



curso sobre diseño e
instalación de tuberías

Versión reducida

Madrid, febrero - marzo 2020

Resúmenes de las ponencias



Tema 1 Tuberías de acero

T1.01 Revestimientos en tuberías de acero (Luis Balairón Pérez, Profesor Asociado Universidad de Salamanca)

Las tuberías de acero para el transporte de agua deben contar siempre con una protección mediante revestimientos. En esta charla se van a presentar los revestimientos interiores y exteriores más frecuentemente utilizados en este momento, haciendo hincapié en sus características, normativa de aplicación, controles de calidad recomendados, campo de aplicación, etc.

T1.02 Protección catódica en tuberías de acero (Javier Miranda González de Echávarri; WWI Procat, SL)

El campo de aplicación de la protección catódica va desde la protección de estructuras metálicas enterradas (gasoductos, oleoductos, conducciones de agua, estructuras de hormigón armado enterradas y aéreas, tanques, etc.), instalaciones marinas en sus áreas sumergidas (cascos de buques, tuberías submarinas, boyas, pantalanes, plataformas petrolíferas, etc.), interior de tanques de agua caliente sanitaria, base interior de tanques de productos petrolíferos, base exterior de tanques aéreos sobre el suelo. Se puede utilizar incluso para la prevención, con cierta efectividad, y bajo determinadas circunstancias, de fenómenos de corrosión bajo tensión, corrosión con fatiga, corrosión con cavitación, deszincificación, etc.

En esta conferencia se va a pasar revista a los conceptos básicos de corrosión y de protección catódica aplicada a tuberías enterradas.

T1.03 Caso práctico nº1 - Reparación interior de tubería de acero de diámetro 1000, del sistema Valdelentisco de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (Esther Esquilas, Jefe de Área de Explotación de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla)

Recientemente (en 2017) la Mancomunidad de los Canales del Taibilla al comenzar con la puesta en marcha mediante la desinfección y limpieza correspondiente de la conducción que distribuye el agua desde la desalinizadora de Valdelentisco (ya que llevaba seis meses sin funcionamiento por diferentes causas) se detectó que el agua que circulaba por la tubería no salía en las condiciones adecuadas para el suministro de agua potable. En consecuencia, la MCT ha tenido que acometer una reparación del interior de dicha tubería (de acero de diámetro 1000 mm) del sistema Valdelentisco. En esta conferencia se presentan las obras realizadas, en particular las relativas a las protecciones adoptadas.

T1.04 Caso práctico nº2 - Las conducciones de acero en las obras para la puesta en riego del sector sureste de la Comunidad de Regantes Andévalo Fronterizo (José Antonio Cordero Beas, Comunidad de Regantes Andévalo Fronterizo y Juan Andrés Reales, Realza Ingenieros)

La Comunidad de Regantes Andévalo Fronterizo, está acometiendo en la actualidad las obras para las infraestructuras necesarias para la puesta en regadío de una superficie de 5.239,081 ha del Sector Sureste de la Comunidad de Regantes Andévalo Fronterizo. Dicha puesta en riego se materializa con la construcción de una red de conducción de agua para riego procedente de una balsa existente denominada Cabezo del Pasto, desde la que se transporta el agua por gravedad a las dos balsas proyectadas para el almacenamiento. Desde ellas, se diseñan dos estaciones de bombeo, y una red de impulsión de distribución hasta las bocas de riego con hidrantes individuales y telecontrol.

Las conducciones más importantes de esta actuación son de acero, de diámetros comprendidos entre 600 y 1400 mm (casi 40 km en total). En la presente comunicación se describe el proceso de proyecto y puesta en obra de estas tuberías.



Tema 2 Tuberías de fundición dúctil

T2.01 Sistemas de unión en tuberías de fundición dúctil. (Antonio García Zorrilla; Saint Gobain PAM)

Los sistemas de canalización en fundición dúctil son unas de las soluciones más utilizadas y presentes en las redes de transporte de agua, en todas sus variantes, abastecimiento, saneamiento, riego, industrial, etc.

Este hecho tiene su justificación en la elevada versatilidad que poseen estas canalizaciones, haciendo que sean innumerables las tipologías de tuberías, accesorios, racores, piezas de valvulería o piezas de montaje e intervención que se han desarrollado con el mismo. Para la coexistencia de todos ellos, a lo largo de los años se han ido desarrollado diferentes sistemas de conexión.

Cabe destacar que las uniones de fundición dúctil no son solo utilizadas para la instalación de canalizaciones de este material, sino que son requeridas para la instalación y explotación de otros materiales, como numerosas tipologías de tuberías plástica que recurren a accesorios de fundición dúctil o como elementos de transición entre materiales. Estos son, sin duda, buenos ejemplos de la versatilidad y nivel de adaptación que se ha desarrollado en las uniones de fundición dúctil.

En esta conferencia se pretende clasificar los sistemas de unión actualmente más utilizados existentes en el mercado, así como presentar un compendio de características, ventajas, desventajas y condicionantes de cada uno de estos sistemas, facilitando con ello la labor de selección de estos sistemas a los técnicos que se vean frente a esta necesidad durante la redacción, la ejecución o la dirección y control, de un proyecto con elementos en fundición dúctil.

T2.02 Caso práctico nº3 – Las obras de saneamiento y depuración de San Roque y otros municipios del Campo de Gibraltar (Nicolás Gutiérrez Carmona y Antonio Sandoval; ACUAES)

La Comarca del Campo de Gibraltar se encuentra al sur de la península Ibérica, incluyendo los municipios de Algeciras, Los Barrios, La Línea de la Concepción y San Roque, todos ellos situados en el arco que conforma la Bahía de Algeciras, además de Tarifa, principalmente orientada hacia el océano Atlántico, Castellar de la Frontera, Jimena de la Frontera y San Martín del Tesorillo, más al interior.

El saneamiento y depuración de Algeciras, La Línea de la Concepción, Tarifa, Castellar de

la Frontera, Jimena de la Frontera y San Martín del Tesorillo han sido o están siendo objeto de actuación en los últimos años, quedando pendientes los municipios de San Roque y Los Barrios. Para resolver esta situación se ha redactado el proyecto “saneamiento y depuración de San Roque y otros municipios del Campo de Gibraltar” diseñando una agrupación de vertidos que recoja los caudales de aguas residuales actuales y futuros.

