



# curso sobre diseño e instalación de tuberías

**Versión Reducida de la XXIV Edición del Curso  
Madrid, febrero – abril de 2025**

**Resúmenes de las ponencias**



## Tema 1 Tuberías de acero

### **T1.01 Corrosión y protección catódica de tuberías de agua en casos de corrientes vagabundas (Javier Miranda González de Echávarri; WWI Procat, SL)**

Las tuberías de agua pueden ser afectadas, en cuanto a corrosión, por corrientes eléctricas que circulan por el suelo o el agua en un circuito ajeno a los que puede haber en la tubería.

Son las llamadas corrientes vagabundas o erráticas y exponemos como pueden afectar por corrosión a las tuberías enterradas o sumergidas y las distintas formas de solucionarlo

### **T1.02 Nuevos criterios de la norma UNE 36224 -1 para clasificar las tuberías de acero por clases de presión (Luis Balairón Pérez. Director del Laboratorio de Hidráulica del CEDEX y Profesor Asociado de la Universidad de Salamanca)**

Como es sabido, las tuberías de acero se fabrican bajo numerosas posibles combinaciones de diámetros, espesores y calidades de acero, lo que, a priori, las hace muy ventajosas frente a otros materiales por la adaptación que ello supone a las condiciones de cada proyecto en particular, ahorrando costes al optimizar el material a emplear en cada proyecto en particular.

Sin embargo, dicho ahorro no siempre se cumple, ya que son tantos los aceros normalizados (en calidad y espesor) que a veces no se encuentran fácilmente disponibles en el mercado todos ellos, de manera que al final se producen encarecimientos derivados de una oferta tan amplia.

En consecuencia, esas presuntas ventajas, se pueden convertir en épocas de crisis en una amenaza, ya que (en estas circunstancias adversas) las fábricas no pueden tener disponible toda la gama de espesores y calidades de acero inicialmente ofertadas, lo que redundará en modificaciones en los proyectos que, en ocasiones, pueden llevar a su aplazamiento o incluso a su paralización.

Para dar respuesta a esta situación, el Comité Técnico de Normalización CTN 36 "Siderurgia" de AENOR ha publicado recientemente la norma UNE 36224-1 "Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Criterios simplificados para la clasificación por clases de presión. Parte 1 Tubos", en la cual se plantea la posibilidad de proponer unos criterios simplificados respecto a la actual normativa de diseño de las conducciones de acero.

En concreto, la norma UNE 36224-1 propone que el diseño de las tuberías de acero se haga (preferentemente) conforme a unas clases normalizadas de presión establecidas (de manera similar a como se normalizan las conducciones de otros materiales alternativos) a partir de una sola calidad de acero (S 355) y de cinco espesores normalizados (4, 6, 8, 10 y 12 mm).

### **T1.03 Novedades en el Manual M11 de AWWA: nueva ecuación para la hipótesis III del cálculo mecánico de las tuberías de acero (Begoña Labalde Martínez; FCC Construcción, Dpto. Obras Hidráulicas)**

El manual M11 de AWWA es una importante referencia en el mundo de las tuberías de acero. Las sucesivas ediciones del mismo han ido modificando ciertos aspectos del material, adaptándolos a las tendencias y usos e incluyendo estudios según se han consolidado con el paso del tiempo.

Este es el caso de las últimas modificaciones recogidas en el mismo que hace referencia a la hipótesis III del cálculo mecánico de la tubería de acero. En ella se sustituye el empleo de la ecuación de Luscher (1962) por la ecuación de Moore (1994), cuya comparación se incluye en la charla que se está preparando.

### **T1.04 Caso Práctico nº1 Proyecto de ejecución de una balsa de dominio de cota para la modernización de regadíos de la Comunidad de Regantes de Molinar del Flumen, Fase III, Huesca (Miguel Majuelos, Director de la Obra SEIASA y Joan Tous, Jefe Grupo Sorigué).**

La Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias, SEIASA, empresa instrumental del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, está finalizando las obras de nuevas Infraestructuras Hidráulicas para la Modernización del Regadío de la Comunidad de Regantes de Molinar del Flumen. Esta nueva Fase, la III, está cofinanciada con cargo al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), en el marco del Programa de Desarrollo Rural 2014-2022.

Consisten las obras en la ejecución de una balsa de dominio de cota, de materiales sueltos impermeabilizada mediante geosintéticos, con capacidad útil de 650.000 m<sup>3</sup> y la conducción correspondiente para el llenado y explotación de la misma. Esta tubería, de 2.600 m de longitud, combina tramos de acero helicosoldado con hormigón postesado con camisa de chapa, ambos de 1800 mm de diámetro y mediante hinca de 2200 mm de diámetro se salvarán los canales del Cinca y del Flumen y la vía de Zaragoza a Huesca.

### **T1.05 Caso Práctico nº2 Nueva conducción de la margen izquierda del postrasvase Júcar-Vinalopó, Fase I (Francisco Hurtado Cerda, ICCP autor del proyecto y Santiago Mut Ronda, jefe de obra ARPO)**

Este caso práctico es la segunda parte de lo que podría ser una trilogía de una importante infraestructura hidráulica en el levante español, vertebrada por una conducción de acero helicosoldado de diámetro 1422 y diferentes espesores para cada requerimiento.

