

ORGANIZACIÓN Y PROYECTOS DE SISTEMAS ENERGÉTICOS



TEMARIO OFICIAL ACTUALIZADO

1. Fluidos: propiedades de los fluidos. Presiones en un fluido. Métodos de análisis de los flujos. Resistencia de los fluidos: pérdidas en conductos abiertos y en conductos cerrados o tuberías. Sistemas de tuberías. Medidores en fluidos.

Introducción

El estudio de los fluidos y sus propiedades constituye un pilar fundamental en el ámbito de la ingeniería energética y los sistemas de transporte de energía. Los fluidos están presentes en numerosos procesos industriales, desde la generación de energía hasta la climatización, pasando por la distribución de combustibles y el funcionamiento de maquinaria térmica e hidráulica. Su comprensión permite optimizar la eficiencia de los sistemas, reducir costes operativos y mejorar la sostenibilidad de las instalaciones. En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad.

Las propiedades físicas y dinámicas de los fluidos influyen directamente en el diseño y operación de los sistemas energéticos. Aspectos como la presión, la viscosidad y la densidad determinan el comportamiento de los fluidos en movimiento y su interacción con los conductos y dispositivos de medición. El análisis de las presiones en un fluido y los métodos de estudio de los flujos permiten diseñar sistemas eficientes y seguros, minimizando pérdidas de carga y garantizando un óptimo rendimiento energético. La resistencia de los fluidos, manifestada en forma de pérdidas por fricción en conductos abiertos y cerrados, es un factor clave en la selección de materiales y en la configuración de tuberías y redes de distribución.

Los sistemas de tuberías constituyen la infraestructura fundamental para el transporte de fluidos en instalaciones energéticas e industriales. Su diseño debe considerar tanto la hidráulica del flujo como los mecanismos de pérdida de carga y eficiencia energética. Además, la medición de los parámetros de los fluidos mediante instrumentos adecuados permite un control preciso de los procesos y una toma de decisiones fundamentada en datos reales. El uso de medidores como los manómetros, caudalímetros y sensores de presión facilita la supervisión y optimización de los sistemas, garantizando su funcionamiento en condiciones óptimas.

La enseñanza de estos conceptos en el ámbito de la Formación Profesional capacita al alumnado para desempeñar funciones clave en sectores como la generación y distribución de energía, la industria petroquímica, el mantenimiento industrial y la gestión de infraestructuras

hidráulicas. La aplicación de metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y la simulación de flujos en software especializado, permite a los futuros profesionales desarrollar competencias técnicas y analíticas esenciales para su inserción laboral. A lo largo del desarrollo del tema, se explorarán en profundidad las propiedades de los fluidos, los fenómenos de presión, los métodos de análisis de flujo, la resistencia de los fluidos en distintos sistemas de conducción, así como la instrumentación utilizada para su control y medición.

Fluidos: propiedades de los fluidos. Presiones en un fluido

El estudio de los fluidos y sus propiedades constituye un aspecto esencial en el ámbito de la ingeniería de sistemas energéticos, ya que estos juegan un papel fundamental en el transporte y la conversión de energía en múltiples aplicaciones industriales. Desde la distribución de combustibles hasta el funcionamiento de sistemas hidráulicos y térmicos, los fluidos están presentes en numerosos procesos que requieren un conocimiento detallado de su comportamiento físico y mecánico. En este epígrafe se abordarán las propiedades de los fluidos y los principios que rigen la presión en su interior, aspectos cruciales para la optimización y diseño eficiente de instalaciones energéticas.

Propiedades de los fluidos

Un fluido es una sustancia que puede fluir y adaptarse a la forma del recipiente que lo contiene. Se clasifican en líquidos y gases, los cuales comparten ciertas propiedades fundamentales que determinan su comportamiento en distintas condiciones operativas.

Densidad y peso específico

La densidad (ρ) de un fluido se define como la masa por unidad de volumen:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

donde:

- m es la masa (kg),
- V es el volumen (m^3).

En el Sistema Internacional (SI), la densidad se mide en kg/m^3 . En el caso del agua a $4^\circ C$, su valor es aproximadamente $1000 kg/m^3$. Por otro lado, el peso específico (γ) se expresa como:

$$\gamma = \rho g$$

donde g es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2 en la Tierra). Este parámetro es importante en aplicaciones donde la flotabilidad o la presión hidrostática juegan un papel relevante.

Viscosidad

La viscosidad (μ) es una medida de la resistencia interna de un fluido al movimiento y está relacionada con las fuerzas de cohesión entre sus moléculas. Se distingue entre:

- **Viscosidad dinámica (μ)**, que expresa la resistencia a la deformación del fluido y se mide en pascal-segundo (Pa·s).
- **Viscosidad cinemática (ν)**, que se obtiene dividiendo la viscosidad dinámica entre la densidad del fluido:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

y se mide en m^2/s . En el caso de los aceites industriales, su alta viscosidad permite una mejor lubricación en sistemas mecánicos.