En esta charla se presenta el alcance de las actuaciones realizadas en el marco de este proyecto, en particular las conducciones de fundición dúctil (conforme a la norma UNE EN 598) que presentan la singularidad de disponer un revestimiento interior de poliuretano.



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

T3.01 Caso práctico nº4 - Suministro de tubería de hormigón postesado con camisa de chapa y junta elástica en la Comunidad de Regantes de Andévalo Minero en Huelva. (Juan Pablo Guerrero; Director Comercial, Prefabricados Delta)

Este artículo se enmarca en el contexto de una transformación en regadío de una zona deprimida económicamente en la provincia de Huelva desde que el mineral dejó de ser interesante para su extracción en las minas de la zona. La región es el Andévalo Minero que abarca los municipios de Cerro del Andévalo, Zarza-Perrunal y Calañas, que gracias al regadío pretende convertirse en una zona próspera, un auténtico vergel que fije riqueza y población en la comarca.

El proyecto consta de 20,6 km de tuberías que constituyen la red primaria de distribución de agua (diámetros de DN 1000 a DN 600), así como de otros 32 km de red secundaria de diámetros menores de DN 500. Igualmente el proyecto incluye tres balsas de regulación y otras obras auxiliares. Para las tuberías de mayor diámetro (1000, 900 y 800 mm), se han instalado tubos de hormigón postesado con camisa de chapa revestida y junta elástica, mientras que para los diámetros menores a 600 mm, se han utilizado tuberías de materiales plásticos y fundición.

En esta conferencia se detallan las características de las tuberías de hormigón postesado con camisa de chapa instaladas en esta actuación.

T3.02 Caso práctico nº5 - Estudio de alternativas hormigón/acero en el proyecto de modernización de la infraestructura hidráulica de la Comunidad de Regantes de Santa Cruz Alcolea de Cinca, Huesca (Ramiro Sarvisé; Dpto Infraestructuras, SARGA)

En la actualidad se está promoviendo la modernización integral de la zona regable de la Comunidad de Regantes Santa Cruz de Alcolea de Cinca, en la Provincia de Huesca. Esta zona comprende una superficie de riego total de 4.207,7819 ha y se desarrolla en sentido longitudinal oeste a este desde el Canal de Terreu hasta la zona regable de la huerta vieja de Alcolea que riega desde el río Cinca.

Aunque en el proyecto inicial la tubería que se planteaba era de PRFV, y con el objetivo de dotar a la conducción de un tubo de mayor resistencia, sin depender tanto de las características resistentes del terreno, se optó por valorar cambiar dicha solución por un tubo de hormigón postesado con camisa de chapa y junta elástica (tubería rígida) o una tubería de acero mediante junta soldada.

Para justificar que tipo de tubería era la más recomendable SARGA ha llevado a cabo un estudio comparativo entre estos dos materiales (acero soldado y hormigón) atendiendo a criterios técnico económicos. Finalmente, en este caso, se seleccionó como más adecuada la tubería de hormigón.

En esta charla se presenta el estudio comparativo realizado y las características de la tubería seleccionada, en particular su procedimiento de montaje.



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

T4.01 Soluciones en hormigón armado para redes de saneamiento y drenaje (José Rodríguez Soalleiro, Asesor Técnico ANDECE)

Los conductos de hormigón son los más utilizados 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 esta conferencia se van a pasar revista a los usos y tipología, normativa aplicable, novedades más recientes, limitaciones reales y falsamente atribuidas, condiciones de montaje, y un somero vistazo a los aspectos de la producción de esta tipología de tuberías.

T4.02 Diseño hidráulico de vados con tubería de hormigón armado de grandes dimensiones por varios métodos de cálculo (Víctor Flórez Casillas; Director Dpto. Obras Hidráulicas y Marítimas, FCC Servicios Ciudadanos)

En esta presentación se van a proponer varias formas de realizar el cálculo hidráulico de obras de drenaje transversal. El motivo principal es que nos encontramos innumerables casos en los que el cálculo de este tipo de elementos se plantea de forma errónea, considerando de forma exclusiva la capacidad de transporte que tendría un conducto en régimen uniforme y permanente, para una pendiente dada.

Eso no funciona así, o no es el sistema correcto de comprobación en la gran mayoría de los casos, ya que deben tenerse en cuenta muchas variables que influyen en el proceso de cálculo que debe seguirse (pendiente de la obra de drenaje, etc.)

La presentación se va a desarrollar a partir de un caso práctico calculado con distintos sistemas de cálculo, dependiendo de los datos con los que contemos y, en este caso, comprobaremos la cuantía del error que cometeríamos en caso de emplear un método u otro.

T4.03 Equipamiento en redes de saneamiento y pluviales: vertederos móviles, sistemas para la limpieza automática de tuberías, vacío y rioflush y tratamiento de aguas pluviales, separadores hidrodinámicos (Alberto Ayesa, HIDROSTANK)

En su aplicación en las redes de saneamiento y pluviales las tuberías tienen como función principal evacuar aguas residuales o aguas pluviales o una combinación de ambas, en función de si se utiliza un sistema separativo o unitario para gestionar el drenaje.

En los sistemas separativos, las aguas fecales son conducidas a las plantas de tratamiento y las aguas pluviales son conducidas al medio receptor, bien sea el río, el mar, un lago....

En los sistemas unitarios, un único tubo conduce a la depuradora las aguas fecales durante el tiempo seco y a las pluviales y fecales durante el tiempo de lluvia, estos sistemas unitarios bien en la planta depuradora bien en la red de tuberías disponen de aliviaderos que permiten evacuar toda el agua que o no se puede tratar en la planta o no se puede transportar por las tuberías.

Se está constatando en los estudios que se están realizando, que es necesario controlar y/o minimizar lo que se vierte por estos aliviaderos de los sistemas unitarios y lo que se está evacuando por los sistemas separativos, tanto en calidad como en cantidad.

En esta ponencia se quieren presentar distintas tecnologías y sistema que permiten tratar el agua en los eventos de lluvia tanto en los sistemas separativos como en los unitarios.