Se trata de la primera fase Margen Izquierda del postrasvase Júcar-Vinalopó, un gran proyecto desglosado y ejecutado en 3 tramos (0, 1 y 2) de conducción de acero helicosoldado más un cuarto tramo (tramo 3) adicional de un par de ramales para completar la infraestructura.

El objetivo de esta primera fase, que consta de tres tramos, junto con otras actuaciones de reparación y aumento de capacidad relevantes, es completar el esquema básico de las infraestructuras necesarias del postrasvase del Júcar-Vinalopó que permitirán regar casi 60.000 ha de cultivo del Alto, Medio y Baix Vinalopó, L'Alacantí y una zona de Albaterra, en la Vega Baja, gestionados por la Junta Central de Usuarios del Vinalopó-Alacantí y Consorcio de la Marina Baja.

Se trata de una zona de regadío de cultivos de alto valor, que atienden mercados muy exigentes en cuanto a la calidad de su producto y por tanto, las garantías y seguridad a la hora de suministrar el agua de riego, que por otra parte es un recurso escaso, son de una importancia vital para la viabilidad y continuidad de la agricultura e industria agroalimentaria en toda el área del Vinalopó.



## Tema 2 Tuberías de fundición dúctil

### **T2.01 Tuberías de fundición dúctil, la mejor opción para reutilizar el agua (María Pérez de Siles Gómez; Departamento Técnico de Saint Gobain PAM)**

La reutilización del agua es un proceso clave para la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en áreas con escasez de agua. Implica tratar el agua residual para que pueda ser utilizada nuevamente en diversas aplicaciones, como la agricultura, así como en industria.

La fundición dúctil es un material ideal para este proceso debido a su durabilidad y resistencia a la corrosión, además de la resistencia a los revestimientos a diferentes calidades del agua. Saint Gobain PAM ofrece una gama de productos especialmente diseñada para esta aplicación convirtiéndose así en una de las opciones más demandadas en cuanto a elección de material. En este curso, presentaremos la gama de tubería de fundición dúctil Urbital así como otras gamas disponibles relacionadas e intentaremos dar respuesta a opciones que aportan una solución comprometida con las nuevas gestiones a realizar teniendo en cuenta el contexto en el que nos encontramos.

### **T2.02 Cálculo de las longitudes de acerrojamiento necesarias quiebros en conducciones con tuberías de fundición dúctil. Caso especial de solapamiento entramos cortos (Luis Balairón Pérez. Profesor Asociado de la Universidad de Salamanca)**

Como es sabido, la forma tradicional de resistir el empuje de la presión hidráulica interior en un quiebro de una conducción en planta o en alzado es mediante la disposición de un bloque de hormigón que resista con su peso dicho empuje.

Sin embargo, en las tuberías con juntas capaces de resistir tracciones longitudinales (como las uniones acerrojadas en tubos de fundición), podría obviarse la colocación de esos macizos de anclaje en los cambios de alineación en planta o en alzado.

Con este criterio, se entiende que el empuje de la presión hidráulica interior se resiste por efecto del rozamiento que opone el terreno al deslizamiento de la tubería, suponiendo que dicho empuje disminuye linealmente hasta cero en unas longitudes suficientes para soportar las componentes de dichos empujes.

En esta comunicación se explica la forma de calcular las longitudes necesarias para resistir esos empujes, conforme a la normativa de referencia. Un caso particular de interés es cuando (debido a la cercanía entre dos quiebros en planta o en alzado) se produce un solapamiento en un tramo de conducción entre las longitudes de acerrojamiento necesarias en los codos que delimitan dicho tramo.



## **Tema 3 Tuberías de hormigón armado y pretensado con camisa de chapa**

### **T3.01 Piezas especiales de hormigón armado con camisa de chapa (Juan Pablo Guerrero; Director Comercial, Prefabricados Delta)**

En ediciones anteriores del curso de tuberías se han hecho presentaciones de carácter teórico sobre aspectos relacionados con el diseño y la instalación de las tuberías de hormigón armado con camisa de chapa: características generales, empleo en grandes diámetros, novedades en uniones, pruebas de la tubería instalada, etc.

En esta ocasión se ha incluido esta presentación en la que se abordaran las características, tipología y ventajas de las piezas especiales de hormigón armado con camisa de chapa.

### **T3.02 Caso práctico nº3 – Tubería de hormigón armado con camisa de chapa y de hormigón postesado con camisa de chapa, ambas con junta elástica doble. Conducción de Valdurrios para Monegros II, Zaragoza y Huesca: 14.000 m de DN1800 y 4.000 m de DN2400 (Juan Pablo Guerrero; Director Comercial, Prefabricados Delta)**

La tubería de Valdurrios permitirá regar 6.400 hectáreas en los términos municipales de Bujaraloz, Peñalba y Fraga.

La conducción de Valdurrios alimenta por gravedad la zona regable. Tiene su inicio en el canal de Sástago, y cuenta con un recorrido total de 21 kilómetros, casi todos ellos de hormigón armado con camisa de chapa y de hormigón postesado con camisa de chapa, ambas con junta elástica doble (14.000 m de DN1800 y 4.000 m de DN2400)

En la presente comunicación se presentarán las características más representativas de esta actuación.



