia por rozamiento y adherencia. Este aspecto es crítico como es fácil de deducir bajo pequeños espesores como suele pasar con la rodadura de 4 o 5cm. Por eso los hilos de las geomallas deben estar diseñados para que presenten la mayor superficie específica con el árido del firme

Además, es de vital importancia que la geomalla esté tratada con un riego bituminoso de polímero modificado, similar al empleado en firmes, y con una dotación generosa (mayor al 70% en peso). Sin adherencia, la geomalla no entra en tracción, o no lo hace de manera

homogénea. Además este recubrimiento, protege las fibras resistentes de los daños mecánicos. Por si se lo preguntan, sí, en nuestro país puede encontrar geomallas sin recubrimiento bituminoso, e incluso sin recubrimiento de ningún tipo, o incluso poesía en las fichas técnicas del tipo "recubrimiento polimérico como si fuera bituminoso".

Características mecánicas. Parece que existe un consenso en que la deformación de trabajo de las geomallas dentro del paquete de firme es del orden del 1-3% y que la resistencia de servicio debe ser superior a 10kN/ml ¿por qué? Porque la máxima resistencia entre capas de asfalto está en ese rango.

Así pues, si recopilamos, hemos definido un geosintético que es una geomalla biaxial, que tiene un riego bituminoso generoso en el recubrimiento, ¿entonces por qué se usan geocompuestos? Por dos razones:

1). Puesta en obra: hemos indicado que una geomalla es una estructura abierta, por tanto como tal tiene poca superficie, sin embargo cuando estamos en el proceso de instalación, precisamos que la geomalla se quede pegada a la capa inferior para que no se mueva con el paso de camiones de aglomerado y la extendedora, no salgan arrugas etc. Por ese motivo, hace ya varios años, a "nuestra geomalla ideal" se le añade un geotextil no tejido de PP con muy bajo gramaje (<25gr/ m2) para dotar a la geomalla de superficie para mejorar la puesta en obra. Además al ser de PP funde cuando se añade la capa superior de M.B.C y puede desaparecer una vez realizado su labor. Es un geocompuesto digamos, "efímero".

La instalación de una geomalla (como integrante del geocompuesto), obliga a disponerla totalmente estirada, para eliminar pliegues y arrugas que retrasarían su entrada en funcionamiento.





2). Estructural: en ocasiones interesa complementar la función de refuerzo de la geomalla con otra complementaria, como puede ser el caso de usar un geocompuesto formado por una geomalla biaxial y un geotextil no tejido que cumpla la misión "de capa de asfalto inferior" y/o de barrera impermeable al estar saturado de betún, como suele ocurrir sobre losas de hormigón recrecidas con M.B.C.

#### 6. CONTROL DE CALIDAD

Marcado CE. Todos los geosintéticos comercializados en Europa deben fabricarse siguiendo el sistema de calidad definido en la norma EN correspondiente (para nuestro caso la EN 15381) y contar con la correspondiente declaración de prestaciones. El marcado CE es obligatorio y no es un certificado de calidad, no confundir con el sello "China Export", también "CE", y muy parecido.

Además, los geotextiles pueden contar con un certificado de calidad que incluya ensayos realizados por un organismo certificado, y ensayos de control de producción, realizados por el propio fabricante, y supervisados por un organismo aprobado (el sistema 2+).

Cimbra mayo 2019 / **49** 





Como referencia se pueden tomar las siguientes normativas:

UNE-EN 15381: Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en pavimentos y capas de rodadura asfálticas.

UNE-CEN/TR 15019 IN: Geotextiles y productos relacionados. Control de calidad in-situ.

Por último, indicar que los sistemas de calidad deben cumplir los requisitos de la UNE EN ISO 9001.

#### 7. CONCLUSIONES

En los últimos 20 años en las carreteras españolas se ha ido haciendo una transición en la aplicación de los geotextiles en labores de conservación del firme, desde los no tejidos impregnados en betún como sistema SAMI a los más modernos

En los últimos
20 años en las
carreteras españolas
se ha ido haciendo
una transición en
la aplicación de los
geotextiles en labores
de conservación del
firme, desde los no
tejidos impregnados
en betún como
sistema SAMI a
los más modernos
geocompuestos
de refuerzo.

geocompuestos de refuerzo. Existen en el mercado una gran variedad de geomallas y geocompuestos, de diferentes polímeros, resistencias, deformaciones asociadas y tratamientos externos a disposición, pero poca información sobre su elección y rango de uso. La tecnología ha ido evolucionando desde una simple geomalla sin recubrimiento hacia geocompuestos formados por una geomalla biaxial junto a un no tejido de bajo gramaje de vida "efímera" para mejorar la puesta en obra. Todo el conjunto impregnado con una emulsión bituminosa de al menos el 70% en peso por las razones expuestas.

A pesar de ello, y a rebufo del buen comportamiento de este tipo de materiales y de la crisis económica, parece que se ha incorporado un "todo vale" que en ocasiones ocurre con los materiales de construcción que quedan enterrados. No, no todo vale, a pesar de que algunos se empeñen en involucionar, dentro de una dinámica de precios, quitando primero el tratamiento bituminoso al recubrimiento, luego el recubrimiento propiamente dicho, seguido del no tejido ultraligero y volviendo de esta manera a la casilla de salida de los años 80.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### Elsing, A.

Asphalt layer polymer reinforcement: Long term experience, new design method, recent developments.

#### Montestruque, G.

Principais Efeitos da Incorporação de Geogrelhas no Concreto Asfáltico.

#### Molenaar, A.A.A.

Design method for plain and geogrid reinforced overlays on cracked pavements.

#### Montestruque, G.

Contribuição para a elaboração de método de projeto de restauração de pavimentos asfálticos utilizando geossintéticos em sistemas anti-reflexão de trincas.

#### Kraemer, C., Del Val, M.A.

Firmes y pavimentos.

#### Santalla, J.

Empleo de geomallas de refuerzo de asfalto.

#### ■ UNE-CEN/TR 15019 IN:

Geotextiles y productos relacionados. Control de calidad in situ.

#### ■ PG-3 Artículo 290.

#### ■ UNE EN ISO 10318-1:2015/Amd 1:2018

Geosintéticos, Términos y Definiciones.

■ Instrucción de Carreteras del Mº de Fomento para Rehabilitación de firmes (Norma 6.3 IC).

En la función de refuerzo, el geosintético es un elemento estructural, luego no es baladí conocer sus cualidades y calidad así como el contexto de uso. Influyen en la elección, la función principal a cumplir, por ejemplo como sistema de retraso de fisuras reflejas, si

se va a colocar sobre firme rígido o capas de aglomerado, si existe una deflexión importante en la sección, el espesor de la nueva capa, tráfico y conocer las características de los materiales terminados, de sus materias primas y de puesta en obra.



Más de 40 años mejorando la rehabilitación de firmes. La gran adherencia de nuestros productos aseguran el éxito de la solución. Descubre el mundo de los geosintéticos-Descubre HUESKER

Un Fuerte Vínculo



## 43 AÑOS DE UNA AUTOPISTA ETERNA: LA "Y DE ASTURIAS"

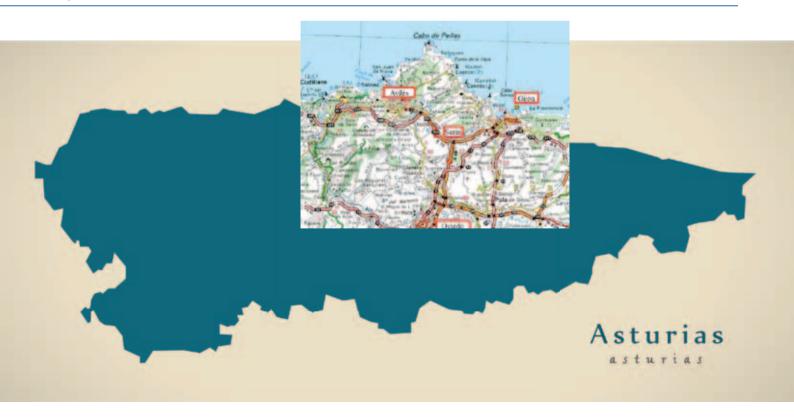
Con un tráfico sobre cada calzada superior a los mil millones de vehículos (más de 55.000 por día en cada calzada, de los que el 8% son vehículos pesados) y un número muy reducido de operaciones de mantenimiento, la carretera Oviedo — Gijón — Avilés, más conocida como la "Y de Asturias", lleva ya 43 años en perfecto estado de uso.

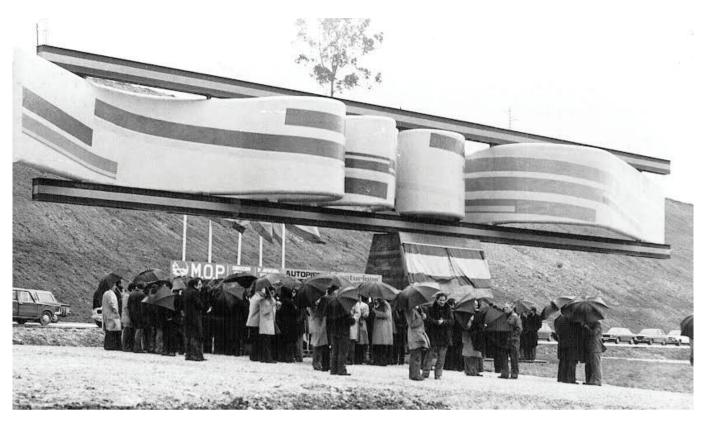
#### JESÚS DÍAZ MINGUELA

Dr. Ingeniero de Caminos

#### FERNANDO HACAR RODRÍGUEZ

Ingeniero Técnico de Obras Públicas





Inauguración de la "Y-Asturiana", el 13 de febrero de 1976.

sta carretera, junto a otros reducidos ejemplos en el mundo, ha demostrado que la apuesta realizada por un reducido nñúmero de ingenieros en los años setenta, por un pavimento de hormigón armado continuo, más caro en sus inicios, pero no así en su totalidad, ha resultado ser un enorme éxito. Todo un ejemplo para otras soluciones de construcción más económicas, pero mucho más caras a la larga por los costes de mantenimiento.

#### INTRODUCCIÓN

El pasado 13 de febrero, la autopista Oviedo-Gijón-Avilés, popularmente conocida como la "Y de Asturias", cumplía 43 años en uso desde su apertura al tráfico.

Nada menos que cuarenta y tres años han pasado desde aquellos tiempos en los que un intrépido grupo de ingenieros proyectaban y construían la primera autopista de hormigón armado contínuo de España, que resultaba ser una de las primeras de Europa. Hoy en día,

Cuarenta y tres años han pasado desde aquellos tiempos en los que un intrépido grupo de ingenieros proyectaban y construían la primera autopista de hormigón armado contínuo de España.

esta tradición o lógica de construir carreteras de hormigón armado continuo se mantiene en otros países como Bélgica por su economía a largo plazo (que no inicial), pero no en España.

Este tipo de vías, son actualmente criticadas por el excesivo ruido de rodadura o por no ajustarse a los criterios actuales de confort, pero la seguridad lograda y el bajo mantenimiento (próximo a cero) hacen que sea un ejemplo para todos los tramos de autovía actuales.

La idea de un pavimento de hormigón armado continuo (sin juntas), sin duda totalmente innovadora en 1976, sigue siendo una solución absolutamente exitosa y una revolución en los firmes actualmente diseñados.