T4.04 Caso práctico nº6 - Pozo vórtice para disipación de energía. Ajuste del diseño en un caso especial en el saneamiento de Nerja (Antonio Jesús Díaz García; Jefe de Área de Obras Hidráulicas, Lantania)

En esta conferencia se va a presentar el proceso de diseño de un pozo vórtice en el marco del contrato de "las obras de la EDAR, colectores interceptores, estaciones de bombeo y emisario submarino de Nerja, plan de saneamiento integral Costa del Sol-Axarquía. Sector Nerja (Málaga)".

Estas obras comprendían la ejecución de varios colectores, que terminaban en una estación de bombeo de aguas residuales (EBAR de Burriana), desde la que se impulsaba a la EDAR de Nerja, objeto también de este contrato.

El tramo final del colector de llegada a la EBAR, a la cota de la playa de Nerja, estaba previsto que conectara con el colector de la ciudad, a más altitud, mediante una perforación dirigida de PEAD DN 630 mm.

Por problemas de ejecución de la perforación dirigida, se produjo una desviación en planimetría y altimetría de la misma. Esta desviación suponía estar unos 8,6 m más bajo de lo previsto en proyecto en el punto de conexión con el colector que venía de la ciudad, y 16 m bajo la cota de la calle.

Las tuberías de los colectores a conectar, ambas de PEAD DN 630 mm, se ejecutaron mediante perforaciones dirigidas. Por tanto, para conectarlas, hubo que realizar, desde

la superficie y por medios manuales debido a la estrechez de la zona, un pozo vertical $\varnothing 1,6$ m y de 16 m de profundidad, dentro del cual se colocó la pieza vórtice de disipación de la energía que las conecta y que permite vencer el salto del agua de 8,6 m de altura.



Tema 5 Valvulería y elementos complementarios en redes de abastecimiento

T5.01 Válvulas de protección y seguridad (Vicente Sansaloni, Technical Sales Service Director Belgicast)

La protección de cualquier sistema es algo a considerar, tanto para la protección del sistema en sí o sus equipos como de los posibles daños causados a terceras partes en caso de fallo.

Los sistemas hidráulicos no son ajenos a ello y un fallo en un sistema de distribución de agua puede tener diferentes consecuencias, desde el obvio corte del servicio, a los costes derivados de los daños, la posibilidad de provocar inundaciones, daños personales, etc.

El presente artículo tiene como objetivo presentar algunos fallos y protecciones para los mismos realizadas con válvulas y explicar en algo más detalle los actuadores por contrapeso.

T5.02 Acoplamiento rilsanizado en la obra civil (Javier Iglesias, Regional sales manager. Mediterranean region; Viking Johnson)

Los recubrimientos en polvo Rilsan® (fabricados por Arkema) vienen siendo utilizados en la industria del agua desde 1967 si bien se viene produciendo desde 1947. Es una poliamida única (nombre oficial Poliamida P11), de alto rendimiento, que provee de un alto grado de protección a la corrosión a los productos metálicos siempre en cumplimiento con las regulaciones más estrictas sobre instalaciones de agua potable (WRAS, KIWA, ACS, etc.).

Se fabrica a partir de una materia prima renovable (aceite Castor) procedente de la planta del Ricino. Es un material respetuoso con el medio ambiente que no libera ningún compuesto orgánico volátil (VOC) y cuya composición está totalmente libre de pigmentos con base metales pesados o agentes endurecedores.

La aplicación de este revestimiento es tan dispar como:

- Oil & Gas: utilizado para proteger líneas de tuberías de acero bajo el mar
- Automoción: para revestimiento del interior de depósitos de combustible & ejes
- Doméstico: utilizado para recubrir las bandejas de los lavavajillas
- Industria del agua: para una excelente protección de corrosión de los acoplamientos de fundición dúctil y acero

En esta conferencia se va a abordar la aplicación de acoplamientos rilsanizados en la

obra civil e infraestructura

T5.03 Ahorro energético en impulsiones mediante la utilización de purgadores automáticos eficientes (Ignacio Gandarillas; Departamento de Ingeniería Aplicada Regaber / Hidroglobal)

En anteriores ediciones del “Curso sobre Diseño e Instalación de Tuberías” el autor de esta charla ha presentado otras conferencias en las que ha tratado en profundidad diferentes asuntos referidos a las válvulas de aireación o ventosas, como son el dimensionamiento, los criterios de selección, la instalación en campo, los problemas típicos que pueden darse en la explotación y su utilización como dispositivo de protección en transitorios hidráulicos.

Se puede definir una ventosa o válvula de aireación como aquel dispositivo hidromecánico que se instala en puntos concretos de la instalación y cuya finalidad es la de gestionar la presencia de aire en los sistemas de conducción de agua, generalmente para otorgar al sistema de cierta protección hidráulica como puede ser la de evitar que la tubería entre en condiciones de presión negativa (presión subatmosférica) en los casos de vaciado de la misma (ya sea mediante una operación programada de drenaje como en una rotura o también si se da lugar el fenómeno conocido como “separación de columna” o “separación de vena líquida”) o la de favorecer que la tubería se ponga en servicio mediante la expulsión del aire que se encuentra en el interior del tubo vacío de agua. También son conocidas sus funciones de protección frente a los procesos de corrosión y frente a los daños, que en general, provoca el aire en equipos de medida o filtración.

Lo que no es tan habitual es calificarlas como dispositivos que ayudan, de manera importante, al ahorro energético en impulsiones.

En los últimos años, fruto de la preocupación a nivel global por el cambio climático, se están concentrando los esfuerzos en mejorar la eficiencia energética de todo tipo de procesos, motivo por el que se empieza a escuchar hablar de términos como “auditorías energéticas” en los bombeos.

El principio conceptual de una auditoría energética es el balance de energía. Este se basa esencialmente en determinar la energía consumida y las pérdidas en cada componente del proceso de bombeo: es decir, desde la entrada de energía en la acometida del suministrador, pasando por todos los elementos del sistema, hasta la entrega de agua al punto de uso. Este método permite distinguir cuánta energía suministrada se convierte en trabajo útil, que es el mínimo trabajo para bombear el agua estrictamente necesaria hasta todos los puntos del sistema de distribución.