## **Tema 4 Tuberías de hormigón armado y elementos complementarios en redes de saneamiento y drenaje urbano**

### **T4.01 Canalizaciones en hormigón prefabricado: estado tecnológico y tendencias (José Rodríguez Soalleiro, Asesor Técnico ANDECE)**

Las tuberías de hormigón son las más utilizadas en obras de saneamiento y drenaje y, como no podía ser de otro modo, han ido adaptando sus prestaciones a la creciente demanda que, en los aspectos mecánicos, estanquidad y durabilidad, se van recogiendo en normativas en su constante actualización. Esto le ha permitido mantenerse como solución insustituible en este tipo de obras, a pesar de la irrupción de otros materiales.

El hormigón es un material con una gran capacidad para cubrir las exigencias de diseño que cada caso precise. Diferentes diámetros, espesores, resistencias, incorporación de elementos auxiliares, piezas complementarias, adaptación de extremos a cualquier tipo de sistema de unión, etc. son características que hacen de los tubos de hormigón armado un producto a tener siempre presente.

En la conferencia de este año se van a tratar temas relacionados con la durabilidad según el Código Estructural y de las Declaraciones Ambientales de Producto DAT's

### **T4.02 Detección y cuantificación de alivios en tiempo de lluvia de las redes de saneamiento (Alberto Ayesa, HIDROSTANK)**

Como es sabido, desde hace años cada vez tiene mayor importancia la gestión de los alivios en tiempo de lluvia de las redes de saneamiento y drenaje urbano. El vigente RD 1290 obliga a los titulares de autorizaciones de vertidos vigentes a dotar a los puntos de desbordamiento, de sistemas de cuantificación de alivios, aunque este tipo de controles constituye un reto para las tecnologías actuales.

El requerimiento de monitorización de los alivios por desbordamiento de los sistemas de saneamiento para reducción de la contaminación de las masas de agua, está conduciendo a los servicios de agua a la instalación de tecnología que, no solamente controle los caudales vertidos en tiempo de lluvia, sino que además aporte información continua sobre el funcionamiento de las propias redes de saneamiento.

En la charla se detallarán las características de los dispositivos que permiten medir y cuantificar estos alivios, mostrando un ejemplo de una plataforma

**T4.03 Caso práctico nº4 - Hinca DN 2000 para el Consorcio Aguas Bilbao Bizkaia, en el tanque de tormentas Galindo (José Ramón Arenzana Castillo; Arenzana Soluciones Prefabricadas, S.L.)**

El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia está acometiendo en la actualidad las obras del tanque de tormentas de Galindo, con una inversión de 41,5 millones de euros. Este tipo de infraestructura (que llevará el agua de lluvia acumulada a la EDAR de Galindo) constituye una de las prioridades de la entidad consorciada para el cumplimiento de la Directiva 92/271/CEE en materia de tratamiento y depuración de aguas residuales.

En el marco de las actuaciones incluidas en las obras figura una importante hinca de 2.000 mm de diámetro con tubería de hormigón armado.





## **Tema 5 Valvulería y elementos complementarios en redes de abastecimiento**

### **T5.01 Válvulas de control y regulación (Vicente Sansaloni; Director Soporte Técnico de Belgicast)**

En este artículo se explicarán los conceptos básicos de regulación con válvulas en redes de agua y se verán diferentes tipologías de válvulas adecuadas para el control y sus aplicaciones

### **T5.02 Golpe de ariete, problemática y posibles soluciones (Fernando Bernal; Bermad)**

La problemática del golpe de ariete es un fenómeno que se da en todas las tuberías. Es por ello que en esta conferencia vamos a intentar entender bien cómo sucede dicho fenómeno y los diferentes elementos que disponemos para solucionarlos.

Muy importante distinguir los problemas ocasionados por sobrepresiones y depresiones para así seleccionar la mejor manera técnico-económicamente de solventarlo.

### **T5.03 Acoplamientos flexibles, con tolerancia, para tuberías rígidas en obra civil (Javier Iglesias, Regional Sales Manager. Mediterranean Region; Viking Johnson)**

Los acoplamientos universales, con tolerancia, o también llamados flexibles permiten la unión de tuberías fabricadas con el mismo material acomodando deformaciones, unir tuberías de distintos materiales o con diferentes diámetros exteriores y, en definitiva, contar con una solución muy versátil allí donde no se requiera un acoplamiento antitracción.

Habitualmente esta gama de materiales cuenta con uniones rectas, uniones reducidas y adaptadores de brida con distintos patrones de taladro y resistencia a presión, dando así solución a múltiples necesidades y reduciendo el número de accesorios en almacén ya que son válidas para fundición dúctil, fundición gris, acero, acero inoxidable fibrocemento, hormigón, PRFV, PVC, etc.

### **T5.04 Normativas esenciales para conectar tuberías: asegurando el buen funcionamiento de la tubería (Manuel Studerus; ARPOL)**

En esta presentación, se abordarán los marcos legales generales que rigen la conexión de tuberías, poniendo especial énfasis en las normativas básicas y regulatorias que

garantizan la calidad y la seguridad en las instalaciones. Profundizaremos en la normativa EN 805:2020 Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes y sus definiciones clave como PFA, PMA, PEA y las diferentes presiones que se deben considerar.