Si bien, su mayor coste inicial, estimable entre un 10% a un 25% respecto a las secciones bituminosas, no permite inaugurar un gran número de kilómetros para un mismo presupuesto, el reducido coste de mantenimiento y conservación (a las que se suman las ventajas medioambientales y sociales posteriormente citadas) hace de esta alternativa la más adecuada de todas las soluciones posibles.





Imágenes de construcción del pavimento de hormigón armado durante 1974-75

El coste total de esta autovía tras 43 años ha supuesto un ahorro entre el 30% y el 45% del de otras soluciones con rodadura bituminosa actualmente empleadas en este país en muchas carreteras. Es decir, el ahorro supone entre 15 y 22 millones de euros, lográndose mantener la vía en perfectas condiciones de uso para el intenso tráfico existente con reducidas inversiones y reparaciones locales (prácticamente la mayoría han sido nocturnas).

El 14 de junio de 2017, con el fin de celebrar el 40 aniversario, el Ministerio de Fomento y el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA) organizaron una Jornada técnica en Oviedo, dedicada a las "Nuevas tecnologías del hormigón en la carretera". La Jornada contó además con la colaboración de la Fundación Foro Jovellanos, el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y el de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas de Asturias, la empresa Audeca, el laboratorio asturiano Estabisol, la Asociación Europea de Pavimentos de Hormigón (Eupave) y la revista Cemento y Hormigón, así como el patrocinio de la empresa de cementos que construyó dicha autopista, Cementos Tudela Veguín, compañía perteneciente al grupo Masaveu y pionera en España en la fabricación de cemento artificial desde 1898. Sirva esta Jornada de base para la redacción de este artículo.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA AUTOPISTA OVIEDO-GIJÓN-AVILÉS

Con una longitud de 43km, la sección transversal resulta de 24m de plataforma, disponiéndose de dos calzadas con 2 carriles de 3,75m cada una y arcenes de 1,50m el interior y 3,00m el exterior. En 1990, 16 años más tarde, se construyó un tercer carril para vehículos lentos entre Serín y el Alto de Robledo en dirección Oviedo (unos 5km). Actualmente está previsto el ensanche por el interior de este tramo de acceso a Oviedo con sendos carriles también de hormigón armado sin juntas.

El firme, diseñado para 30 años de vida útil y con más de 43 años en correcto estado de uso, consiste en 22cm de hormigón armado continuo sobre una base de 16cm de gravacemento y una subbase de 20 cm de material granular.

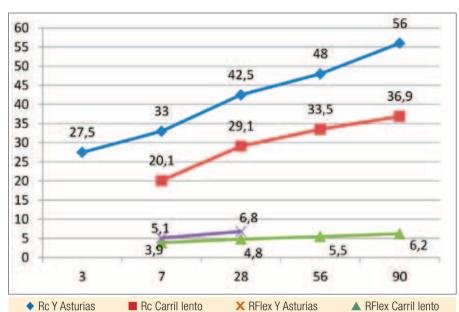
La armadura longitudinal está formada por barras de 18mm de diámetro colocadas cada 14cm y la armadura transversal lo forman barras de 12 mm dispuestas oblicua-

mente cada 70cm con un ángulo de 60°.

Para realizar el carril lento se dispuso del mismo espesor de hormigón, pero se colocaron redondos de 16 mm de diámetro cada 11cm longitudinalmente y redondos de 10 mm de diámetro cada 80cm transversalmente al no comercializarse los diámetros existentes. Este armado, dispuesto 7cm por debajo de la rasante, cose las finas fisuras que aparecen en este tipo de pavimento fruto de la retracción hidráulica y térmica del hormigón. Hasta la fecha, no se ha observado un deterioro mayor en la fisuración.

El exceso de ruido o las críticas a la falta de comodidad según los parámetros actuales se deben al empleo de un magnífico árido silíceo de Avilés, dado que no se ha perdido apenas textura transversal.

El exceso de textura a la que se dotó la superficie de la autovía previendo una reducción de esta que no se ha producido (en los pavimentos de hormigón franceses tienen que proceder a un fresado para recuperar la textura por su pérdida), así como la textura transversal para permitir una rápida evacuación del agua en una zona de continuas lluvias, hacen que, si bien el ruido resulta hoy en día una



Rc: Resistencia a compresión en probeta de ø 15 cm x 30 cm de longitud.

RFlex: Resistencia a flexotracción en probeta prismática de 15x15x60 cm.

Resistencias obtenidas en el hormigón del pavimento de la "Y de Asturias" (año 1976) y del carril lento (1990).

afección importante que se debe disminuir, la seguridad resultó y resulta una prioridad imprescindible a la que no se puede renunciar.

Esta textura transversal, sin duda ruidosa, no suele emplearse actualmente, pero resulta muy segura al permitir reducir la distancia de frenado y lograr una rápida evacuación del agua de lluvia tan abundante en Asturias.

No obstante, este tipo de textura se ha mejorado en la actualidad con la de árido visto o denudado químico, por lo que no debemos valorar este tipo de pavimentos en su conjunto por actuaciones realizadas hace cuarenta años. Debemos considerar la evolución de este u otros tipos de pavimentos y las innovaciones contempladas, como el extendido en doble capa, considerando hoy en día estas innovaciones, una realidad.

Si bien las características del firme de esta autovía fueron presentadas en la Jornada por uno de sus autores, Ignacio García-Arango, las escasas reparaciones realizadas durante el mantenimiento fueron presentadas por Gustavo Soto de AUDECA (grupo Elecnor), y Rufino Cano de Estabisol (grupo Masaveu Industria).

Al hormigón, específico para este tipo de reparaciones por su inmediata apertura al tráfico, se le exigían los siguientes requerimientos:

- Uso de las materias primas disponibles en la zona (cemento de la fábrica próxima, áridos locales, etc.).
- Mantenimiento de la trabajabilidad del material adecuada para su extendido a mano para el transporte y vertido en obra en un tiempo superior a los 60 minutos desde su fabricación (consistencia homogénea, pero entre 8 y 14 cm).

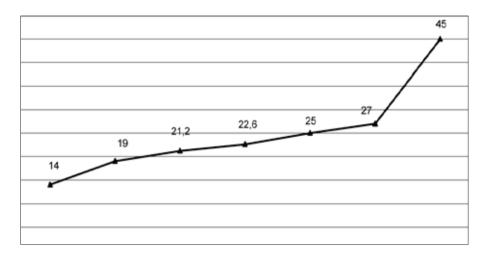


Una de las escasas reparaciones realizadas en la "Y de Asturias".

- Reducción, en lo posible, de la fisuración y disminución de la retracción. Para ello se utiliza un hormigón con una baja relación agua/cemento y se tiene especial cuidado con el curado, realizándose con productos que forman una película de gran poder reflectante y alta capacidad de retención de agua.
- Obtención de la textura final, similar a la del resto de la autopista (lo que exigió varias pruebas hasta definir la tixotropía del material para que se dejara arañar y mantuviera esa textura y poder definir el cepillo de realización de la textura).
- Resistencia a compresión superior a 15 MPa para permitir la apertura al tráfico, que tenía que alcanzarse en el menor tiempo posible.

Así, se crearon 3 tipos de hormigones, uno con apertura al tráfico a las 24 horas, otro a las 12 horas, ambos suministrados por General de Hormigones (GED-HOSA), y un tercero, fabricado in situ y ensacado por Prefabricados Asturianos S.A. (PREFASA) con el que se abre al tráfico a partir de las 3 horas.

Cimbra mayo 2019 / 55



Resistencia a compresión en probeta  $\emptyset$  15 x 30 cm en el hormigón en sacos que permite la apertura al tráfico a partir de las 3 horas.

Las fases establecidas en cada proceso de reparación son:

- Señalización, balizamiento y corte del carril a reparar (con avisos previos en prensa, televisión, etc.).
- Serrado de la losa, dejando una franja de resguardo de 1,00m hasta la zona fisurada o dañada, y segundo serrado transversal a 70cm del primero (distancia de solape) para demoler esta franja a mano y dejar la armadura longitudinal vista.
- Demolición del hormigón interior con martillo hidráulico y transporte de los residuos a punto de reciclaje.
- Saneo de la base y subbase y reparación del drenaje, si es el caso.
- Colocación de la armadura, solapando las barras longitudinales con las existentes. En algunos casos se soldaron las barras y en otros se ató.
- Encofrado longitudinal de la losa a veces, en el borde en contacto con el arcén.

- Perforación cada metro, a mitad de altura de la losa contigua, en una profundidad de 40cm para introducir las barras de unión. El hueco se rellena de resina epoxi para asegurar la adherencia, untándose los bordes de la losa para asegurar la adherencia del nuevo hormigón (salvo en la junta longitudinal entre carriles).
- Vertido, extendido a mano y vibrado del hormigón con regla.
- Textura realizada manualmente con un cepillo de flejes metálicos, dando continuidad al ranurado transversal existente.
- Curado del hormigón mediante un producto filmógeno.
- Serrado de la junta longitudinal entre carriles y sellado de la misma con perfil extrusionado.
- Retirada del encofrado de arcén, en su caso, y relleno del hueco dejado por el encofrado con hormigón de baja resistencia.

- Repintado de las marcas viales.
- Retirada de la señalización y balizamiento de obra y apertura al tráfico.

Los resultados hasta la fecha pueden considerarse excepcionales a pesar del tráfico tan intenso que ha circulado, sin apenas operaciones de conservación y, en consecuencia, con reducidas afecciones al usuario (costes sociales) y con un reducido coste medioambiental.

Actualmente se está planificando el ensanchamiento de cada calzada con sendos carriles, que discurrirán por la mediana. Estos carriles pueden ser de uso alternativo y selectivo a lo largo del día según el horario. La solución más razonable para el nuevo pavimento será otra vez la de hormigón armado continuo, pudiéndose disponer sobre el existente un refuerzo de rodadura delgado de hormigón, con la superficie de árido visto.

#### VENTAJAS DE ESTOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

La razón para diseñar y construir este tipo de pavimento puede estar en las múltiples ventajas que tiene. A las ventajas técnicas descritas de los pavimentos de hormigón, se suman otras ecológicas y, por supuesto, económicas. Entre todas ellas, expuestas en las Guías técnicas de IECA, cabe destacar:

#### Ventajas técnicas

- Excelente capacidad estructural. Los pavimentos de hormigón pueden soportar las acciones de cualquier tipo de tráfico y especialmente las de tráfico pesado muy intenso.
- Durabilidad. Sin duda la durabilidad es más elevada que la

del resto de soluciones como se ha demostrado, sin necesitar apenas mantenimiento.

- Permiten una gran variedad de texturas con niveles de resistencia al deslizamiento adaptados a cualquier tráfico y condición meteorológica. Las de árido visto por ejemplo permiten obtener niveles de sonoridad inferiores a otros pavimentos sin sacrificar el deslizamiento.
- En zonas urbanas o peatonales es posible también obtener color. Se pueden combinar colores y texturas mediante el empleo de pigmentos y el tratamiento de la superficie del hormigón para conseguir una gran variedad de acabados estéticos.
- Son incombustibles y resistentes al fuego por lo que resultan muy apropiados para garantizar la seguridad en el interior de túneles permitiendo el acceso de los equipos de rescate y la evacuación de los damnificados. IECA tiene publicado un interesante estudio de la Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos (APTB) sobre la "Contribución de los pavimentos de hormigón a la seguridad en los incendios en túneles de carretera".
- Soportan bien los ataques de carburantes y agentes químicos (y es por lo que se disponen en gasolineras o áreas de peaje).
- Permiten reforzar cualquier firme agotado, incluso bituminoso (técnica conocida como whitetopping) y no aparecen nunca roderas.