El presente artículo trata de profundizar en el conocimiento de las pérdidas que se producen en la última fase del bombeo o impulsión, es decir, en la red de distribución (las tuberías).

T5.04 Sistemas inteligentes para válvulas de control hidráulico. Casos de estudio (Andrés Ortega; EMEA Sales Manager Dorot)

Las empresas gestoras de agua, tanto en regadío como en abastecimiento, se enfrentan

a desafíos comunes tales como el crecimiento de la población a abastecer y demandante de productos agrícolas, la escasez de agua y posibles periodos de sequía y el envejecimiento de la infraestructura y mano de obra. Esta situación está favoreciendo la eclosión en el mercado de nuevas soluciones que, aprovechando la tecnología actual, pretenden dar respuesta a los retos existentes. Estas soluciones se engloban dentro de lo que se conoce habitualmente como “Soluciones Inteligentes” o, más comúnmente conocido como, “Smart Water Solutions”

Uno de los elementos de uso más amplio y generalizado, tanto en redes de abastecimiento como de regadío, son las válvulas automáticas de control hidráulico. Estas válvulas se emplean para garantizar niveles adecuados de caudal y presión en los diferentes puntos de la red y con las mismas se realizan funciones de maniobra, regulación, control y protección. Estas válvulas se vienen utilizando desde principio del siglo XX, siendo un elemento mundialmente aceptado en el diseño de redes hidráulicas a presión. Sin embargo, la mayoría de estos elementos, a excepción de la función hidráulica de reducción de presión, no ha sufrido grandes modificaciones en su operación, presentando limitaciones que es posible salvar con la tecnología existente actualmente

Este documento pretende describir nuevas soluciones innovadoras para el control inteligente de válvulas hidráulicas que puedan ayudar a los operadores de servicios de agua a hacer frente a los desafíos a que se enfrentan en su operación diaria.

A modo de ejemplo, se exponen al final del documento un par de casos prácticos en los que se describen situaciones reales y las soluciones adoptadas y beneficios alcanzados en cada una de ellas con el uso de los sistemas inteligentes de control.



Tema 6 Tuberías de materiales plásticos

T6.01 Cambios normativos hacia una economía circular en los sistemas de tuberías plásticas (Mónica de la Cruz, Directora de AseTUB Grupo de Fabricantes de Tuberías Plásticas)

En 2015, la Comisión Europea adoptó un plan de acción para contribuir a acelerar la transición de Europa hacia una economía circular, impulsar la competitividad mundial, promover el crecimiento económico sostenible y generar nuevos puestos de trabajo.

El plan de acción establece 54 medidas para "cerrar el círculo" del ciclo de vida de los productos: de la producción y el consumo a la gestión de residuos y el mercado de materias primas secundarias. También determina cinco sectores prioritarios para acelerar la transición a lo largo de sus cadenas de valor (plásticos, residuos alimentarios, materias primas críticas, construcción y demolición, biomasa y biomateriales).

Los plásticos son importantes materiales, presentes en nuestra economía y nuestra vida cotidiana mejorado la seguridad, el confort, la higiene y en general nuestra calidad de vida y el desarrollo tecnológico.

Desde hace ya años, y antes de la publicación de la Estrategia sobre los plásticos a escala europea, desde la propia industria y fabricantes de tuberías plásticas se trabaja en un reenfoque de los productos para potenciar su contribución a la sostenibilidad y transición a la economía circular, mediante la transformación del modo en que se diseñan, producen, utilizan y facilitan la incorporación de materias primas secundarias (recicladas) reduciendo la extracción de nuevas materias primas vírgenes.

Este nuevo enfoque ha dado lugar cambios y modificaciones en las normas actuales de sistemas de tuberías plásticas y a nuevos desarrollos normativos que tienen por objetivo la circularidad.

T6.02 Sistemas de tuberías de gran diámetro hasta Ø3500 mm en PE100 (Borja Andrés Benavent; Director Técnico de AgruQuero)

El uso de compuestos de PE para la producción de tuberías proporciona un alto nivel de consistencia en la calidad y el rendimiento de las tuberías con el menor esfuerzo por parte del fabricante.

Por ello, el material PE100 es el elegido por muchas de las empresas de servicios públicos de agua (y gas) para las tuberías a presión, lo que demuestra que el PE tiene la menor tasa de fracaso entre todos los materiales de tubería. Las tuberías PE100 son la mejor opción para transportar agua durante toda la vida de 50 a 100 años. Además, la última

generación PE 100 – RC incluye propiedades como resistencia a la propagación lenta de fisuras y resistencia a la propagación rápida de grietas.

Por ello, ante la escasez de agua potable a nivel mundial, que está convirtiendo al agua en uno de los bienes más preciados, el PE100 será uno de los materiales más empleados en el futuro próximo para el transporte del agua tratada a los consumidores, gracias a no tener fugas en sus tuberías y sin afectar la calidad del agua, con ausencia de corrosión e incrustaciones.

En esta conferencia se van a presentar las ventajas y características técnicas de las tuberías de PE, incluyendo las aplicaciones en grandes diámetros (3.500 mm)

T6.03 SUBOR, especialistas en riego. Sistemas de tubería en PRFV (Josep Aubeso; Business Development Technical Manager, SUBOR)

SUBOR es la empresa pionera en su territorio con la primera instalación tecnológica fundada en 1996 en Turquía para la fabricación y venta de tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) en todo el mundo.

Las tuberías Subor de PRFV han sido, desde hace ya más de 24 años, el producto escogido como el más idóneo por las principales administraciones de gestión del riego en más de 50 países, debido a las grandes ventajas que ofrece por sus altas prestaciones tanto químicas como mecánicas, así como una inmejorable relación calidad/precio, frente a materiales tradicionales como el hormigón camisa de chapa, acero o fundición.

Estas excelentes propiedades mecánicas que ofrecen las tuberías de PRFV de Subor permiten su uso en un amplio rango de hasta DN4000 PN10, lo que convierte a este material como uno de los más versátiles y de gama de producto más amplia del mercado para el sector del riego. Prueba de ello es que Subor es el líder mundial indiscutible en el sector del riego para tuberías de PRFV, con más de 4.100 km suministrados para este sector.