Además, profundizaremos en varias normativas esenciales, entre ellas:

- BS 8561:2021: Especificación para accesorios mecánicos para uso en la reparación, conexión y renovación de tuberías de suministro de agua a presión. Requisitos y métodos de ensayo
- EN 14525:2022 Manguitos y adaptadores de bridas de gran tolerancia de fundición dúctil y acero para su utilización con tubos de diferentes materiales: fundición dúctil, fundición gris, acero, PVC-U, PVC-O, PE, fibrocemento.
- ASTM F1476 - 07(2019): Especificación estándar para el rendimiento de juntas mecánicas con manguito para uso en aplicaciones de tuberías

La ponencia también subrayará la importancia de los ensayos y pruebas que deben realizarse en cada producto utilizado para conectar y unir tuberías, asegurando así su fiabilidad y conformidad con los estándares establecidos.



## Tema 6 Tuberías de materiales plásticos

### **T6.01 La importancia de la rigidez en tuberías plásticas de saneamiento: garantizando durabilidad y eficiencia (Javier Barros Gutiérrez, Técnico de infraestructuras hidráulicas de Molecor)**

La rigidez en las tuberías plásticas de saneamiento es un factor fundamental para garantizar su durabilidad y eficiencia a lo largo del tiempo. Una mayor rigidez permite que las tuberías soporten mejor las cargas externas, como el peso del suelo, columna de agua, cargas puntuales y el tráfico. Esto reduce significativamente el riesgo de deformaciones, roturas y otros fallos estructurales que podrían comprometer el sistema de saneamiento.

Además, la rigidez contribuye a una instalación más segura y eficiente, ya que las tuberías rígidas son menos propensas a dañarse durante el proceso de instalación. Esto no solo facilita el trabajo de los instaladores, sino que también minimiza los costos asociados con el mantenimiento y las reparaciones a largo plazo. En resumen, la rigidez es un factor clave para asegurar la integridad, la funcionalidad y el rendimiento óptimo de los sistemas de saneamiento, garantizando así un servicio confiable y duradero.

### **T6.02 Suministro de tuberías de PE de gran diámetro, de pared compacta, en tramos largos, para obras marinas y terrestres (Salvador Llobet; Departamento comercial Pipelife)**

Las tuberías de polietileno de pared compacta soldadas son muy utilizadas en los proyectos de emisarios submarinos. Para entender los motivos de la aparición de este tipo de tuberías es conveniente considerar con anterioridad un poco de historia de las causas que han originado que, la investigación humana, haya centrado una parte de sus intereses en el desarrollo de esta técnica.

Para ello, en esta conferencia, se van a analizar estos motivos causales fundamentándolos en tres pilares principales agrupados bajo los conceptos genéricos de:

- ¿Por qué tuberías marinas?
- Aspectos socioambientales
- Tuberías marinas

A partir de lo anterior se presentarán las principales características técnicas de las tuberías de PE de pared compacta empleadas en emisarios submarinos.

### **T6.03 XX Aniversario del Carné de instalador de tuberías plásticas de AseTUB (Elibeth Espinosa; Directora División Construcción y Grupo Sectorial Tuberías Plásticas, AseTUB)**

Han pasado 20 años desde la creación del carné de instalador de tuberías plásticas de AseTUB, el grupo sectorial de tuberías plásticas de ANAIP. Y, aunque la canción dice que 20 años no es nada, en estos 20 años ya hay más de 2,100 instaladores cualificados.

Es importante resaltar la formación del carné de instalador que capacita a los profesionales para instalar y mantener las redes de tuberías plásticas, y promover prácticas sostenibles en el sector. En este contexto, la formación pone un énfasis especial en la importancia de la gestión eficiente del agua. Las tuberías plásticas, debido a su durabilidad y resistencia a la corrosión, juegan un papel crucial en la reducción de pérdidas de agua en las redes de distribución. Los instaladores cualificados aprenden a implementar sistemas que minimizan las fugas y maximizan la eficiencia en el uso del agua, contribuyendo significativamente a la conservación de este recurso vital.

Estamos en un momento clave en el que debemos actuar consecuentemente si queremos atajar el cambio climático y convertirnos en una sociedad y un sector responsable y comprometido. El sector de las tuberías está muy enfocado en la sostenibilidad de los productos que se ponen en el mercado, fomentando el reciclaje e incorporando material reciclado en la fabricación e incorporando los criterios de sostenibilidad en su día a día, no solo los que tienen que ver con la sostenibilidad ambiental, sino también con sus ejes económico y social, obteniendo algunas de ellas la marca de industria de plásticos española y sostenible.

### **T6.04 Tubería de PE100-RC de gran diámetro (OD 1600 - 3500mm) y rehabilitación de colectores existentes (Borja Andrés Benavent, director técnico de AgruQuero)**

Con su competencia en el procesamiento de piezas de plástico técnicas y el desarrollo de soluciones a medida, AGRU tiene representación en casi todos los ramos de la industria y de la obra civil. Los campos de aplicación son el sector de gestión de aguas y gas, la industria energética, la industria química / la industria pesada, la industria de los semiconductores / la industria farmacéutica, la construcción de recipientes y aparatos, la construcción naval y aeronáutica, la minería y la ingeniería civil.