#### Ventajas medioambientales

 Pueden capturar CO<sub>2</sub>, lo que contribuye a mejorar el balan-

- ce de emisiones a lo largo de su vida útil. Además, la durabilidad se traduce en una reducción del consumo de nuevos recursos (áridos, etc.) y de las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a las operaciones de mantenimiento o refuerzo.
- Reducen el efecto invernadero y contribuyen al enfriamiento global, reduciendo el efecto de isla de calor, al disminuir la cantidad de radiación solar absorbida por la superficie de la Tierra.
- No emiten lixiviados ni volátiles, ni en su disposición en las carreteras, ni durante su posible reciclado.
- Requieren menor iluminación dada su claridad, con la consiguiente disminución del consumo energético.
- Son reciclables en su totalidad al final de su vida útil, posi-

- bilitando el ahorro de áridos naturales.
- En su puesta en obra se evita la exposición de los operarios a altas temperaturas, gases nocivos y partículas en suspensión.
- Es una técnica especialmente adaptada al empleo de cementos con alto contenido de adiciones, que conlleva una disminución de las emisiones durante su fabricación al incorporar subproductos industriales, lo que favorece el cumplimiento de los compromisos de desarrollo sostenible.
- Además, actualmente el consumo de áridos de calidad es menor que en otras alternativas.
   Permiten el empleo de áridos reciclados (RCDs), procedentes de otros pavimentos existentes.
- En conjunto tiene un menor coste del Análisis del Ciclo de vida (CACV) que otras soluciones.



Perspectiva del pavimento de hormigón de la autopista "Y de Asturias".

Cimbra mayo 2019 / 57

El coste real del mantenimiento del pavimento de hormigón armado continuo de la autopista Oviedo-Gijón-Avilés durante 40 años, aparte de los costes no ocasionados directamente por el firme, se traduce en 137.292,88 €.

que importar, fue una de las ventajas que conllevó a construir un pavimento de hormigón armado continuo en los años setenta. Además, con el pavimento continuo se logra suprimir las juntas transversales y evitar posibles malas transmisiones de esfuerzos entre losas, eliminando cualquier tipo de asiento entre losas.

#### Ventajas económicas

- El consumo de combustible de los vehículos es menor que sobre otros tipos de pavimentos bituminosos (por su menor deformabilidad) como lo demuestran varios estudios realizados en Suecia, Canadá o Japón.
- Como las operaciones de mantenimiento son muy escasas, la afección que producen sobre los usuarios es mínima, así como los costes derivados de dichas operaciones (debidos a retenciones o accidentes).
- Los costes totales (inversión inicial más mantenimiento y conservación) son siempre inferiores a los de cualquier otra solución.
- Casi todas las ventajas medioambientales y técnicas anteriormente citadas también se traducen en ventajas económicas.

Según Javier Goizueta (ingeniero proyectista que en 1980 cambió a registrador de la propiedad), el empleo de recursos naturales locales prácticamente inagotables, evitando derivados del petróleo que habría

#### RAZONES POR LAS QUE NO HAY MÁS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN EN ESPAÑA

La principal razón radica en el mayor coste inicial, lo que implica repartir el presupuesto en un menor número de kilómetros a construir inicialmente (entre el 10% y el 25% más caro de construcción según sea el precio del betún, que es un producto a importar). Sin embargo, su mayor durabilidad y el menor mantenimiento lo convierten en un firme mucho más económico en el medio-largo plazo (entre el 25 y el 45% más económico).

El coste real del mantenimiento del pavimento de hormigón armado continuo de la autopista Oviedo-Gijón-Avilés durante 40 años, aparte de los costes no ocasionados directamente por el firme, se traduce en 137.292,88 € de acuerdo con la empresa encargada de la conservación y mantenimiento de la vía (AUDECA). Este dinero daría solo para extender unos 700 m de longitud de mezcla bituminosa de refuerzo, por lo que, de los 43 km actuales, si se hubiera construido con otro tipo de pavimento bituminoso, sólo se habrían mantenido 700 m (el 1,6% de la longitud real).

Con los precios actuales publicados por el Ministerio de Fomento (O.C. 37/2016 Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras de enero de 2016), el coste de la sección de pavimento que se dispuso en la autopista "Y de Asturias" costaría construirla hoy en día:



Extendido durante la construcción del carril lento Serín - Alto de Robledo (1990).

**58** / mayo 2019 **Cimbra** 

	Sección Y Asturias com pavimento de hormigón		Coste €/m³	Suma €/m autovía (*)	€/m²
	PCHA	22	205,93	407,74	
	GC	16	18,19	44,30	50,23
Manten	Mantenimiento y conservación			137.292,88 € + 12,55 €m²	
				Total =	64,38

Y con estos precios, las otras secciones costarían hoy en día:

Sección con base granular y rodadura bituminosa	cm espesor	Coste €/m³	Suma €/m autovía (*)	€/m²	Ahorro en 40 años de la "Y de Asturias"
MB ZA	35 25	109,,97 18,19	362,29 43,11	45,04	
Mantenimiento y conservación				26,12 + 22,52	
			Total =	93,68	22,7 millones €
Sección con base suelocemento y rodadura bituminosa	cm espesor	Coste   €/m³	Suma €/m autovía (*)	€/m²	
MB	25	109,,97	260,22		
SC	30	28,07	79,39	37,73	
Mantenimiento y conservación				27,53 + 18,87	

MB = Mezcla Bituminosa ZA = Zahorra Artificial SC= Suelocemento

(\*) Sin considerar los costes sociales debidos a las operaciones de mantenimiento (previstas 3 capas de refuerzo en la sección de ZA y 2 capas + un tratamiento antifisuras en la de SC).

Es decir, el ahorro a los 40 años de haber construido la "Y de Asturias" con un pavimento de hormigón armado es del 45,5% y del 30,7% respecto a otros firmes usualmente empleados en España (entre 15,3 y 22,7 millones de euros), razón por la que este tipo de firmes es muy usual en países de nuestro entorno, como Austria, Alemania, Bélgica, Francia, Inglaterra o Polonia.

A todas las objeciones citadas a los pavimentos de hormigón, se suman otras que suelen achacarse en España, como las siguientes: El ahorro a los 40 años de haber construido la "Y de Asturias" con un pavimento de hormigón armado es del 45,5% y del 30,7% respecto a otros firmes usualmente empleados en España (entre 15,3 y 22,7 millones de euros).

- Falta de comodidad en la rodadura y mayor nivel de ruido, pero resulta absurdo valorar los pavimentos actuales en base a los realizados hace 40 años. Ambas situaciones han cambiado con las texturas modernas de árido visto, con las que se pueden obtener rodaduras relativamente confortables y niveles de sonoridad inferiores a otros pavimentos sin comprometer la resistencia al deslizamiento. La textura transversal de la "Y de Asturias" priorizaba la seguridad vial (y con ello la menor distancia de frenado y el mejor drenaje en el caso de la típica lluvia asturiana) sobre el confort y el ruido (aspectos muy importantes, pero menos que la seguridad).
- Los defectos dejan mala fama y resolverlos obliga a soluciones más complicadas constructivamente que si se realiza con mezclas bituminosas. Es cierto y aunque se dispone de un catálogo para la resolución de los problemas (roturas con reparaciones a espesor parcial, a espesor total, recuperación de la textura, etc.), los defectos iniciales no son admisibles y se deben evitar en la obra con unos cuidados mínimos.
- La ausencia de equipos y personal especializado (difícil de subcontratar). El personal mínimamente cualificado, ante la sencillez de la ejecución, puede llegar a adquirir una gran experiencia en pocas actuaciones. Además, los equipos están abandonados en el taller de las grandes empresas que sí realizan este tipo de pavimentos en otros países.

#### LA COMPETENCIA ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE FIRMES

Según expuso Karl Downey, un estudio de la industria de hormigón

de EE. UU "Pavement type selection: what is the ideal process?" presentado por Leif Wathne de la ACPA, analiza los procesos de licitación de 45 estados de EE. UU y concluye que los Estados que mantienen un equilibrio en la licitación (entre pavimentos bituminosos y de hormigón) consiguen un mayor rendimiento de sus inversiones.

Esto quiere decir, que cuando se realizan más kilómetros de pavimento de hormigón, el precio de todos los tipos de pavimento se reduce, por lo que se incrementa la superficie construible con el mismo presupuesto anual (sana competencia).

Karl también expuso las Directivas 2014/24/EU y 2014/25/EU de la Comisión Europea sobre contratación pública que entraron en vigor el 18 de abril 2016, en las que:

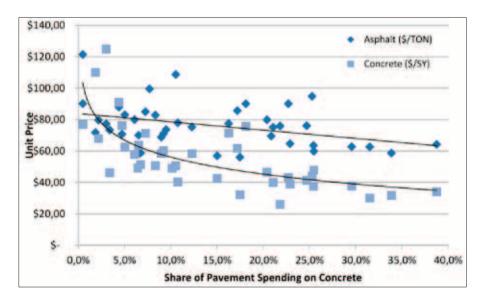
- Se marcan los principios de "transparencia, igualdad de trato, competencia abierta y buena gestión.
- Se aspira a un mercado de contratación competitivo, abierto y bien regulado.

Karl Downey puso como ejemplos el empleo del Coste del Ciclo de Vida CCV en las licitaciones del Ministerio de Transporte de Ontario con "Procedimientos alternativos de licitación", donde se incluyen ambas alternativas con diseños equivalentes (pavimento de hormigón y bituminoso), así como la herramienta de toma de decisiones CROW (Plataforma Tecnológica del Transporte, Infraestructuras y Espacio Público) utilizada en los Países Bajos, que incluye una evaluación basada en un equilibrio ponderado entre los impactos medioambientales, el coste y otros.

Además, en la jornada se habló de las colaboraciones público - privadas, en las que el concesionario tiene la obligación de mantener la carretera construida poniendo como ejemplo los proyectos construidos en Alemania con pavimento de hormigón (en los que el análisis financiero indica construir en hormigón).

#### ANÁLISIS DE ACCIDENTABILIDAD CONTRA LA CORROSIÓN

Durante el último periodo estudiado, la evolución de la accidentabilidad de la "Y de Asturias" ha sido muy positiva según indicó en la jornada Javier Uriarte (responsable de la conservación y explotación por parte del Ministerio de Fomento).



Pavement type selection: what is the ideal process? Leif Wathne, ACPA



Perspectiva actual de la autopista de hormigón armado "Y de Asturias".

Aunque la intensidad de tráfico se ha visto ligeramente reducida, el número de accidentes y de heridos se ha visto reducido a menos de la mitad, sin que apenas haya habido víctimas mortales. Así el índice de peligrosidad (5,7) se encuentra muy por debajo de los valores medios de las autovías (8,1) y carreteras (9,7) del Estado. Esto se debe a un buen trazado con radios superiores a los 600 m, la limitación de los accesos y la buena adherencia entre el pavimento y el neumático debido a la textura.