T6.04 Análisis de flexibilidad de tuberías de PRFV de gran diámetro. Aplicación a un sistema de SWI en la ampliación de una planta petroquímica (Andrés Jesús González Guerrero, TYPESA)

El PRFV es un material ortótropo, posee diferentes propiedades mecánicas en dirección axial y circunferencial, se caracteriza por un bajo módulo de Young, un coeficiente de dilatación térmica aproximadamente del doble en comparación con el acero, baja flexibilidad en los codos, y problemas con las juntas de las diferentes secciones de PRFV. Por ello, el enfoque a la hora de analizar la flexibilidad de este tipo de líneas debe ser diferente al enfoque en caso de enfrentamos a una línea metálica.

A lo largo de esta conferencia se analizarán:

1.- Las principales normas de diseño utilizadas comúnmente para el análisis de flexibilidad, haciendo hincapié en aquellos aspectos que se deben tener en cuenta durante el diseño.

2.- Se incluye el análisis de flexibilidad, realizado con el programa PLC Gold del Pauling Research Group, de un sistema de alimentación de agua de mar utilizado del sistema de

refrigeración de la planta una planta petroquímica en Perú. Se analizará los principales inconvenientes encontrados durante el análisis de flexibilidad del sistema de tuberías, así como las soluciones adaptadas para satisfacer tanto los requisitos establecidos en la ASME B31.3, como las cargas admisibles en las tubuladuras de los equipos.

T6.05 Sistema de tuberías PPA-KRAH (Antonio Cantalejo Moreno; Director comercial PPA KRAH)

El polietileno de alta densidad (PEAD) es uno de los materiales de mayor aceptación en el mercado de tubería siendo cada vez más frecuente en todo tipo de aplicaciones; abastecimientos, saneamientos, redes de riego, emisarios sub- marinos, instalaciones industriales, tanques de tormentas, etc.

PPA&KRAH empresa fundada en el año 2004, perteneciente al Grupo PPA fabrica en sus instalaciones de Vitoria tuberías y accesorios de gran diámetro (hasta diámetro Interior 4000 mm) en materiales termoplásticos (PE100, PE80, PP...) utilizando tecnología de extrusión helicoidal KRAH, la cual optimiza la geometría de la pared de la tubería mejorando su rigidez y reduciendo peso.

La gama de productos del sistema de tuberías KRAH permite plantear estudios particulares para cada proyecto optimizando la solución para cada caso y garantizando instalaciones homogéneas, soldadas y estancas. La conexión entre tuberías ha sido uno de los puntos críticos en todo tipo de instalaciones. La electrofusión integrada en las tuberías, accesorios y piezas especiales garantiza una unión estanca y permanente.

A partir de todo lo anterior, en esta conferencia se va a presentar el sistema de tuberías de PPA KRAH

T6.06 Caso práctico nº7–Tuberías de PRFV en aplicaciones industriales, GNA LNG Terminal – Porto de Açú - Brasil" (Javier Domínguez Perulero; Project Manager Amiblu)

GNA LNG Terminal - Porto Açú, Brasil, proyecto por el cual una sencilla circulación de agua de mar es convertido, gracias a su enclave, dimensión, instalación y aspectos singulares, en un proyecto único y referente en su sector.

A través de la ponencia se podrá, además de profundizar en el propio proyecto, ampliar la visión y aplicación que hoy día nos ofrece el uso de tuberías y accesorios fabricados en PRFV, fijando su uso como fundamental dentro del campo industrial.

T6.07 Caso práctico nº8 - Emisarios submarinos con tuberías de PE de pared compacta. Caso práctico: el emisario de Jorflasfar en Marruecos (Salvador Llobet; 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.

T6.08 Caso práctico nº9 - Modernización del regadío de la zona regable de la Comunidad de Regantes del Trasvase Tajo – Segura de Librilla. Sector 2 (Manel Romero Montoya, Técnico de infraestructuras hidráulicas y Marcos Rincón Benito, Técnico del servicio pre-post venta; Molecor Tecnología, SL)

La modernización del sistema de riego (instalando un sistema de riego localizado en toda la superficie regable abastecido mediante redes de distribución de agua a presión) es crucial para el mantenimiento de la actividad agrícola en el ámbito del área regable de la Comunidad de Regantes de Librilla. De esta manera, se podrá pasar de unas necesidades en cabecera para regar adecuadamente toda la superficie agrícola del Sector 2 con las instalaciones actuales de 6.120.347,9 m³/año, a solo 4.195.805,9 m³/año lo que significa un ahorro de agua del 31,45%.

Para llevar el agua desde los cabezales de la red hasta los hidrantes colectivos de cada una de las dos Zonas del Sector 2, se han proyectado redes de distribución ramificadas. Tras un estudio comparativo entre los diferentes materiales que se pueden utilizar para las conducciones se concluyó que, para diámetros de 140 mm o superiores, el material indicado es el PVC Orientado (PVC-O) serie 500, y entre 125 mm y 90 mm, el material idóneo es el PEAD PE100.

En la presente conferencia se detallan las características de las tuberías de PVC-O empleadas en esta modernización de regadíos.



Tema 7 Instalaciones en zanja

T7.01 Detalles constructivos en las ejecuciones de las obras de modernización de regadíos (Jose Ángel Hernández Redondo, Subdirector de Obras y Explotación SEIASA)

La Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SEIASA pertenece al grupo Patrimonio del Estado (Ministerio de Hacienda) y es empresa instrumental del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, dependiente de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal, para la modernización y consolidación de los regadíos contemplados en el Plan Nacional de Regadíos y declarados de interés general.

Hasta el 31 de diciembre de 2019, SEIASA ha realizado, a nivel nacional, la modernización de 546.261 ha de regadío, beneficiando a 193.970 regantes, con una inversión total de 1.942.106.813,05 €, en un conjunto de 156 Comunidades de Regantes, de las Comunidades Autónomas de: Andalucía, Aragón, Castilla - La Mancha, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Cataluña, Extremadura, Galicia, La Rioja, Comunidad de Madrid y Región de Murcia. Actualmente la Sociedad ha finalizado un total 283 actuaciones en todo el territorio nacional.