Desde AGRUQUERO, como distribuidores exclusivos de AGRU para cualquier empresa española, este año participamos en el Curso sobre Diseño e Instalación de Tuberías con una exposición sobre tuberías de polietileno de alta densidad PE100-RC enfocadas a grandes y muy grandes diámetros, entre 1600 y 3500 mm, con pared compacta fabricadas por extrusión, de gran aplicación en proyectos de emisarios submarinos destinados a sectores tales como: desalación, producción de hidrógeno verde, etc.

Así mismo, expondremos unos métodos de revestimientos de polietileno para tuberías y estructuras de hormigón en aguas residuales que garantizan la total estanqueidad y favorecen el flujo al reducir el coeficiente de rozamiento. Se aprovecha la resistencia mecánica indiscutible del hormigón, y mejoramos la capacidad de transporte evitando además cualquier fuga indeseada.

#### **T6.05 Soluciones para conectar tuberías de PE. Accesorios de PE: Derivaciones (Mercedes Alvarez Montes, Directora Técnica Plasson)**

En esta ponencia queremos destacar la gran variedad de soluciones para hacer derivaciones simples y en carga en las tuberías de PE, haciendo un sistema homogéneo, duradero y fiable.

Este tipo de derivaciones son rápidas y fáciles de instalar, reducen el número de soldaduras a realizar y requieren de un menor tamaño de la zanja.

Las Tomas simples y en carga de gran diámetro han sido diseñadas para hacer frente a la problemática existente en la unión de tubería de gran diámetro, como la ovalidad y deformación de la tubería debido a las operaciones de manipulación y almacenaje.

Con el uso de un útil simple y robusto, y la existencia de unos indicadores claros, nos aseguramos que el operario instale la toma correctamente, ya que nos aseguramos un contacto total de la zona de soldadura y una aplicación correcta de la presión de unión incluso cuando la tubería está ovalada o deformada.

Las tomas simples incluyen un método simple de ensayo que permite realizar la prueba de estanquidad de la soldadura antes de realizar el corte de la tubería. Este sistema evita el riesgo de costes y tiempo adicionales como consecuencia de taladrar tomas simples que han sido soldadas de manera incorrecta.

Con este tipo de accesorios podemos hacer derivaciones desde diámetros 63 hasta 1200 mm de tubería base con salidas desde 20 hasta 400 mm o desde ½" a 2".

#### **T6.06 FLEXIPOL: Tubería de PE100 para el suministro de agua potable y saneamiento. Tecnologías para unión de tuberías (Juan Carratalá Abril, Product Manager Iberia Infrastructure, ALIAXIS)**

El grupo ALIAXIS es un fabricante global de productos para la distribución y gestión del agua y gas con un propósito firme por fomentar la sostenibilidad y la innovación. Partiendo de este principio, ALIAXIS IBERIA cuenta en su catálogo de producto de infraestructura con tubería de polietileno de alta densidad, bajo la marca FLEXIPOL, que cubre las necesidades de proyectos del sector agua para un amplio abanico de requerimientos. Dependiendo de las condiciones requeridas por el proyecto, en base a la resistencia mecánica del material, resistencia a agentes oxidantes (desinfectantes clorados) o combinación de éstas nos podemos encontrar con distintos tipos de soluciones; FLEXIPOL PE100, FLEXIPOL PE100 RC, FLEXIPOL PE100 RD, FLEXIPOL RCD o FLEXIPOL PE100 RT. Además de fabricar y suministrar tubería, ALIAXIS IBERIA ofrece soluciones para el montaje de redes de suministro de agua y gas basadas en distintas tecnologías de unión de tubería (electrofusión, soldadura a tope y uniones mecánicas), lo que ofrece una gran versatilidad para su instalación.

#### **T6.07 Novedades en el cálculo mecánico de las tuberías de PRFV en el Manual M45 de AWWA (Antonio Jesús Díaz García; Jefe de Área de Obras Hidráulicas, LANTANIA)**

Recientemente se ha introducido un cambio importante en el Manual AWWA M45, que es el documento de referencia habitual para el diseño de las tuberías de PRFV.

En concreto, se ha variado el criterio empleado en el dimensionamiento mecánico de los tubos de PRFV, no calculándose ya con el módulo de reacción del suelo,  $E'$ , empleándose a partir de ahora el denominado "constrained modulus",  $M_s$  (módulo restringido literalmente, que en español sería el módulo edométrico).

Se trata de una variación interesante, comparándose en esta conferencia la metodología anterior con la actual.

#### **T6.08 Caso práctico nº6 – Diseño integral del drenaje pluvial en varias ciudades de Perú (Yonatan A. Bustamante Huaman; TYPISA)**

La presentación aborda los trabajos de diseño para dar solución integral a los problemas de inundación de carácter pluvial en varias ciudades en Perú.

Para ello, se han diseñado cientos de kilómetros de colectores de gran diámetro en la red principal de drenaje, así como en las redes secundarias y terciarias. La selección de materiales se basó en un extenso estudio comparativo coste-beneficio que permitió sistematizar el estudio de soluciones.

Los trabajos se completaron con un importante número de obras complementarias como estanques de tormentas, estaciones de bombeo y SUDS.