## INNOVACIONES EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Las innovaciones en este campo son amplias tanto en lo referente a maquinaria (extendido en doble capa disponiendo hormigón de altas prestaciones solo en la delgada capa de rodadura y con posibilidad de disponer hormigón con árido reciclado en la capa inferior, posicionamiento en 3D, etc.), en la construcción (realización de juntas de arriostramiento en los pavimentos continuos, etc.) o en los materiales. Así podemos distinguir diferentes tipos de pavimentos de hormigón como:

- Pavimentos porosos o drenantes de hormigón que permiten recuperar el agua de lluvia o capturar vertidos como los empleados en los aparcamientos del nuevo estadio Wanda Metropolitano del Atlético de Madrid.
- Pavimentos fotocatalíticos que permiten fijar ciertos elementos

contaminantes (como el CO<sub>2</sub>, NOx y SOx que precipitan en forma de sal y que luego pueden ser lavados o eliminados por el agua de lluvia), como el hormigón dispuesto en la estación de autobuses de Ávila.

- Pavimentos fotoluminiscentes que permiten el guiado nocturno al absorber la luz por el día y emitirla después con el fin de marcar la ruta por la noche, como el empleado en el acceso a Segura de la Sierra (Jaén) o en cierta glorieta en Lorca (Murcia).
- Pavimentos eléctricos de hormigón capaces de transmitir la electricidad con el fin de recargar la batería de los coches eléctricos mediante acoplamiento inductivo o muy utilizado en aeropuertos para eliminar la nieve y el hielo de la superficie del pavimento.
- Hormigones autorreparables, que pueden utilizar la luz solar para cerrar sus propias grietas o rellenar cualquier fisura que aparezca con caliza sintetizada por las bacterias existentes.

#### **CONCLUSIONES**

Los avances tecnológicos en el campo de los pavimentos de hormigón están siendo muy notables, se trata de un mundo vivo. Se continúa innovando para satisfacer las demandas sociales: vehículos eléctricos, sostenibilidad, confort, seguridad, etc.

Aunque el coste inicial sea superior que otras soluciones, los pavimentos de hormigón resultan mucho más económicos a medio-largo plazo debido a su mayor durabilidad y menor mantenimiento. El ahorro se estima entre un 30% y un 45% del coste de construcción, es decir de 15 a 22 millones de euros, calculados para una realidad denominada "Y de Asturias" o autopista Oviedo-Gijón-Avilés, pionera e innovadora hace 43 años.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### J. Díaz Minguela

Hormigones fast-track para la reparación de pavimentos "La autopista "Y de Asturias"". Revista Cemento & Hormigón nº 939. Julio-agosto de 2010.

#### Leif Wathne

Pavement type selection: what is the ideal process?. 12TH International Symposium On Concrete Roads. Praga, Republica Checa, Septiembre de 2014.

## ■ European Commission. Commission Staff Working Document

EU Green Public Procurement Criteria for Road Design, Construction and Maintenance. Brussels, 10.6.2016.

## I. García-Arango, G. Soto, R. Cano, J. Uriarte y K. Downey

Jornada Técnica Nuevas tecnologías del hormigón en la carretera "40 años de la Y de Asturias". Ministerio de Fomento e Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. Oviedo, junio de 2016.

#### Guías Técnicas de IECA

Refuerzos con hormigón de pavimentos bituminosos y otras publicaciones. ≥ 2015. https://www.ieca.es/categoria-producto/guias-tecnicas/

#### J. Díaz Minguela

Pavimentos eternos: actuaciones innovadoras de hace 35 años en la Y de Asturias y Más de 40 años del pavimento de hormigón armado continuo de la "Y de Asturias". Revista RUTAS números 138 y 169 de mayo-junio de 2010 y octubre-diciembre de 2016.

#### ■ Guías Técnicas de IECA

Contribución del pavimento de hormigón a la seguridad en los incendios en túneles de carretera. Simulación y criterios de intervención. APTB. 2017. https://www.ieca.es/producto/contribucion-del-pavimento-de-hormigon-a-laseguridad-en-los-incendios-en-tuneles-de-carretera/

Cimbra mayo 2019 / 61



Los ligantes bituminosos que incorporan en su composición polvo de neumático fuera de uso (NFU), ya sean betunes mejorados o modificados con caucho, son ya una realidad en el mercado de ligantes asfálticos. Estos betunes aúnan las ventajas técnicas que aporta el empleo del polvo de caucho, junto con las medioambientales derivadas de la eliminación de un residuo, en la fabricación de estos ligantes para su uso en las mezclas asfálticas.

En este artículo se presenta el desarrollo de un nuevo ligante para su empleo en mezclas de alto módulo, no contemplado en las normativas existentes. Se muestran tanto las propiedades empíricas y reológicas como el comportamiento de las mezclas fabricadas con este Betún Mejorado con Caucho de alto módulo (BC-AM). Además, se presenta su aplicación en las obras de reparación realizadas en el puerto de Tarragona, que se encontraba en muy mal estado resultado de los muchos años de servicio. Se indica en la comunicación las características de la obra y su estado tras más de un año en servicio.

#### **VICENTE PÉREZ MENA**

Director Técnico Asfaltos de Cepsa Comercial Petróleo

#### MARIMAR COLÁS VICTORIA

Responsable de Desarrollo y Gestión de Producto de Cepsa Comercial Petróleo

#### **ANTONIO GARCÍA SILLER**

Delegado Asistencia Técnica Asfaltos de Cepsa Comercial Petróleo

#### INTRODUCCIÓN

os ligantes bituminosos que incorporan en su composición polvo de neumático fuera de uso (NFU), ya sean betunes mejorados o modificados con caucho, son ya una realidad en el mercado de ligantes asfálticos. Estos ligantes aúnan las ventajas técnicas que aporta el empleo del polvo de caucho al betún junto con las medioambientales derivadas de la eliminación de un residuo, que pasa a convertirse en una materia prima, en la fabricación de estos ligantes para su uso en las mezclas asfálticas.

En este artículo se presenta el desarrollo de un nuevo ligante para su empleo en mezclas de alto módulo, no incluido de momento en las normativas actualmente vigentes en España que contemplan betunes mejorados y modificados con caucho, así como betunes de alta viscosidad con caucho. Se muestran tanto las propiedades empíricas y reológicas como el comportamiento de las mezclas fabricadas con este Betún Mejorado con Caucho de alto módulo (BC-AM o también denominado BC 20/30).

En las mezclas de alto módulo son de destacar las limitaciones a su uso impuestas por la normativa vigente, como la limitación de espesores, a fin de evitar problemas de fragilidad. El uso de estos betunes mejorados BC-AM pretende aportar los beneficios que supone la adición de NFU en los betunes mejorados, dando lugar a ligantes con propiedades superiores a los betunes convencionales y por tanto, de las mezclas con ellos fabricadas, reduciendo así los problemas mencionados. Este nuevo ligante tiene prestaciones intermedias entre las de un betún de penetración 15/25 y uno modificado del tipo PMB 10/40-70.

Para la caracterización del material se ha realizado un extenso análisis reológico así como de su compor-

Características	Unided	Método de ensayo UNE-EN	BC-AM BC20/30	B 15/25
Bettin original:				
* Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	0,1 mm	1426	24	21
* Panto de reblandecimiento (A&B)	°C	1427	64,4	63
* Îndice de penetración (IP)		12591 anexo A	0,2	-0,4
* Estabilidad al almacenamiento		13399		
- Diferencia punto reblandecimiento	°C	1427	2,4	
- Diferencia penetración (25 °C)	0,1 mm	1436	6	
<ul> <li>Recuperación elástica (25 °C; torsión)</li> </ul>	%	13398	51	-

Características de los ligantes BC 20/30 y B 15/25

tamiento, comparado con betunes convencionales y modificados con polímero de alto módulo, mediante el ensayo EBADE y reómetro DSR. Las propiedades mecánicas de las MAM elaboradas con estos tres ligantes se ha estudiado a través de ensayos de módulo, fatiga y EBADE.

#### EL BETÚN MEJORADO CON CAUCHO ALTO MÓDULO, BC-AM (O BC 20/30)

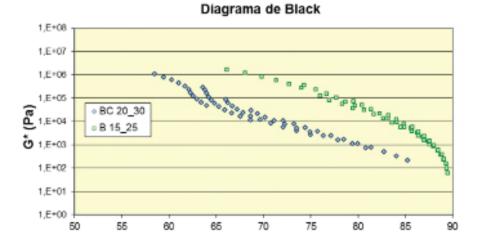
Considerando las mejoras reológicas que aporta el NFU en los betunes mejorados con caucho, se ha formulado un ligante de penetración entre 20 y 30 dmm, comparándolo con un betún de alto módulo convencional.

Como se muestra en la tabla 2, el BC-AM tiene penetración similar y un punto de reblandecimiento algo superior al de un betún duro del tipo 15/25 y cumple perfectamente con

las características requeridas de estabilidad al almacenamiento.

También destaca la recuperación elástica, realizada en este caso mediante el ensayo en ductilómetro (método del medio hilo), superior al 50%.

A fin de caracterizar más profundamente al material, se realizaron ensayos con el reómetro de corte directo en ambos ligantes. En el diagrama de Black (gráfico 1) puede verse la tendencia lineal del betún convencional B 15/25, mientras que el BC 20/30 presenta un comportamiento más parecido al de un betún modificado, más elástico en todo el rango de medidas. Así, para valores similares de consistencia, los ángulos de desfase entre aplicación de carga y respuesta del material son bastante menores con lo cual la respuesta esperada del BC-20/30 resulta, como decimos, de material más elástico y, en consecuencia, adecuado.



δ (grados)

Gráfico 1. Diagrama de Black de los ligantes BC 20/30 y B 15/25 en estado original.

Esto se confirma en la curva isócrona (gráfico 2) en la que se puede apreciar el comportamiento con respecto a la temperatura bajo la frecuencia de 1,59 Hz tomada como referencia: las propiedades viscoelásticas del BC-AM son notablemente mejores que las del betún asfáltico B 15/25, sobre todo en cuanto a ángulo de fase, que es mucho más bajo (ligante más elástico), en todo el rango de temperaturas. Los módulos en temperaturas más bajas son similares.

Asimismo, cabe esperar una menor susceptibilidad térmica del BC 20/30 frente a la del betún convencional: a temperaturas intermedias de servicio los valores de G\* son menores que los del betún convencional (menor rigidez), mientras que para altas temperaturas de servicio los valores de G\* son más altos, lo que se traduce en una menor deformabilidad. Todo ello hace prever que el BC 20/30 aporte un mejor comportamiento en mezcla frente a fatiga y deformaciones plásticas que el que aportaría el betún duro convencional.

#### MEZCLA DE ALTO MÓDULO CON BC-AM (BC 20/30)

A modo de muestra, a continuación se presentan resultados de ensayos de laboratorio realizados durante el diseño de este ligante. Así, con el betún BC 20/30 siguiente (tabla 1):

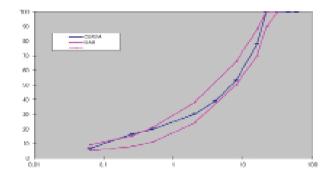
Y utilizando la curva granulométrica mostrada (árido silíceo y filler calizo), se consiguieron de media los siguientes valores en ensayos de módulo de rigidez a tracción indirecta (tabla 2):

Penetración UNE1426 (0,1mm):	25
Punto de reblandecimiento UNE 1427 (°C)	67,2
Viscosidad Brookfield mPa-s:	
135 ℃	3550
150 °C	1247
175 ℃	392

Tabla 1.