A lo largo de esta trayectoria se ha constatado la gran importancia que tiene invertir el tiempo necesario en la redacción de los proyectos constructivos, con el objetivo de definir con precisión las soluciones constructivas necesarias y evitar sorpresas durante la fase de ejecución de las obras. De esta manera, en esta conferencia se describen distintas obras singulares realizadas por SEIASA y que se consideran de interés para su divulgación:

1. Trabajos en zanjas con nivel freático y terrenos de consistencia fluida.
2. Cruce de infraestructuras existentes utilizando distintas técnicas de hinca.
3. Afección a infraestructuras existentes para la instalación de tuberías.

T7.02 Criterios para la ejecución de zanjas. Casos prácticos (Joan Tous, Jefe Grupo Sorigué)

Las tuberías para transporte de agua o gas lo más habitual es instalarlas enterradas, aunque en ocasiones singulares o por condicionantes vayan instaladas al aire libre.

En este artículo se va a exponer y detallar las características principales de la ejecución de la zanja, explicando los procesos para la ejecución de las zanjas en proyectos de gran envergadura, principalmente de tuberías de transporte de agua. No se incluyen la ejecución de zanjas en ciudades, urbanizaciones o en zonas costeras. Tampoco se

entrará en los sistemas de excavación específicos en nivel freático muy alto, tales como wellpoint o Tablestacados.

El enfoque de este artículo, es desde la obra y las experiencias que se han obtenido a lo largo de estos años que el autor está trabajando en las instalaciones de regadío o agua potable

T7.03 Control de aguas subterráneas en zanjas para tuberías (Alejandro J. Ferrer Granell, Chief Executive Officer Ferrer SL)

El impacto de las aguas naturales sobre un proyecto de construcción puede ser enorme, la presencia de agua puede condicionar los aspectos esenciales del diseño de las estructuras, los procedimientos de construcción y su coste, entre otros. Los patrones que determinan el comportamiento de las aguas subterráneas y superficiales a estos efectos podrían englobarse en la respuesta de las siguientes cuestiones:

¿Cómo se desplaza el agua superficial y subterránea en el área de influencia del proyecto?

¿Qué efectos produce el agua sobre el proyecto y su entorno?

El entendimiento de esas premisas condicionará la evolución del proyecto, tanto en su fase de estudio y diseño, como en su proceso de ejecución. Los métodos utilizados en la actualidad en el control del nivel del agua subterránea han evolucionado durante las últimas décadas, si bien, los conceptos básicos permanecen. La mejora se ha obtenido a partir de un menor coste de los materiales utilizados, bombes más eficientes y sistemas de montaje de mayor efectividad.

T7.04 Control de calidad en obra de tuberías plásticas de PE100, PVC-U y PVC-O (Joaquín Lahoz; Product Manager Centro de Ensayos Innovación y Servicios CEIS)

El cambio climático impone la necesidad de aprovechar mejor los recursos hídricos de un país; en ese ámbito la canalización, el transporte y la distribución del agua es un proceso fundamental. El agua debe de llegar sin incidencias y con las menores pérdidas posibles a sus usuarios finales ya sean estos los habitantes de una ciudad, una industria o una explotación agraria.

Es en estas últimas donde, por el empleo extensivo que se hace de este recurso, hay que prestar una especial atención a la red de transporte y distribución que a menudo se extiende por centenares de kilómetros y en ocasiones con miles de puntos de consumo.

La utilización de sistemas de tuberías plásticas en las redes de riego viene ya de lejos, el PRFV, el PVC y el PE son materiales habitualmente empleados en ellas por su economía y su bajo nivel de incidencias. Esto es fruto de dos factores, de una parte la estandarización de los productos, esto es, la existencia de una serie de normas internacionales (Normas UNE-EN-ISO) que recogen tanto sus características como los ensayos que las determinan y de otra la certificación de dichos sistemas por terceras partes (entidades de certificación como AENOR) que avalan el cumplimiento de dichas normas mediante la realización periódica de inspecciones y ensayos. Ambos factores generan confianza en el instalador y por ende en el usuario final.

A pesar de ello experiencias recientes aconsejan, al menos temporalmente, realizar un control de calidad de los materiales empleados en las obras de puesta en regadío de grandes superficies por el gran impacto económico de eventuales incidencias. El control de calidad en obra debe ser visto en este caso como una salvaguarda contractual tanto para el comprador como para el suministrador de la tubería. Un examen bien dirigido permite chequear las características clave del producto en los distintos lotes intervinientes en la obra y así reducir las incidencias en la puesta en marcha y en el funcionamiento n

ormal de la instalación.



Tema 8 Instalaciones sin apertura de zanja

T8.01 Aplicación de materiales composites para refuerzo estructural en tuberías de gran diámetro, diseño, instalación y controles de calidad de acuerdo con la normativa AWWA C-305. Ejemplos de aplicación en arterias de abastecimiento y circuitos de refrigeración de centrales de energía (Miguel Medina; Pipeline Infrastructure)

En esta conferencia se va a presentar el uso de materiales composites para refuerzo estructural en tuberías de gran diámetro de hormigón de acuerdo con la AWWA C-305.

Desde finales de la década de los 90 una de las tecnologías sin zanja de mayor aplicación en Estados Unidos y cuyo uso se ha extendido a nivel internacional es la de los Polímeros Reforzados con Fibras (PRF). Con el paso del tiempo distintas empresas han decidido investigar y crear sus propios sistemas de materiales compuestos, o composites, los cuales han tenido que ser sometidos a rigurosos ensayos a escala real para validar las características mecánicas de estos materiales. Esta competencia entre empresas ha generado la necesidad de ofrecer los sistemas de composites a precios cada vez más competitivos, permitiendo que esta tecnología sea más accesible y aumentando su uso de forma gradual.