#### **T6.09 Caso Práctico nº 7 – Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) en el “Proyecto para la transformación de secano a regadío de la CCRR del Sifón de Cardiel, TT.MM. de Fraga y Ballobar, Huesca”: Responsabilidad medioambiental en la fabricación y suministro de más de 65.000 m desde DN 500 a DN 1800 en PN 6-10-16 (Enrique Cameo, Director del Proyecto, Cingral; Marc Tena, Sales Manager, Amiblu Pipes Spain)**

La actuación de este proyecto es la transformación en regadío de la Comunidad de Regantes del Sifón de Cardiel, incluida en el “Plan Coordinado de Obras de la Zona Regable de Monegros II (provincias de Huesca y Zaragoza)”.

La zona incluida en la transformación supone una superficie neta de 5.363,36 ha pertenecientes a los términos municipales de Fraga y Ballobar (Huesca), pertenecientes a la Comarca de Bajo Cinca, en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Las obras planteadas en el presente proyecto consisten en plantear una solución sin aporte energético aprovechando una infraestructura como el embalse de Valdepatao.

Aspectos como la sostenibilidad medioambiental, económica y social fueron claves para la selección de las tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) en las redes de riego de este proyecto: más de 65.000 m desde DN 500 a DN 1800 en PN 6-10-16.



## Tema 7 Diseño de redes y selección de materiales

### **T7.01 Puntos para el diseño, calculo y selección de tuberías en base al criterio de prestaciones equivalentes (Ramiro Sarvisé; SARGA)**

En general nos encontramos con el hecho de que en el mercado compite un determinado número de tuberías de distintos materiales para dimensiones y timbrajes muy distintos. En ocasiones dentro de los proyectos ni siquiera existe un estudio de alternativas que clarifique la elección de uno o varios materiales para un proyecto donde las tuberías suponen un gran porcentaje económico de la ejecución posterior. Por otra parte, no han sido todavía, convenientemente difundidas las reglas precisas que posibilitan la selección más adecuada a los requerimientos de cada proyecto en particular. Con lo que en muchas ocasiones queda supeditada a criterios o simpatías de los proyectistas, sin fundamentos en criterios ingenieriles.

En esta conferencia se tratará de clarificar los conceptos que deben ser tenidos en cuenta, para poder lograr una decisión correcta a la vez que económica, y que, además, asegure eficientemente la prestación del servicio requerido.

### **T7.02 Dimensionamiento Óptimo de Redes de Riego con SIGOPRAM (Pedro Santos Fortes; Departament SIG, Aigues Segarra Garrigues ASG)**

SIGOPRAM es una aplicación SIG (Sistemas de Información Geográfica) concebida para agilizar el proceso de diseño y análisis de redes de riego presurizadas. Se destaca como una solución integral en la ingeniería de riego, ya que cubre todo el ciclo de vida de una red de riego, desde el estudio previo hasta el proyecto, la construcción y la explotación. La presentación constará de una parte teórica, en la que se explicarán las metodologías de cálculo tradicionalmente utilizadas en el proceso de optimización de las conducciones de una red, y una parte práctica, en la que se demostrará el uso y las ventajas de SIGOPRAM en este tipo de proyectos.







## Tema 8 Instalaciones en zanja

### **T8.01 Sistemas de contención en conducciones: entibaciones, tablaestacas, muros pantalla, apuntalamientos, etc. (Antonio Sandoval Zabal, Jefe de Área de Obras I ACUAES)**

La presente comunicación consistirá en un recopilatorio de las técnicas empleadas para la contención de tierras en las obras de conducciones: entibaciones, tablaestacas, muros pantalla, apuntalamientos (codales, anclajes, bulones) y algunas otras referencias (well point, rellenos de baja densidad controlada, apeos de servicios afectados), incluyendo alguna referencia previa a aspectos generales (efectos del agua, estudios geotécnicos, normativa, seguridad o rendimientos),

La charla se desarrollará a partir de la experiencia de ACUAES, que dispone de experiencia de casi todas estas técnicas, con ejemplos en sus obras y que pueden llegar a ser realmente un cuello de botella

En ediciones anteriores del curso se habían tratado en distintas conferencias aspectos específicos de los sistemas de entibación y de los well points, pero no se había abordado una comunicación que tratara todos los sistemas en su conjunto.

### **T8.02 Instalación de tuberías enterradas en condiciones complejas de terrenos saturados. Tecnologías de control del agua subterránea en excavaciones lineales. (Alejandro J. Ferrer Granell, CEO en Ferrer Dewatering, SL)**

En ediciones anteriores de este curso, fueron presentados los conceptos esenciales en los que se basan los patrones de movimiento del agua subterránea en medios porosos.

Con ello podríamos responder a dos preguntas esenciales, cuyo entendimiento nos permitirá acometer con confianza un proyecto que incluya excavaciones en suelos saturados

¿Cómo se desplaza el agua en el subsuelo?

¿Qué efectos produce en el propio suelo el desplazamiento de agua subterránea?

Adicionalmente fueron presentadas tecnologías de bombeo de control de aguas subterránea (conocido por su término en inglés como *Dewatering*) y en particular, aquellos sistemas aplicables a excavaciones lineales (zanjas) para instalación de tuberías, sus elementos intermedios, como registros registro o bocas de hombre, o incluso en depósitos de bombeo, laminación y similares.

En la edición actual, además de revisar los temas esenciales anteriormente referidos y alineado con la constante innovadora presente en el “ADN” del Curso, se incorpora una serie de soluciones creativas de aplicación ante terrenos complejos.