Probeta	Densidad geométrica (gr/cm3)	Densidad sss (gr/cm3)	Módulo dinámico UNE-EN 12697-26 (MPa)
1	2,353	2,375	12.078
2	2,314	2,372	11.204
Media	2,334	2,374	11.640

Tabla 2.



TAMIZ UNE	CURVA
60	100
45	100
32	100
22	100
16	78
8	53
4	38,9
2	30,1
0,5	19,8
0,25	16,3
0,063	6,6

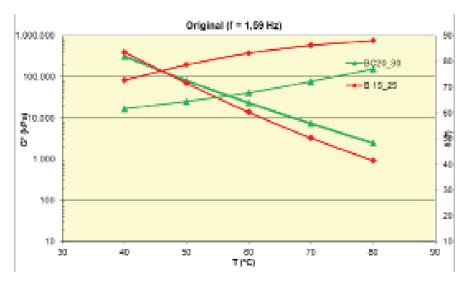


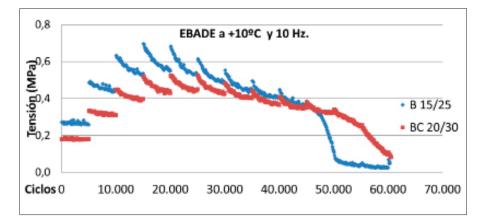
Gráfico 2. Representación isócrona de los ligantes BC 20/30 y B 15/25 en estado original

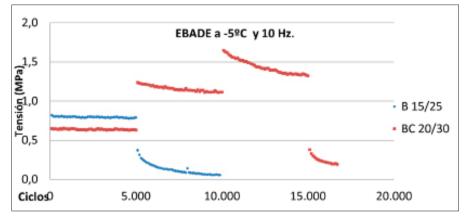
#### **RESULTADOS ENSAYO EBADE**

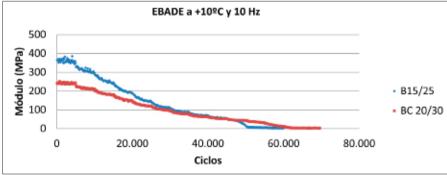
Para caracterizar comparativamente el comportamiento de este ligante frente a cargas repetitivas, se realizó un análisis del mismo mediante ensayo EBADE, [1], donde se ha sometido a un barrido de deformaciones a distintas temperaturas. Se incluyeron, a fin de contrastar los resultados, ensayos similares para un betún convencional 15/25. Los resultados obtenidos se recogen a continuación:

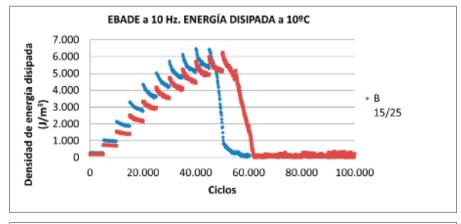
#### Análisis de tensiones

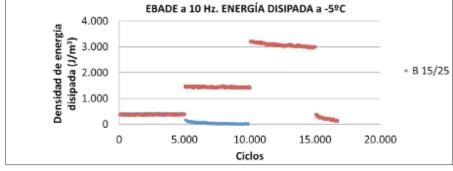
Analizando las tensiones alcanzadas por cada ligante a lo largo de los ciclos, vemos cómo el betún convencional presenta en general ten-











siones mayores, con poca diferencias menores a mayores niveles de deformación. Cabe destacar sobre todo la rotura en torno a los 50.000 ciclos del ligante convencional, con una caída brusca de la tensión admisible mientras que el BC 20/30 presenta una mayor resistencia.

Esa diferencia de comportamiento entre el B 15/25 y BC 20/30 se intensifica a bajas temperaturas.

Tanto a 3°C como -5°C, se observa que, conforme aumenta la rigidización del material, se alcanzan lógicamente picos de tensión mayores en todos los ligantes. Para todas las temperaturas ensayadas, se comprueba la modificación real producida por el polvo de caucho en el comportamiento del ligante BC 20/30 que ofrece resistencia durante mayor número de ciclos, frente al B 15/25.

#### Análisis de módulos de rigidez

Los módulos medidos durante el ensayo EBADE muestran al betún convencional B 15/25 como el más rígido, alcanzando valores mayores. Esto normalmente implicaría, en similares condiciones de una mezcla asfáltica, módulos de rigidez de ésta más elevados. Sin embargo vemos como la resistencia a largo plazo se ve mermada por una menor ductilidad de este betún. La caída de módulo al final del ensayo hace inferir una rotura tipo frágil.

No es este el caso del betún BC 20/30. Su módulo evoluciona formando una curva menos tendida (menor susceptibilidad), sin rotura brusca y con capacidad de aguantar mayor número de ciclos.

El comportamiento a temperaturas más bajas, y por tanto más críticas en cuanto a rigidización y fatiga se aprecia en aún más al bajar la temperatura del ensayo. El comportamiento del betún convencional es el esperado, más rígido pero también bastante más frágil que el betún mejorado con caucho.

## Análisis de energías de deformación

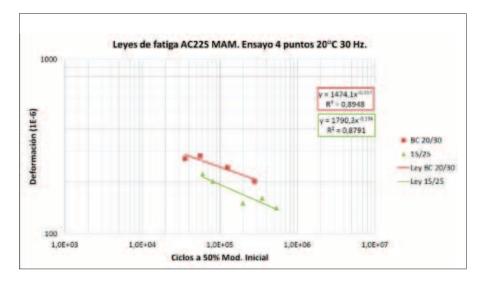
La energía de deformación es uno de los parámetros más interesantes de este ensayo, [1]. La energía disipada es normalmente mayor conforme aumenta la temperatura, aunque el módulo y tensiones alcanzadas son menores. Energías disipadas mayores implican mayor tenacidad del ligante, y por tanto de las mezclas fabricadas con ellos: se disipará más energía en el proceso de fallo. De forma equivalente, serían necesarios más ciclos de carga (paso de vehículos) para que se produzca el fallo. Es un factor que afecta también, por ejemplo, a la velocidad de propagación de fisuras en las capas del firme.

En nuestra comparación entre ligantes, suponiendo de base que alcanzamos con los dos las prescripciones de las mezclas de alto módulo, (módulos y tensiones del ligante suficientemente altos) se esperará a priori mejor comportamiento a fatiga en aquel ligante que presente mayores energías de deformación. Para todas las temperaturas estudiadas, la superficie bajo la curva de energía disipada es mayor en el betún de alto módulo con caucho que en el betún convencional.

Es interesante destacar las diferencias encontradas en función de la temperatura de ensayo, especialmente en el comportamiento del B 15/25 que se fragiliza de una forma mucho más drástica que el betún mejorado con caucho BC 20/30. A -5°C, este último es capaz de mantener cierta tenacidad hasta en tres niveles de deformación muy por encima del B15/25.

En todos los casos, el BC 20/30 demuestra una tenacidad que sin duda mejoraría las prestaciones de las Mezcla de alto módulo con ellas fabricadas, sobre todo en comparación con el B 15/25 al que sustituiría en sus posibles aplicaciones.

Las gráficas de densidad de energía disipada muestran también como



con deformaciones bajas la energía se mantiene constante. Es destacable que los dos ligantes muestran el prácticamente el mismo resultado en el primer ciclo de carga, es decir, no se observa deterioro del material. Se empiezan a ver diferencias al aumentar la deformación en los siguientes ciclos de carga, mostrándose así los niveles de deformación de cada ligante a partir del cual se detecta fallo. Destacar como el betún B 15/25 empieza a sufrir daño mucho antes que el BC 20/30.

En general podemos decir que, si bien el betún convencional B15/25 es capaz de proveer mayores valores de módulo de rigidez a la mezcla asfáltica, su susceptibilidad térmica y rigidización es más acentuada, produciéndose la rotura frágil del material en menor número de ciclos. De ahí también que sus deformaciones de rotura sean claramente inferiores.

#### Ensavo de fatiga

Con objeto de confirmar el comportamiento del ligante BC 20/30, se han realizado ensayos de fatiga en mezclas de Alto Módulo fabricadas con este betún así como con betún 15/25 convencional. Los resultados, resumidos a continuación con sendas rectas de fatiga, confirman el mejor comportamiento del ligante con caucho, con una ley de fatiga situada por encima de la del B15/25 y con menor pendiente.

## CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE LIGANTES

Conclusiones que se pueden extraer del trabajo realizado son:

- La aportación del polvo de neumático fuera de uso para la obtención de betunes de alto módulo (BC 20/30) aporta mejoras significativas en estos ligantes frente al betún convencional B15/25.
- De estas mejoras destacan la menor susceptibilidad térmica, la mayor elasticidad del material y un comportamiento más tenaz, que se traduce en mezclas menos frágiles y más resistentes a fatiga.
- Una vez confirmada la mejora en fatiga de estas mezclas, un siguiente paso será analizar si sería la posible la optimización de las secciones de firme de alto módulo especificadas en el pliego, aprovechando las ventajas que puede aportar el uso del ligante BC 20/30.

Agradecer a los técnicos de la Universidad Politécnica de Barcelona, Félix Pérez, Rodrigo Miró y Ramón Botella, su colaboración en la realización de estos trabajos.

#### APLICACIÓN DEL LIGANTE BC 20/30 EN EL PUERTO DE TARRAGONA

El estado del firme del denominado muelle del Carbón del puerto de Tarragona se encontraba en muy mal estado debido al fuerte tráfico de pesados y ciertas filtraciones de agua resultado de los muchos años de servicio. Se decidió un saneo general del paquete de firme reponiéndolo y terminando con dos capas de alto módulo de 15 y 10 cm de espesor más una rodadura especial de 5 cm.





Aspecto final del área tratada

Mezcla recién extendida

La obra de refuerzo se realizó en abril de 2016. Al tratarse de una obra portuaria presentaba ciertas peculiaridades, destacando el gran número de vehículos pesados que circulaban por la zona, equivalentes a un tráfico T1 (entre 800 y 2000 vehículos pesados por día) y la circulación de una grúa de gran tonelaje de unas 600t y 48 ruedas que se suele trasladar una vez a la semana.

#### Fabricación y puesta en obra

Todas las mezclas se fabricaron desde las instalaciones de la empresa Aficsa en Vilaseca (Tarragona) con una planta discontinua de 260t de producción. Los áridos fueron silíceos con parte de arena porfídica de la cantera Cumesa. Para ambos ligantes la temperatura media de fabricación fue de 170°C, algo más elevada que para mezclas convencionales debido a la mayor viscosidad de este tipo de betunes. Para el extendido y compactación se utilizaron los medios habituales para una mezcla tipo hormigón asfáltico pero con una mayor temperatura de trabajo, unos 165°C. El tren de compactación incluía rodillo metálico "planchando" y vibrando y compactador de neumático.

## Resultados obtenidos. Control de laboratorio

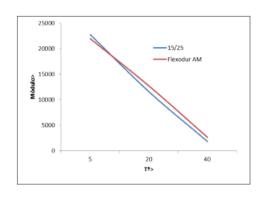
La mezcla corresponde con una AC 22 S MAM a la cual se le realizó un control rutinario de extracciones y contenido de ligante, completado con ensayos de deformaciones plásticas y módulo de rigidez. Los datos comparativos son relativos pues entre la ejecución con betún 15/25, realizada en primer lugar, y la realizada con el betún mejorado se realizaron ajus-

tes granulométricos en la fórmula de trabajo. El contenido medio de ligante extraído fue de 5% s/m con la granulometría finalresultante. Con estas características se obtuvieron entre 4-5% de huecos mezcla con una densidad media de 2,437 g/cm3. Con estas características se obtuvieron entre 4-5% de huecos mezcla con una densidad media de 2,437 g/cm3.