La competencia entre empresas por crear los sistemas de composites con la mejor relación calidad/precio del mercado ha creado la necesidad de establecer unas bases comunes a todos ellos con la finalidad de ofrecer a los usuarios un nivel de confianza y garantías que permitan continuar fomentando el uso de esta tecnología

De esta manera, se ha generado una normativa promovida por la American Water Works Association (AWWA), denominada “AWWA C-305: CFRP Renewal and Strengthening of Prestressed Concrete Cylinder Pipe (PCCP)” en su primera edición del año 2018 y aprobada por el Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI). En ella se explica detalladamente desde el diseño del refuerzo estructural CFRP hasta el control de calidad y aceptación luego de haber sido aplicado. Esta normativa es una garantía de calidad y durabilidad de un refuerzo con CFRP en tuberías PCCP de gran diámetro.

T8.02 Caso práctico nº10 - Rehabilitación NO-DIG mediante sistema de encamisado con manga continua, en tubería de fundición gris DN600 de abastecimiento de agua potable en Quart de Poblet, Valencia (Román Ponz, Director de Operaciones de EMIMET Empresa Mixta Metropolitana SA)

En la actualidad, los sistemas de abastecimiento de agua potable presentan una gran cantidad de conducciones cuya vida útil está agotada o próxima a su fin. Para la renovación de las redes se pueden plantear dos posibilidades: rehabilitación con

apertura de zanja o sin apertura de zanja (CIPP lining, (Close-fit o Pipe bursting).

En esta conferencia se expone la experiencia de la Empresa Mixta Metropolitana, S.A. (EMIMET), en las obras de rehabilitación de una tubería de abastecimiento de agua potable de fundición gris DN600 mm, ubicada en el T.M. de Quart de Poblet (Valencia). La rehabilitación realizada en el año 2020, consistió en un entubado con manga continua autoportante (CIPP lining), y fraguado mediante luz ultravioleta.

EMIMET es una empresa mixta, creada por la Entidad Metropolitana de Servicios Hidráulicos (EMSHI) y Global Omnium, que nació en el año 2008 para gestionar el suministro de agua en alta desde las dos Estaciones de Tratamiento de Agua Potable, ETAP La Presa (T.M. Manises) y ETAP El Realón (T.M. Picassent), hasta los puntos de distribución municipal de cada uno de los 48 municipios que integran el Área Metropolitana de Valencia. El abastecimiento en alta cubre una superficie aproximada de 620 km², siendo la población abastecida de 1,6 millones de habitantes.

El sistema de abastecimiento de agua en alta presenta aproximadamente 210 km de red de tuberías, con diámetros comprendidos entre 1.600 y 300 mm, y materiales para las conducciones como hormigón, fundición y acero.

T8.03 Caso práctico nº11 - Rehabilitación de los 10 km de tubería de fibrocemento del abastecimiento a Reocín con tubería flexible Primus Line (Jorge Lamazares; Director Gerente, SINZATEC)

Los proveedores de servicios públicos de todo el mundo se enfrentan al deterioro de la infraestructura de las tuberías de agua potable. Solo en España hay alrededor de 40.000 km de tubería de fibrocemento que todavía está en contacto con agua potable y, como en el resto del mundo, estas tuberías se acercan al final de su vida útil. Cómo acometer su reemplazo es una gran preocupación y el estudio de los mejores métodos para reemplazarlos debe hacerse con un enfoque en la seguridad, los costos y la protección del medio ambiente.

Aunque las tecnologías sin zanjas están bien establecidas en la industria del alcantarillado, hasta ahora se ha avanzado poco en el ámbito del agua potable. El trabajo presenta las alternativas al reemplazo o rehabilitación de las tuberías de fibrocemento y las razones que pueden mover las decisiones al uso de Tecnologías sin Zanja.

Este artículo presenta una innovadora tecnología de entubado flexible que ha sido concebida para la rehabilitación sin zanjas de tuberías a presión. El documento muestra la composición de la manguera Primus Line y aborda los accesorios de terminación desarrollados específicamente que completan el sistema. Además, el artículo demuestra que esta tecnología permite grandes longitudes de inserción y la negociación de curvas. Finalmente, un estudio de caso de Reocín, España, abordará el despliegue de la tecnología Primus Line para la rehabilitación de una tubería principal de agua potable de 10 km de longitud. En particular, se describirá el proceso completo de instalación. El estudio de caso muestra que la tecnología de entubado flexible se caracteriza por períodos de construcción cortos con ahorros de tiempo y costos significativos en comparación con los métodos tradicionales de zanjas abiertas, facilidad de instalación y necesidades mínimas de equipo en el sitio. El documento concluye con un resumen de los beneficios y las limitaciones de la tecnología Primus Line.



Tema 9 Mantenimiento

T9.01 HERMETICA, Uniones flexibles para la unión y reparación de tuberías (Felipe García Leal, Hermética)

En esta conferencia se van a presentar las soluciones de estanqueidad para conectar y reparar tuberías en redes de agua potable y residual, riego, minería e industria ofrecidas por la empresa HERMÉTICA

En las redes de distribución de agua, ya sea potable, para riego, minería o industria pueden darse multitud de problemas como averías o roturas que requieren una reparación de la tubería. Estos incidentes suponen una problemática diaria por las pérdidas de agua, la cual conlleva a una baja eficiencia en la red de tuberías, incluso y en función del tipo de rotura y sistema de reparación utilizado pueden incluso llegar a interrumpir el servicio.

La versatilidad del programa de abrazaderas para tuberías HERMETICA, es la solución óptima para la conexión y reparación de tuberías en la red de manera óptima con el mínimo de referencias. Por la facilidad de instalación, HERMETICA es la solución a cualquier problema de mantenimiento correctivo de la red.

T9.02 Sistemas de unión reparación y derivación Hawle Nova Siria (Miguel Ángel Pardo; responsable de Oficina Técnica de Hawle)

La gama de producto HAWLE–NOVA SIRIA está organizada por distintos tipos de elementos disponibles en múltiples versiones, que permiten la conexión, reparación y derivación de tuberías, incluso submarinas, con diámetros y materiales iguales o distintos.

La extensa producción se divide en productos “Estándar” y “Especiales”. Los estándares cubren una amplia gama de necesidades de intervenciones generales en el amplio mercado de la distribución de agua potable, redes de alcantarillado y estaciones de bombeo.