Nos referiremos, por ejemplo, donde existan variables que incorporan dificultad adicional al *Dewatering*, tales como la estratificación de suelos con resultados de transmisividad hidráulica heterogénea (especialmente en las componentes verticales del flujo) o cuando nos hallamos ante excavaciones en rocas (no suelos) cuya conductividad hidráulica es basada en su segunda porosidad, dependiente del índice de fracturación de dicha roca.

Se presentarán casos recientes en los que han sido aplicadas estas técnicas innovadoras.



## Tema 9 Instalaciones sin apertura de zanja

### **T9.01 Sustitución de tuberías de PRFV mediante entubado simple Relining con PEAD en la red de riego de Capdepera, Mallorca (Jorge Lamazares, Director Sinzatec Canalizaciones)**

La empresa Sinzatec ha presentado en las últimas ediciones de este curso de tuberías distintas comunicaciones con diferentes tecnologías sin apertura de zanja para la instalación y/o rehabilitación de tuberías enterradas.

EN esta ocasión se va a presentar una realización reciente mediante la tecnología del entubado simple Relining con PEAD en Mallorca

### **T9.02 Guía de diseño y operación para la rehabilitación sin zanja de impulsiones de agua potable y residual mediante entubado con el sistema Primus Line (Luis Guajardo; Director de Desarrollo de Negocio en España y Portugal; Rädlinger primus line GmbH)**

La ponencia analiza el diseño y las condiciones operativas para la renovación sin zanja de impulsiones de agua potable y residual utilizando entubado con tubería flexible como se indica en la norma ISO 11295:2018.

En este artículo se revisa la evaluación técnica de la tubería considerando las especificaciones de instalación y se describe las posibles modificaciones desde el punto de vista de ingeniería para permitir una renovación con tubería flexible. En el artículo se presenta una solución de un sistema de tubería flexible, que incluye una descripción detallada de la técnica de conexión utilizada.

Al final del artículo, también se presentan algunos casos reales de instalaciones de tubería flexible en Europa, que mostrarán ejemplos de las modificaciones discutidas anteriormente.

### **T9.03 Caso práctico nº8 - Rehabilitación con manga continua CIPP de una conducción ovoidal sobre el río Manzanares, Madrid (Rafael M. Patón Sanz; Business Development Manager, Insituform)**

La rehabilitación de conducciones sin apertura de zanja es un sistema de renovación de tuberías con más de 60 años de experiencia en el sector de la construcción y con millones de kilómetros instalados alrededor de todo el mundo. En España, la tecnología está instaurada desde hace más de 25 años con resultados y calidades muy satisfactorios. Sin embargo, aún nos queda mucho camino por recorrer para estar al nivel de países de nuestro entorno como Francia, Holanda, Reino Unido o Alemania, donde las tecnologías

sin zanja son la solución prioritaria frente a la apertura de zanja tradicional.

El caso práctico que se presenta en esta comunicación se trata de una conducción de sección ovoidal de dimensiones 2100x1400mm junto al río Manzanares en la ciudad de Madrid. Teniendo en cuenta la dificultosa accesibilidad de la zona y los problemas tanto de filtraciones como de vertidos al curso de agua, provocados mayoritariamente por el deterioro del colector instalado, se optó de parte de la propiedad por la solución que mejor se adaptaba a la problemática existente y en esta ocasión fue la manga continua CIPP.

Se trata de una conducción que discurre perpendicular al río Manzanares y que en alguno de sus tramos cuenta con secciones trapezoidales prefabricadas por cuyas juntas de dilatación se producían pérdidas-exfiltraciones al cauce. Además, estas dos conducciones discurren por debajo de una vía de ferrocarril.



## Tema 10 Mantenimiento y explotación de redes de redes

### **T10.01 Tecnologías de inspección para evaluación estructural de tuberías de hormigón armado y pretensado (Antonio García Zorrilla, Strategic Account Development, Xylem España)**

La inspección mediante tecnología electromagnética de las tuberías de hormigón pretensado y armado, a presión, es el primer paso para poder realizar una evaluación estructural de las canalizaciones de estos materiales. Las herramientas de inspección disponibles están condicionadas por las características dimensionales y especificaciones de las tuberías a evaluar. El correcto dimensionamiento, uso e interpretación de datos obtenidos proporcionará las herramientas necesarias para conocer el estado real de la canalización y poder hacer una gestión proactiva de estas líneas, optimizando inversiones y mantenimientos y alargando su vida útil.

### **T10.02 Caso práctico nº9 - Evaluación estructural en tuberías de hormigón pretensado con camisa de chapa en ATL (Gerard Guiteras, Cap de Renovacions i Reposicions en el Ens d'Abastment d'Aigua Ter-Llobregat ATL e Idair Espinosa, Condition Assessment Engineer Xylem España)**

En los tubos de hormigón pretensado con camisa de chapa, la capacidad estructural está condicionada, principalmente, por el estado de las espiras de pretensado. Las grietas en estos tubos pueden conllevar procesos de corrosión que, con el tiempo, suponen la rotura de las espiras y, eventualmente, la rotura catastrófica del tubo dañado. Con el objeto de identificar los tubos críticos con espiras rotas, Aguas ter Llobregat (ATL) realizó una inspección electromagnética con la tecnología EM PipeDiver de la empresa Xylem. De los 2450 tubos inspeccionados, 69 tubos fueron identificados con espiras rotas, de los que sólo 2 tubos estaban en un estado crítico desde el punto de vista estructural.