En el ensayo de deformaciones plásticas (UNE-EN 12697-22 en ambos casos se cumplió sobradamente la especificación para tráficos pesados (WTS aire? 0,07) pero con un mejor comportamiento de la mezcla de betún caucho mejorando con un WTS de 0,045 frente a un 0,05 obtenido con el ligante 15/25 convencional.

En cuanto al módulo de rigidez, en ambos casos se obtuvieron valores superiores a los 11.000 MPa, con diferencias que no se pueden considerar significativas; si bien, este ensayo se realizó a diferentes temperaturas para comprobar la susceptibilidad térmica de los dos materiales, obteniéndose valores de módulo algo mayores a temperaturas más altas en el caso del betún mejorado con caucho.

No se apreciaron diferencias significativas en la fabricación y puesta en obra de las mezclas fabricadas con cada ligante. La compactación medida sobre testigos fue prácticamente del 100% con ambos betunes y el aspecto visual de ambas mezclas similar y normal para una mezcla de alto módulo. La experiencia realizada puede trasladarse perfectamente a cualquier carretera con tráficos



Gráfica módulo de rigidez \ temperatura de ensayo

T1 y T2 en capa intermedia y para todo tipo de tráficos en capa de base, donde esté especificado el uso de un betún duro tipo B15/25 para mezclas de alto módulo.

Con el nuevo betún de alto módulo mejorado con caucho, mejoraríamos el desempeño de las Mezclas de alto módulo (MAM), situándose las prestaciones de este nuevo ligante en un lugar intermedio entre las del ligante convencional 15/25 y el betún modificado con polímeros PMB 10/40-70 (BM-1), especificado para capas intermedias de tráficos más elevados, tipo T0 y T00.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Félix E. Pérez Jiménez, Rodrigo Miró Recasens, Adriana Martínez, Ramón Botella Nieto, Gonzalo A. Valdes Vidal "Estado de la resistencia a la fisuración de las mezclas bituminosas. Ensayos Fénix y EBADE". Revista Asfalto y Pavimentación.
- Mª del Mar Colás Victoria, Vicente Pérez Mena

"Reología de los betunes con caucho". Revista Carreteras, especial CILA 2013.

### **ZONAS COLEGIALES**

### **Alicante**

#### XXI MARATÓN DE EMPLEO Y AUTOEMPLEO - UNIVERSITAT D'ALACANT

El Vicerrectorado de Estudiantes y Empleo de la Universidad de Alicante, a través del Centro de Empleo, invitó al Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles Alicante a participar en un stand el día 4 de abril, con motivo de la XXI edición del foro de empleo y emprendimiento universitario "Maratón de Empleo y Autoempleo".

En esta ocasión el CITOPIC Alicante estuvo representado por Miguel Navarro Weiss, secretario y por Sohueil Saadeh Altalli, vocal.

#### MENCIONES DE HONOR Y MEDALLAS DE PLATA DE LA ZONA





El Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de Alicante, en el marco de la celebración del 60 aniversario de la creación del Colegio, celebró el día 5 de abril la entrega de Menciones de Honor a dos compañeros, D. José Miguel Saval Pérez y D. Gabriel Francisco de Santiago Andrés, y unas distinciones de plata a los colegiados con 25 años de ejercicio profesional. El acto fue presentado por el Decano, Pedro Juan de Dios Alix Guirao, y por el Presidente Nacional, de D. Carlos Dueñas Abellán.

Tras una introducción se ofreció a los asistentes la conferencia "Cine e Ingeniería Civil: carreteras, puentes, presas y túneles en blanco y negro y color" realizada por Valentín J. Alejándrez, Socio y Director Editorial de CINTER; Comercial de SOFISTIK; Miembro de "Boomerang for Earth Conservation"; Coautor de "La obra civil y el cine. Una pareja de película".

Seguidamente, se procedió a la entrega de las Mención Honorifica y a la entrega de las distinciones de plata a los colegiados María Mercedes Aniorte Soler, Vicente Pérez Pla, Juan Miguel García Navarro, Sergio Martínez Serrano, Rafael Vicente Pérez Galiana, Juan Carlos Enseñat Fernández, Víctor Rebollo García, Pedro Piñol Sempere, Ramón Terol Beneyto, Josefe Botella Sempere, José Monllor Elias.

#### SORTEO ELECCIÓN DE LETRA PERITOS 2019



El pasado viernes 1 de febrero tuvo lugar el sorteo de la letra por la que se va a empezar a llamar a los peritos. Este acto siempre se ha hecho a puerta cerrada y luego se comunicaba a los diferentes colegios el resultado, pero por primera vez se ha decido hacer público, invitando a todos los colegios profesionales a dicho acto.

#### II EDICIÓN ALICANTE GASTRONÓMICA

El día 4 de febrero en el auditorio de Alicante, ADDA, se presentó la II Edición Alicante Gastronómica, en este acto se expuso todas las actividades programadas que se realizarán entre los días 22 al 25 de febrero. En esta edición se pretende posicionar a Alicante como un



referente y capital mundial del estilo de vida mediterráneo. El CITOPIC Alicante, estuvo representado por Dña. Elena Cerezo Montes, responsable del área de eventos.

## SANTO TOMÁS DE AQUINO 2019

La Universidad de Alicante ha celebrado este lunes el tradicional acto académico de Santo Tomás de Aquino, en el cual el rector D. Manuel Palomar Sanz, ha hecho entrega de los Premios Extraordinarios de la Universidad de Alicante, a un total de 178 estudiantes de grado, master y doctorado. En el mismo acto ha sido investido Doctor Honoris Causa a D. Ignacio Grossmann, uno de los ingenieros químicos más relevantes a nivel mundial, como reconoció la American Institution of Chemical Engineers (AIChE) que, en 2008, lo incluye en la lista de Los 100 ingenieros químicos más influyentes de la era moderna, como ha destacado el profesor D. José Antonio Caballero Suarez. El acto se ha celebrado en el Paraninfo de la Universidad de Alicante, que ha registrado una gran presencia de público, entre los que se encontraban estudiantes junto a sus familias, investigadores y doctores, además de una amplia representación de autoridades sociales, políticas y militares. El CITOPIC Alicante estuvo representado por Dña. Elena Cerezo Montes y D. José Antonio Rivera Page, miembros de la Junta de Gobierno.



## Andalucía Oriental

#### REUNIÓN CON EL DELEGADO DE LA CONSEJERÍA DE FOMENTO

El Delegado de Jaén del CITOPIC, D. Javier Sánchez Palazón y el Vocal D. Jaime chinchilla García, se reunieron en Jaén con el Delegado de la Consejería de Fomento, D. Jesús Estrella, para cambiar impresiones sobre la Ingeniería Civil y la colaboración entre ambas Instituciones.

#### EL CITOPIC DE ANDALUCÍA ORIENTAL, PRESENTE EN LA X EDICIÓN DE GREENCITIES



Durante los días 27 y 28 de marzo se celebró, en Málaga, la X Edición de Greencities, un foro de inteligencia y sostenibilidad urbana, donde se dieron cita numerosas empresas tecnológicas, de servicios e infraestructuras y ciudades y administraciones públicas de todos los ámbitos, para seguir trabajando y colaborando en el desarrollo de infraestructuras y servicios urbanos más eficientes e inteligentes.

En esta décima edición se puso el foco, especialmente, en la necesidad de incentivar e impulsar la transformación de ciudades y municipios de menor tamaño.

El Citopic estuvo representado por el decano de la Zona, Arturo campos, y uno de sus vocales, Jaime Chinchilla García. Como socios de "Smart City Cluster",



aprovecharon su presencia para visitar su stand y comprobaron las numerosas y novedosas oportunidades profesionales en las que nuestro sector puede participar, tanto en el diseño e implantación de las Smart Cities, como en su conservación y mantenimiento.

### **Asturias**

#### CELEBRACIÓN DE LOS TALLERES DE LA IV EDICIÓN DEL PROGRAMA DE EDUCACIÓN FINANCIERA EFPA

La Junta de Gobierno organizó, los últimos tres miércoles del mes de noviembre de 2018, los talleres correspondientes a la IV Edición del Programa de Educación Financiera EFPA España para colectivos profesionales: Planificación de Finanzas Personales, Planificación para Finanzas Personales II y Planificando nuestras Inversiones.

El pasado 15 de noviembre, el Decano, Vicedecano y Secretario de la zona asistieron a una reunión en la Escuela Politécnica de Mieres con la Directora y el resto de Colegios Profesionales con Grado en la Escuela, con el fin de tratar el Despacho del Colegio en la Escuela y la organización del Acto de Graduación y títulos de Máster.

#### **ACTO DE GRADUACIÓN**



Como en años anteriores, la Junta de Gobierno del CITOPIC de Asturias asistió, el 5 de diciembre, al Acto de Graduación y entrega de Diplomas de Máster promoción 2017/18, en la Escuela Politécnica de Mieres.

#### TRADICIONAL CENA DE NAVIDAD

El 14 de diciembre tuvo lugar la celebración de la Tradicional Cena Anual de Navidad en el Restaurante Hotel Ayre de Oviedo, que contó con la asistencia de



un gran número de colegiados. Como en años anteriores, se rindió homenaje a los compañeros jubilados.

## **Baleares**

#### **TALLER BIM**

El CITOPIC de les Illes Balears, organizó junto al Colegio de Caminos Canales y Puertos de la Delegación de Baleares, un taller BIM que se llevó a cabo los días 21 y 22 de febrero.

El Curso estaba dirigido a los profesionales de la ingeniería civil y de la construcción para la obtención de los conocimientos y herramientas de la metodología BIM para poder actuar en todas las fases de un proyecto en este entorno y concurrir en los procesos de licitación de las Administraciones Públicas bajo los nuevos requisitos BIM.

## **Cantabria**

## ASAMBLEA TERRITORAL ORDINARIA

El Colegio celebró en la sede colegial la Asamblea Territorial Ordinaria de 2019 en la que se trataron asuntos de interés para los Colegiados y se expusieron las líneas de actuación del Colegio para este año 2019, con los actos y cursos previstos para este año.



## Castilla y León Occidental

PRESENTACIÓN DE UNA GUÍA DE UTILIZACIÓN DE ÁRIDOS PROCEDENTES DE RCDS DE LA CIUDAD DE VALLADOLID



El 20 de noviembre, con el objetivo de fomentar el uso de áridos reciclados entre las empresas del sector, el grupo ECO-CIVIL formado por el Clúster de Hábitat Eficiente, AEICE; junto al Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de Castilla y León y la empresa RECSO Reciclados Sostenibles, ambas entidades socias de AEICE, ha elaborado una Guía de utilización de árido reciclado y recomendaciones para su compra dirigida a profesionales y empresas del sector. La mencionada guía se presentó en la Agencia de Innovación y Desarrollo Económico de Valladolid. Para ello se contó con la colaboración especial de varios compañeros que han permitido conseguir este objetivo, como son: Jesús Briones Llorente, José Vicente González de Castro, Eduardo Gallego Méndez, Rubén Tino Ramos, Javier Lozano Sánchez y José Llorente Muñoz.