Tensión superficial

Es la fuerza por unidad de longitud que se desarrolla en la superficie de un líquido debido a las fuerzas de cohesión entre sus moléculas. Este fenómeno es fundamental en procesos como la capilaridad, que influye en la absorción de líquidos en materiales porosos.

Compresibilidad

Los gases son compresibles debido a la variabilidad de su volumen bajo cambios de presión, mientras que los líquidos, en condiciones normales, son prácticamente incompresibles. La compresibilidad se mide a través del **módulo de elasticidad volumétrico (K)**:

$$K = -V \frac{dP}{dV}$$

donde dP es el cambio de presión y dV el cambio de volumen.

Tensión de vapor

Es la presión a la cual un líquido cambia de estado a gas. Su importancia radica en fenómenos como la cavitación, que puede causar daños en turbinas y bombas hidráulicas al generarse burbujas de vapor en zonas de baja presión.

Presiones en un fluido

La presión es una magnitud fundamental en la mecánica de fluidos y se define como la fuerza ejercida por unidad de superficie:

$$P = \frac{F}{A}$$

donde:

- P es la presión (Pa),
- F es la fuerza (N),
- A es el área (m²).

Existen diferentes tipos de presión según su origen y aplicación.

Presión absoluta y presión manométrica

- **Presión absoluta:** se mide con respecto al vacío absoluto.
- **Presión manométrica:** es la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica. Se expresa como:

$$P_{man} = P_{abs} - P_{atm}$$

donde la presión atmosférica estándar es aproximadamente 101.3 kPa al nivel del mar.

Presión hidrostática

Es la presión ejercida por un fluido en reposo debido a su propio peso. Su expresión matemática es:

$$P = \rho gh$$

donde:

- h es la profundidad del fluido (m),
- g es la aceleración de la gravedad (m/s²).

Este concepto es clave en el diseño de embalses, depósitos y sistemas de canalización.

Paradoja hidrostática

© DocentesPro.com. Todos los derechos reservados. Material protegido por las leyes de propiedad intelectual. La reproducción, distribución, o venta no autorizada queda prohibida.

Demuestra que la presión en un punto dentro de un fluido en equilibrio no depende de la forma del recipiente, sino únicamente de la profundidad y la densidad del fluido.

Principio de Pascal

Este principio establece que un cambio en la presión en un punto de un fluido incompresible se transmite con la misma magnitud a todos los puntos del fluido. Se aplica en sistemas hidráulicos como prensas y frenos.

Principio de Arquímedes

Explica que un cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje ascendente igual al peso del volumen de fluido desplazado. Es fundamental en el diseño de estructuras flotantes y submarinos.

Aplicaciones en sistemas energéticos

El conocimiento de las propiedades de los fluidos y la presión es fundamental para el diseño y mantenimiento de sistemas de transporte de energía, como redes de tuberías de agua, petróleo y gas. Además, en el ámbito de la climatización y la refrigeración, el control de la presión y la viscosidad de los fluidos permite mejorar la eficiencia energética y evitar problemas como la cavitación o las pérdidas de carga.

A partir de este análisis, en el siguiente epígrafe se profundizará en los métodos de estudio de los flujos, clave para comprender la dinámica de los fluidos y su impacto en los sistemas de conducción.

Métodos de análisis de los flujos. Resistencia de los fluidos: pérdidas en conductos abiertos y en conductos cerrados o tuberías

El estudio del movimiento de los fluidos es un pilar fundamental en la ingeniería aplicada a los sistemas energéticos. La capacidad de analizar los flujos permite optimizar el transporte de fluidos en conducciones industriales, mejorar la eficiencia energética y reducir costes operativos. Los métodos de análisis de los flujos han evolucionado desde enfoques experimentales hasta simulaciones numéricas avanzadas, proporcionando herramientas precisas para la predicción del comportamiento de los fluidos en diferentes entornos. Asimismo, la resistencia de los fluidos y las pérdidas de carga en conductos abiertos y cerrados representan un reto constante en el diseño y operación de redes hidráulicas y de distribución de energía. A continuación, se abordarán los principales métodos de análisis de los flujos y los fenómenos que generan pérdidas en los sistemas de conducción.

© DocentesPro.com. Todos los derechos reservados. Material protegido por las leyes de propiedad intelectual. La reproducción, distribución, o venta no autorizada queda prohibida.

Métodos de análisis de los flujos

El análisis del flujo de los fluidos puede abordarse desde distintos enfoques, dependiendo de la naturaleza del problema y las condiciones de contorno. Los métodos principales se dividen en **análisis experimental**, **métodos analíticos** y **simulación numérica**.

Ecuaciones fundamentales del flujo

El comportamiento de los fluidos en movimiento está regido por ecuaciones fundamentales que describen la conservación de la masa, el momento y la energía. Las más relevantes son:

Ecuación de continuidad: expresa la conservación de la masa en un fluido en movimiento:
 $A_1V_1=A_2V_2$

donde A es el área de la sección transversal y V la velocidad del fluido.

Ecuación de Bernoulli: se basa en la conservación de la energía en un flujo ideal y se expresa como:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$$

donde P es la presión, ρ la densidad, v la velocidad y h la altura del fluido.