Sin embargo, las uniones de compresión estándar también se diseñan teniendo presente la posibilidad de personalización -adaptación- para posibilitar su utilización, con la modificación oportuna, en aplicaciones especiales.

El uso de uniones de compresión en tuberías situadas bajo el agua del mar es una de estas aplicaciones especiales.

En el mercado nos presentamos bajo el lema: " HAWLE–NOVA SIRIA no ofrece solo productos, ofrece soluciones".

**T9.03 Pasado, presente y futuro de las tecnologías aplicadas a la detección de fugas
(Daniel Pérez, Director Técnico de Von Roll Hydro)**

El surgimiento de nuevas necesidades siempre ha ido acompañado a través del tiempo en desarrollar nuevas herramientas, en orden de adoptar nuevos recursos que aporten soluciones. En esta presentación, se realiza un resumen a lo largo del desarrollo de los sistemas de abastecimientos en la aportación de herramientas al diagnóstico y detección de fugas en redes de agua.



Conferencias especiales

T10.01 Algunas lecciones aprendidas en la construcción de conducciones de saneamiento (José Piñeiro Aneiros; ACUAES)

El PMBOK, o Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (del inglés A Guide to the Project Management Body of Knowledge) editado por el Project Management Institute (PMI), define las “lecciones aprendidas” como “el conocimiento adquirido durante un proyecto, que muestra cómo se trataron los eventos del proyecto o como deberán abordarse en el futuro con el propósito de mejorar el desempeño futuro”.

Esta guía, que identifica aquellos fundamentos de la gestión de proyectos que están generalmente reconocidos como una buena práctica, señala que las “lecciones aprendidas” son una de las herramientas fundamentales dentro una organización dedicada a la realización de proyectos, y el beneficio clave del proceso de “cerrar el proyecto”.

No obstante, las “lecciones aprendidas” no deben ser una mera recopilación de los errores que hemos mejorado o de hechos que hemos aprendido en el proyecto a nivel personal, sino que, más allá de las circunstancias concretas y particulares que nos han llevado a ellas, deben ser una información de utilidad para quien se enfrente a un proyecto similar, de modo que pueda afrontarlo con cierta preparación.

En esta línea de actuación, este artículo pretende ofrecer un conjunto de “lecciones aprendidas” como resultado de la experiencia adquirida desde ACUAES durante la construcción de conducciones de saneamiento, y a las que se ha llegado haciéndose las siguientes preguntas sobre ¿qué salió bien en nuestros proyectos de saneamiento?, ¿qué salió mal? y ¿qué acciones debemos tomar para evitar estos errores y repetir estos aciertos en el futuro?

T10.02 Funcionalidades para automatizar tareas con el software SIGOPRAM, aplicación SIG para el diseño óptimo de redes de riego presurizadas. Dimensionamiento automatizado de equipos hidráulicos y piezas especiales (Pedro Santos Fortes, Departament SIG de Aigües Segarra Garrigues ASG)

El diseño de una red de riego se desarrolla en tres fases consecutivas. Empieza por la definición de un trazado, pasa por la fase de dimensionamiento óptimo de las conducciones y termina con el análisis de la fiabilidad de la red mediante la simulación de múltiples escenarios de demanda. SIGOPRAM es una aplicación SIG (Sistemas de Información Geográfica), desarrollada por Aigües del Segarra-Garrigues (ASG), específicamente para este objetivo.

Sin embargo, una vez terminada la labor de diseño de las conducciones de una red de riego, suele ser necesario dimensionar otros elementos tales como piezas especiales, macizos, ventosas, desagües, filtros, válvulas. etc. Dada la habitual extensión territorial de este tipo de proyectos, suele ser elevado el número de elementos a dimensionar, lo que implica un dispendio de tiempo considerable.

Este artículo surge como complemento a otro anterior presentado en la XIX Edición de este Curso de Tuberías, "SIGOPRAM, nueva aplicación de ingeniería para el diseño y análisis de redes de riego" (Santos, 2019), donde se explicaron los procesos de dimensionamiento optimizado de las tuberías, y el del análisis de su funcionamiento mediante la simulación masiva de escenarios de demanda. En el presente artículo se describen las herramientas disponibles en SIGOPRAM para la automatización de las tareas de

- 1) Dimensionamiento de hidrantes (cuello de cisne, filtro caza piedras y válvulas hidráulicas volumétricas)
- 2) Ubicación y cálculo de piezas especiales y respectivo dimensionamiento de macizos de anclaje
- 3) Elaboración de perfiles longitudinales, ubicación de ventosas/aductores y desagües en los puntos altos y bajos y respectivo dimensionamiento.

T10.03 Calidad en la instalación (Rafael Gimeno; EMPROACSA - Aguas de Córdoba)

El origen de EMPROACSA hay que buscarlo en la necesidad ineludible que tenía la Diputación Provincial de Córdoba de sustituir a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en la Dirección Técnica de los Consorcios de las Zonas Norte y Sur de Córdoba, responsables del Abastecimiento en Alta a los municipios incluidos en sus respectivos ámbitos territoriales.

Una vez que se decide crear la empresa, su objeto se amplió para incluir el desarrollo de todos aquellos trabajos relacionados con el ciclo del agua que le fueran encomendados por la Diputación de Córdoba, colaborando especialmente en la prestación de análisis químicos, bacteriológicos y de cualquier tipo, de aguas potables y residuales; detección de fugas en depósitos y redes; limpieza de colectores; y asesoramiento y asistencia jurídica, técnica, económica y financiera a los Ayuntamientos cordobeses en toda la problemática del ciclo hidráulico.

Más tarde, con la desaparición del Consorcio de Abastecimiento y Saneamiento del Alto Guadalquivir, que se subrogó a la Diputación Provincial, a través de EMPROACSA, en su posición jurídica, se pone a disposición de todos los municipios de la provincia una única oferta de gestión supramunicipal de los servicios relacionados con el ciclo hidráulico.

En esta conferencia se va a presentar la experiencia de EMPROACSA en la búsqueda de la calidad en los sistemas del ciclo urbano del agua gestionados por esta empresa, desde los criterios para la selección de los materiales de las tuberías al esfuerzo realizado por la reducción de las fugas en sus redes.