El CÍTOPIC participo en diciembre a través de nuestro compañero Javier Manteca en la mesa de debate para crear un decreto sobre "Requisitos técnicos y legales para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición" de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León,

En este mismo sentido y fruto de la colaboración con el clúster AEICE y el área de residuos de la Junta de Castilla y León el CITOPIC ha participado en un Curso de formación especializada en materia de residuos impartida a técnicos de la Consejería de Fomento, mediante

las ponencias de nuestros compañeros Jesús Briones y Rubén Tino.

Dentro también del proyecto de ECOCIVIL, CITOPIC ha redactado de forma exclusiva unas Recomendaciones de uso de áridos fabricados con RCDs que están en fase de maquetado y edición, por lo que próximamente podremos disponer de ellas. Las recomendaciones establecen secciones tipo de firme equivalentes a las definidas por las Recomendaciones de firmes de la Junta de Castilla y León, pero adaptadas con el uso de áridos procedentes de RCDs.

#### DEFENSA DE LA PROFESIÓN



Fruto de los servicios contratados con un Gabinete de comunicación para dar visibilidad a nuestras demandas, se han publicado varios artículos en prensa y entrevistas en cadenas de radio con declaraciones de nuestro decano saliente Javier Manteca alertando de la falta de inversión en conservación de carreteras en la Comunidad y de cómo la incorrecta planificación de la política de personal de la Junta de Castilla y León (debido a la nueva RPT aprobada) puede poner en riesgo el desarrollo de la campaña de mantenimiento invernal; así mismo en una entrevista exclusiva publicada en el diario La opinión de Zamora, Javier Manteca hace un análisis de la situación general del sector y de la profesión, haciendo constar la defensa e importante papel de la ingeniería civil en la sociedad.

Igualmente el nuevo decano Óscar Sánchez Morán coincidiendo con el Día Mundial del Agua realizó unas declaraciones en prensa y radio en la que incidió sobre la falta de inversión en depuración; sobre todo en pequeños municipios invitando a las administraciones a cumplir con los compromisos europeos. Este articulo ha tenido gran repercusión en portales y blogs especializados.

En este apartado de defensa de la profesión y junto a otros colegios profesionales, se han estado realizando acciones concretas, como son reuniones con diversos grupos políticos al máximo nivel regional y donde se le ha pedido la anulación de la nueva RPT del personal funcionario aprobada por la Junta de Castilla y León por considerarla muy perjudicial para los intereses de la profesión al reducir drásticamente el número de plazas destinadas a ITOP y coartar el desarrollo profesional de los compañeros que ya ejercen como ITOP dentro de la Junta de Castilla y León; por lo que el CITOPIC ha recurrido judicialmente la RPT aprobada, estando actualmente en fase de redacción de la demanda. En este sentido decir que se han presentado por diversos colectivos un total de más de 40 recursos a la RPT, algunos de los cuales ha prosperado provocando recientemente la anulación del concurso de traslados previsto. Otra petición conjunta a los grupos políticos de las Cortes ha sido la obligatoria colegiación para el ejercicio de las profesiones reguladas, así como la defensa en la aplicación del EBEP, que claramente se imcumple con la nueva RTP aprobada en la Junta.

En relación a estos aspectos tambien se han publicado en prensa varios articulos y entrevistas.

#### CELEBRACIÓN DE LA ASAMBLEA TERRITORIAL ORDINARIA

El pasado 30 de marzo se celebró en Valladolid la Asamblea Territorial Ordinaria correspondiente al año 2019 en la que, entre otros asuntos, se dio cuenta de la Junta de Gobierno entrante, de las actuaciones desarrolladas por el CITOPIC en la zona durante 2018, así como se informó sobre las líneas de actuación previstas a desarrollar durante el año 2019.

En la misma jornada, aprovechando la presencia de más de 40 colegiados en la Asamblea, se realizó una visita institucional a la Diputación de Valladolid, siendo recibidos por el Diputado Delegado del Área de Asistencia y Cooperación a municipios, D. Alberto Collantes Velasco. Aprovechando la ocasión, por parte del Decano se puso en valor las competencias de los ITOP e IC para el diseño, ejecución y explotación de carreteras e infraestructuras urbanas en municipios, actividades principales del área delegada del Diputado que nos recibió.

La celebración de la Asamblea se complementó con un variado y atractivo programa de actividades para los acompañantes, programa que culminó en una comida conjunta donde hubo ocasión para debatir sobre la situación actual de la profesión en la zona así como de la marcha del Colegio.

#### PROCESO ELECTORAL PARA ELECCIÓN DE MIEMBROS PARA LA JUNTA DE GOBIERNO



En diciembre se celebraron dos juntas de Gobierno, resaltando la convocatoria de un proceso electoral para elección de miembros para la Junta de Gobierno de la zona, que culminó con la presentación de una única candidatura encabezada por D. Óscar Sánchez Morán; tomado posesión de su cargo el pasado 30 de enero.

#### CURSO DE TEKLA STRUCTURES-BIM (GRATUITO) EN ZAMORA



El pasado 21 y 22 de Febrero se impartió en Zamora la parte presencial del Curso de iniciación a TEKLA STRUCTURES (Software BIM líder mundial en cálculo de estructuras metálicas). El curso GRATUITO ( para colegiados y pre-colegiados) fué organizado por el Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de nuestra zona en colaboración con la Escuela Politécnica Superior de Zamora.

En el mismo, se agotaron las 25 plazas disponibles a los pocos días de su publicación debido al gran interés despertado; siendo impartido por nuestro compañero Alberto Ruiz Espinosa, experto en cálculo de estructuras y que ha desarrollado su carrera profesional en diversas ingenierías de primer nivel.

El curso se componía de 10 horas presenciales y 20 horas de práctica online y al finalizar el mismo se ha entregado un diploma acreditativo de su asistencia y aprovechamiento.

Ante el éxito de esta primera edición estamos estudiando la organización de una nueva en un futuro.

#### RONDA DE CONTACTOS CON REPRESENTANTES DE LOS GRUPOS PARLAMENTARIOS MÁS REPRESENTATIVOS

El 25 de enero el decano-presidente del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Graduados en Ingeniería de la rama Agrícola de Castilla-Duero (COITACD) Gumersindo Sanabria y el decano-del Colegio de Ingenieros técnicos de Obras públicas e Ingenieros Civiles de Castilla y León Occidental Javier Manteca; mantuvieron una ronda de contactos con representantes de los grupos parlamentarios más representativos en la Cortes de Castilla y León y que han sido Partido Popular; PSOE, Ciudadanos y Podemos.

En estas entrevistas se pusieron de manifiesto las necesidades y demandas de nuestro colectivo en relación a la colegiación, cumplimiento de la EBEP y la reciente aprobación de la relación de puestos de trabajo de la JCyL.

#### **ENCUENTROS DE NAVIDAD**





Un ejemplo de la participación activa de los colegiados en las actividades organizadas por el CITOPIC, son los encuentros de Navidad 2018 celebrados durante el mes de diciembre en las distintas capitales de provincia de la zona, con la participación de más de 100 colegiados.

### **Extremadura**

CHARLA GEFISCAL LEY DEL AUTÓNOMO



Interesante charla que nos impartió Gefiscal, con toda la información de interés para los autónomos, sobre la reforma de la Ley del autónomo.

#### JORNADA DE MOLECOR

Jornada de Molecor e Instituform, sobre los nuevos desarrollos y tendencias en conducciones de agua.





#### REUNIÓN DEL CITOPIC CON EL AYUNTAMIENTO DE CÁCERES



Una representación del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de Extremadura encabezada por su Decano, Rafael Pagés, se ha reunido en el Ayuntamiento de Cáceres con la Alcaldesa, Elena Nevado y Víctor Manuel Bazo, Concejal Delegado de Fomento, Barrios y Participación Ciudadana.

En el encuentro se han tratado diversos temas de interés para la profesión, además el CITOPIC ha ofrecido su colaboración a la edil de Cáceres, ciudad que acoge su sede en Extremadura.

#### EL CITOPIC, PRESENTE EN EL FORO FICON





El #FORO\_FICON en las instalaciones FEVAL de Don BENITO. En el Acto Inaugural están presentes entre otras presonalidades, nuestra Consejera de Economía e Infraestructuras, el Alcalde de Don Benito, la Subdirectora General de Políti-

cas Urbanas del Ministerio de Fomento, la Directora General de Urbanismo y Ordenación del Territorio. El CITOPIC ha querido estar también presente en este evento tan importante para el sector, y al acto han asistido en nuestra representación, el secretario José Ignacio Villalba y una de nuestras vocales, Patricia Román.

Los temas principales del Foro son el Urbanismo, legislación y administración, donde se tratará la nueva Ley de Ordenación Territorial y Urbanística Sostenible de Extremadura, y la Ley 2/2018, de 14 de febrero, de Coordinación Intersectorial y de Simplificación de los Procedimientos Urbanísticos y de Ordenación del territorio de Extremadura.

Se hablará de la Obra Civil, la Energía, BIM, la Industria de la Construcción, donde entre otras, habrá ponencias sobre las Obras de Ferrocarril, AVE, puentes, túneles y tendidos de vías.

Otra de las ponencias versará sobre el Nuevo Puente de Alcántara.





Nuestro Colegio, también ha querido contribuir con el Foro #FICON, y para ello hemos cedido estos días nuestra Exposición de Fotografías itinerante "La Ingeniería Civil", del tan laureado Concurso de Fotografías, que venimos realizando cada año con motivo de la festividad de nuestro patrón Santo Domingo de la Calzada.

## RENOVACIÓN DEL CONVENIO CON SEXPE

El CITOPIC Extremadura acaba de renovar otro año más el convenio con el sexpe, para realizar prácticas en empresas de colegiados para jóvenes desempleados menores de 25 años.

#### REUNION DE LA COMISIÓN EXTERNA DE INGENIERIA CIVIL



Reunión de la #ComisiónExterna de #IngenieríaCivil donde el CITOPIC ha estado representando por la Vicepresidenta, María Jesús Bravo, y nuestro Decano Rafael Pagés, en la que se han tratando temas diversos, tanto docentes como profesionales, para concretar colaboraciones conjuntas.

#### REUNION CON EL CONSORCIO DE LA CIUDAD MONUMENTAL



El decano de Extremadura, Rafael Pagés, acompañado del vocal Marco Rodríguez, se ha reunido en Mérida con la gerente del Consorcio de la Ciudad Monumental, para estudiar las vías de colaboración entre ambas instituciones.

#### MESA DE LA INGENIERIA DE EXTREMADURA (MEXING)



Se ha creado la Mesa de la Ingenieria de Extremadura (MEXING) a la cual se ha unido nuestro Colegio.

Esta Mesa está constituida por ocho Colegios Profesionales de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos con presencia en nuestra región, en total representa a 4.000 profesionales.

Los Colegios que formamos MEXING son los Colegios de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Graduados en Ingeniería Agrícola de Cáceres y Badajoz, el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Telecomunicaciones, el Colegio de Ingenieros Técnicos Forestales y Graduados en Ingeniería Forestal y Medio Natural, los Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres y Badajoz, el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de Extremadura y el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía y Graduados en Ingeniería Geomática y Topografía.

La Mesa de la Ingeniería nace con el objetivo de defender la profesión de ingeniero de manera conjunta y poner en valor la ingeniería ante los empresarios, la administración y la sociedad en general, además de servir para potenciar el vínculo entre todos los colegios profesionales de las diversas ingenierías y para fijar posicionamientos estratégicos de consenso.