### **T10.03 Caso práctico nº10 - Obras de mejora en los acueductos y almenaras del nuevo Canal de Cartagena (Daniel Esteve Garcia, Mancomunidad de los Canales del Taibilla)**

Actualmente, la Mancomunidad de los Canales del Taibilla está ejecutando las obras para la reparación estructural y la impermeabilización de la totalidad de los acueductos y almenaras que se encuentran en el nuevo canal de Cartagena, que cuenta con 70 km de longitud, partiendo de la ETAP de Pedrera y finalizando en la ciudad portuaria.

El principal reto que debemos afrontar es el trabajar en el interior de los acueductos mientras se explota la red de abastecimiento, atendiendo a los consumos y garantizando

la seguridad de los trabajadores. Como solución se ha optado por la ejecución de un bypass interior desmontable mediante tubería de PVC, el cual debe montarse en cortes de menos de 16h



## Conferencias especiales

### **SP.01 Uso de software técnico en la redacción de proyectos de modernización de regadíos. Interoperabilidad (José Ángel Hernández Redondo; Subdirector de Obras y Explotación SEIASA)**

En las ediciones de 2022 y 2023 del Curso de Tuberías, SEIASA hizo sendas presentaciones en la Sesión Presencial de las Jornadas en la que se abordaron algunas cuestiones relacionadas con las nuevas tecnologías empleadas en el ámbito de la modernización de regadíos desde su experiencia en este sector. En particular se habló de telecontrol y de la experiencia en BIM con el objetivo de crear una Guía BIM centrada en modernización de regadíos.

En esta nueva edición de 2024 SEIASA hará una nueva presentación en la Sesión Presencial del Curso en la que dará continuidad a los contenidos de las de los dos años pasados, presentando, en esta ocasión, su experiencia en el uso de software técnico en la redacción de proyectos de modernización de regadíos

### **SP.02 Control de calidad en obras de conducciones (Blanca Berganza, TRAGSA)**

A partir de la experiencia de TRAGSA centralizando el control de calidad de las tuberías que están instalando (haciendo ensayos de materiales en fábrica, en laboratorios externos y, después, mediante pruebas de la tubería instalada) se realizará esta presentación en la que se propondrán unos criterios prácticos para el control de calidad en obras de conducciones de todos los tipos de tuberías.

### **SP.03 Caso práctico nº5 – Experiencias en la operación y mantenimiento de conducciones de gran calibre. Caso práctico del Área Metropolitana de Valencia (Román Ponz, Director de Operaciones de EMIMET Empresa Mixta Metropolitana SA y Presidente Comisión 3 Redes de abastecimiento de AEAS)**

El sistema de abastecimiento en alta del Área Metropolitana de Valencia suministra agua potable a una población en torno a 1,6 millones de habitantes. Cuenta con dos Estaciones de Tratamiento de Agua Potable, 220 km de red de aducciones y aproximadamente 100 puntos de entrega a los 48 municipios que integran el Área Metropolitana de Valencia. Con un consumo anual de 105 hm<sup>3</sup> en el Área Metropolitana, la ciudad de Valencia supone aproximadamente la mitad de dicho consumo. La operación del sistema de abastecimiento en alta requiere de un elevado nivel de garantía del servicio, minimizando los cortes del servicio y su duración. Para ello se

requiere la aplicación de exigentes procedimientos de trabajo para el mantenimiento preventivo y correctivo en la red de conducciones, minimizar el riesgo de los activos, así como el uso de las nuevas tecnologías.

**SP.04 Experiencias derivadas de la aplicación del Plan Director de Integral de Saneamiento de Barcelona, PDISBA (Alejandro Ortiz Garre; Director de Projectes i Obres, Barcelona Cicle de l'Aigua, SA, BCASA)**

**SP.05 Mantenimiento y rehabilitación de redes de abastecimiento y drenaje urbano (Manuel Rodríguez Quesada; Subdirector Conservación de Infraestructuras Zona Oeste, Canal de Isabel II)**

Las conducciones, una vez instaladas, deben de ser mantenidas para garantizar un correcto funcionamiento y un aumento de su vida útil. Las tuberías se van deteriorando debido al uso, al paso del tiempo y la obsolescencia técnica, y por ello es necesaria una rehabilitación cada cierto número de años.

Los mantenimientos preventivos en las redes de drenaje urbano consisten en la limpieza periódica de las conducciones y en su posterior inspección. En esta charla se abordarán los distintos tipos de limpiezas e inspecciones, desde las utilizadas tradicionalmente hasta las más innovadoras como las inspecciones mediante drones, métodos acústicos y el uso de la inteligencia artificial.

En el caso de las redes de abastecimiento, se tratarán las tareas de prelocalización de fugas, que nos van a permitir adelantarnos a las roturas en la red, las inspecciones electromagnéticas en tuberías de hormigón pretensado y la limpieza de tuberías para eliminar el biofilm interior y por lo tanto, los problemas de calidad en la red.

En el caso del mantenimiento correctivo, se hablará de las renovaciones, tanto por el método tradicional mediante zanja, como diversas tecnologías sin apertura de zanja.