Entre las actividades a desarrollar, está prevista la creación de una plataforma común de formación y divulgación que contribuyan a mejorar la información de los usuarios de las materias relacionadas con la Ingeniería y la formación de los profesionales, fomentando valores como la seguridad, la garantía constructiva, medioambiental y social.

En definitiva, se pretende aunar fuerzas y trabajar de manera coordinada y solidaria en defensa de todos los colegiados y de la sociedad civil, promoviendo la figura del Ingeniero como un activo fundamental para conseguir un crecimiento económico sostenible.

#### REUNIONES MESA DE LA INGENIERIA DE EXTREMADURA (MEXING)

La recientemente constituida Mesa de la Ingeniería ha iniciado con el PP una ronda de reuniones con los diferentes partidos políticos con representación parlamentaria en Extremadura. En este encuentro estuvieron presentes por el Partido Popular Cristina Teniente, Víctor



del Moral y José Antonio Echávarri. Por parte de la Mesa estuvieron presentes los decanos de ingenieros técnicos industriales de Cáceres y Badajoz, el decano de ingeniero técnicos agrícolas de Cáceres y por parte de nuestro Colegio el decano, Rafael Pagés, que preside la Mesa de la Ingeniería y el vocal de la Junta Marco Rodríguez.

## EXPOSICIÓN DE FOTOGRAFÍAS



Exposición de fotografías del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de Extremadura en la semana cultural de la Escuela Politécnica de Cáceres

#### VII JORNADAS DE INGENIERIA CIVIL

El Colegio de Ingenieros de Obras Públicas e Ingenieros Civiles, junto con la Escuela politécnica de Cáceres organiza las Jornadas de Ingeniería Civil, que ya cumplen su séptima edición. Este año tratarán de un tema tan de actualidad como es el Ferrocarril en Extremadura. En ella se habla de la planificación del ferrocarril en nuestra comunidad y los últimos avances técnicos, pero también la postura de los diferentes partidos políticos con representación parlamentaria en Extremadura.



### **Las Palmas**

#### II JORNADAS DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA





Se celebraron el pasado 15 de marzo. En la inauguración de las mismas, participó nuestro Decano, D. Luis Fernando Martín Rodríguez, con una reseña sobre la profesión.

Al final de las jornadas , hubo una entrega de premios del "II Concurso de Puentes de Espagueti de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria", por parte de nuestro Colegio y del cual hizo entrega el Decano.

### **Madrid**

#### TOMA DE POSESIÓN DE LOS CARGOS DE LA JUNTA DE GOBIERNO DE LA ZONA



El 22 de enero de 2019 tuvo lugar el acto de toma de posesión de los cargos de la Junta de Gobierno de la Zona de

Cimbra

Madrid. Desde esa fecha, Juan Manuel Alameda Villamayor, ocupa el cargo de Decano, Maribel Santos Pérez, Vicedecana, Álvaro Martín Heras, Secretario, y Juan Antonio Martínez Barcala, Tesorero.

Con ilusión y ganas, la nueva Junta de Gobierno afronta los retos de la defensa de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas con intención de convertir las dificultades en oportunidades de reforzar la figura del ITOP y el Ingeniero Civil con pleno desarrollo de sus actividades profesionales con la colaboración de todos los compañeros colegiados en Madrid. "Todos los que formamos esta candidatura estamos dispuestos a afrontar el reto de defender la profesión", aseguraba el Decano en el acto de toma de posesión.

Con la defensa del Grado de Ingeniería Civil en todos los estamentos públicos y privados por bandera, la nueva Junta de Gobierno destaca que entre sus prioridades al frente de la zona colegial estará el apoyo a los colegiados expatriados y en situación de desempleo, con una clara apuesta por la formación continua y la capacitación profesional de los compañeros.

En esta nueva etapa que afronta la zona colegial, se pretende priorizar entre las líneas de actuación, la intensificación de las relaciones institucionales y representatividad de nuestro colectivo en los diferentes estamentos de la Comunidad de Madrid, entidades locales, universidades y empresas, así como lograr el desarrollo de la Ley de Servicios Profesionales.

## ENCUENTRO CON EL MINISTRO DE FOMENTO EN EL CONGRESO DE LOS DIPUTADOS



La Junta de Gobierno de Madrid del CITOPIC - formada por Juan Manuel Alameda Villamayor, Decano, Maribel Santos Pérez, Vicedecana, Juan Antonio Martínez Barcala, Tesorero, y Álvaro Martín Heras, Secretario - ha asistido al Pleno del Congreso de los Diputados celebrado el día 27 de febrero.

Con este motivo, se ha mantenido una reunión informal con el Ministro de Fomento, José Luis Ábalos Meco, en que se le trasladaron cuestiones de calado como las relativas a la defensa de la Profesión o la problemática de nuestros compañeros tanto dentro como fuera de la Administración.

#### LA NUEVA JUNTA DE GOBIERNO INICIA UNA RONDA DE CONTACTOS INSTITUCIONALES



Desde la toma de posesión de sus cargos, los miembros de la Junta de Gobierno de la Zona de Madrid iniciaron una ronda de contactos institucionales, que si bien tuvo en el titular de la cartera de Fomento su máximo exponente, al ser el Ministerio que tutela la profesión, no se limitó solo a ello, sino que discurrió por distintos ámbitos de la Administración, la Universidad y la Empresa para establecer en todos los casos vías de colaboración entre las partes.

El Presidente de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Antonio Yáñez Cidad, recibía al Decano y al Vocal, Javier Carrera Pérez, en la sede que la CHT tiene en Madrid. La situación de los compañeros de profesión en la Confederación, particularmente en puestos técnicos, el reconocimiento del título de Grado para acceso al Grupo A o la lucha por crear el Cuerpo de Ingenieros Civiles y sacar adelante la Ley de Servicios Profesionales, han sido algunos de los temas abordados.

El Alcalde de Alcalá de Henares, Javier Rodríguez Palacios, abrió las puertas del Consistorio también a los representantes colegiales, ante quien se reivindicó la figura del ingeniero municipal a cargo de las tareas de urbanismo en los municipios, la vigilancia de las ofertas de empleo público y los pliegos de licitación



para evitar que se discrimine a unos titulados sobre otros y que los profesionales que desempeñen su tarea en relación con el Ayuntamiento sean profesionales colegiados, con todas las garantías que ello comporta, entre otras cuestiones.

Asimismo, se mantuvo una reunión con Jaime Marco García, Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil, a la que también asistió Alfredo Martín Luizaga, Subdirector de Cooperación Internacional y Desarrollo Sostenible de la citada Escuela de la Universidad Politécnica de Madrid. En ella, se han abordado, entre otros temas de interés, las vías principales para retomar la colaboración entre ambas instituciones, como puente del ámbito universitario y profesional.

Además, en la propia sede de la Zona de Madrid, la Vicedecana Maribel Santos Pérez recibió al Viceministro de Exteriores de la Republica Dominicana, Carlos Gabriel García, con quien se abordaron fórmulas de colaboración para limitar la problemática de los Ingenieros Civiles Nacionales Dominicanos residentes en Madrid, así como los procesos de homologación de titulaciones, entre otras cuestiones.

#### ASESORÍA JURÍDICA ESPECÍFICA PARA COLEGIADOS DE LA ZONA DE MADRID

La Zona de Madrid ha puesto en marcha un nuevo servicio de Asesoramiento Jurídico al colegiado de la Zona dando cumplimiento al compromiso reflejado en el punto quinto de nuestro Decálogo "El Colegio lo haces tú" de ofrecerte un servicio jurídico de calidad, responsable y profesional.

Javier Sanz Ponce, compañero de profesión y abogado, será el encargado de atender a los colegiados de la Zona en sus consultas relacionadas con el ejercicio de la profesión y lo hará tanto presencialmente, como vía telefónica o a través de correo electrónico.





### Actividad Asegurada

Está asegurada la responsabilidad civil imputable al Asegurado Colegiado del CITOPIC como consecuencia de reclamaciones por daños a terceros ocasionados durante el desarrollo de su actividad profesional de Ingeniero Técnico de Obras Públicas e Ingeniero Civil.



### **Amplias Coberturas** v Límites

- Responsabilidad Civil Profesional Limite de 3.500.000 €
- Responsabilidad Civil Explotación Incluida
- Responsabilidad Civil Locativa Incluida
- Responsabilidad Civil Accidentes de Trabajo 450.000 € por Victima
- Responsabilidad Civil Contaminación Accidental Incluida
- Cobertura de Inhabilitación Profesional 2.500 € por 18 Meses
- Cobertura de Protección de Datos
- Cobertura de Reclamación a Contrarios
- Liberación de Gastos
- Defensa y Fianzas



## Al Mejor Precio

OPCIÓN DE COBERTURA	PRIMA TOTAL ANUAL (impuestos incluidos)
Funcionarios en exceso de la póliza de la Administración	72,86 €
Funcionarios y/o asalariados	208,87 €
Funcionarios y/o asalariados y/o ejercicio libre cuando desarrollen su actividad en más de una modalidad de ejercicio	281,60 €
Ejercicio Libre	356,13 €
Ejercicio Libre Singular	50,95 €

<sup>\*30.000 €</sup> de límite para la modalidad de Ejercicio Libre Singular

#### Contrátalo Ahora



91 451 69 20



consejo@citop.es

El contenido del presente folieto publicitario es un resumen meramente informativo de las condiciones del seguro ofrecido, no teniendo en ningún caso carácter contractual alguno. Las coberturas, condiciones de adhesión al seguro y el resto de requisitos serán facilitadas por el corredor, previamente a la contratación, a los asegurados que deseen concertar el seguro, así como toda la información y asesoramiento requerido en cumplimiento de lo establecido por la Ley de Mediación. La efectividad de la contratación dependerá de la valoración realizada por las compañías aseguradoras en función del cuestionario aportado por el solicitante del seguro. Adartía Global Correduría de Seguros, S.A. Inscrita en el registro Mercantil Tomo 4.575, libro O, Folio 139, Hoja 8I-42981 CIF A-95374971.Inscrito en el Registro especial de Corredores de Seguros y de sociedades de Correduría de Seguros con la clave J-2428 y concertado Seguro de Responsabilidad Civil conforme a lo previsto en la legislación vigente.

## **Sabadell**Professional





# PROmover:

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

Te bonificamos tu cuota de colegiado.

Banco de Sabadell, S.A. se encuentra adherido al Fondo Español de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito. La cantidad máxima garantizada actualmente por el mencionado fondo es de 100.000 euros por depositante.

Abonarte el 10% de tu cuota de colegiado hasta un máximo de 50 euros por cuenta\*, es una manera de promover tus intereses profesionales, ¿no crees?

Si eres miembro del **Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles** y buscas promover tu trabajo, proteger tus intereses o tus valores profesionales, con **Banco Sabadell** puedes. Te beneficiarás de las soluciones financieras de un banco que trabaja en PRO de los profesionales.

Llámanos al 900 500 170, identifícate como miembro de tu colectivo, organicemos una reunión y empecemos a trabajar.

#### sabadellprofessional.com

\* Abonamos el 10% de la cuota de colegiado con un máximo de 50 euros por cuenta para cuotas domiciliadas en una cuenta de la gama Expansión, para nuevos clientes de captación. La bonificación se realizará un único año para las cuotas domiciliadas durante los 12 primeros meses, contando como primer mes el de la apertura de la cuenta. El pago se realizará en cuenta el mes siguiente de los 12 primeros meses.



Captura el código QR y conoce nuestra news 'Professional Informa'