Ecuaciones de Navier-Stokes: describen la dinámica de los fluidos viscosos y se aplican en simulaciones avanzadas.

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla P + \mu \nabla^2 v + F$$

Estas ecuaciones permiten modelar fenómenos complejos como turbulencias y ondas de choque en fluidos.

Análisis experimental

El análisis experimental de flujos se realiza mediante ensayos en túneles de viento, bancos de pruebas hidráulicos y sistemas de visualización de flujo. Algunas técnicas comunes incluyen:

- **Técnicas de anemometría láser Doppler (LDA):** permiten medir velocidades sin contacto físico.
- **PIV (Particle Image Velocimetry):** analiza patrones de flujo mediante el rastreo de partículas iluminadas con láser.

© DocentesPro.com. Todos los derechos reservados. Material protegido por las leyes de propiedad intelectual. La reproducción, distribución, o venta no autorizada queda prohibida.

- **Tubos de Pitot:** miden la velocidad de un fluido midiendo la diferencia entre presión total y presión estática.

Simulación numérica de fluidos

El desarrollo de herramientas computacionales ha permitido la simulación de flujos mediante la Dinámica de Fluidos Computacional (**CFD, Computational Fluid Dynamics**). Este método permite predecir el comportamiento de los fluidos en sistemas complejos, reduciendo la necesidad de ensayos experimentales.

Resistencia de los fluidos y pérdidas en conductos

Los fluidos en movimiento experimentan resistencias debido a la fricción con las paredes del conducto y las perturbaciones internas. Estas resistencias generan pérdidas de carga que afectan el rendimiento de los sistemas de conducción.

Tipos de pérdidas de carga

Las pérdidas en los conductos se clasifican en dos categorías principales: **Pérdidas primarias (o distribuidas)**: se deben a la fricción del fluido con las paredes del conducto. Se calculan mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = \frac{fLv^2}{D2g}$$

donde:

- h_f es la pérdida de carga por fricción (m),
- f es el coeficiente de fricción de Darcy,
- L es la longitud del conducto (m),
- D es el diámetro del conducto (m),
- v es la velocidad del fluido (m/s),
- g es la aceleración de la gravedad (m/s²).

El coeficiente de fricción f depende del número de Reynolds y la rugosidad relativa del conducto, y se obtiene del **diagrama de Moody**.

Pérdidas secundarias (o localizadas): surgen por cambios en la geometría del conducto, como codos, válvulas y reducciones. Se expresan como

$$h_l = K \frac{v^2}{2g}$$

donde K es el coeficiente de pérdida de carga asociado a la perturbación.

Pérdidas en conductos abiertos

Los conductos abiertos, como canales y ríos, presentan un comportamiento distinto a los conductos cerrados. La ecuación de Manning se emplea para determinar la velocidad del flujo:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

donde:

- V es la velocidad media (m/s),
- n es el coeficiente de rugosidad de Manning,
- Rh es el radio hidráulico (m),
- S es la pendiente del canal.

Las pérdidas en conductos abiertos dependen de factores como el tipo de fondo del canal, la profundidad del agua y la presencia de obstáculos.

Pérdidas en tuberías

Las tuberías presentan pérdidas significativas debido a su extensión y a los cambios de dirección del flujo. Para minimizar estos efectos, se utilizan técnicas como el aumento del diámetro de la tubería, el empleo de materiales con baja rugosidad y el diseño optimizado de válvulas y accesorios.

Aplicaciones en sistemas energéticos

El análisis del flujo y la resistencia de los fluidos es fundamental en múltiples sectores industriales, desde la generación de energía hasta la climatización y la industria petroquímica. La optimización de los sistemas de tuberías y la reducción de pérdidas de carga permiten mejorar la eficiencia de las plantas de energía, reducir el consumo de combustibles y aumentar la vida útil de los equipos.

En el siguiente epígrafe, se explorará el diseño de sistemas de tuberías y la instrumentación utilizada para la medición de parámetros en fluidos, aspectos clave para la supervisión y control eficiente de instalaciones energéticas.

Sistemas de tuberías. Medidores en fluidos

El transporte de fluidos en sistemas industriales y energéticos se basa en la implementación de redes de tuberías diseñadas para garantizar un flujo eficiente, seguro y controlado. Las tuberías permiten la conducción de líquidos y gases en sectores como la generación de energía, la industria petroquímica, la refrigeración y los sistemas hidráulicos. Su diseño debe considerar factores como la presión de operación, las pérdidas de carga, la resistencia de los materiales y las necesidades de mantenimiento. Para garantizar un control adecuado de los flujos y optimizar el rendimiento de las instalaciones, es fundamental el uso de dispositivos de medición que permitan supervisar parámetros clave como la presión, el caudal y la temperatura. A continuación, se analizarán las características de los sistemas de tuberías y los medidores más utilizados en fluidos.

Diseño y clasificación de los sistemas de tuberías

El diseño de un sistema de tuberías debe adaptarse a las características del fluido transportado y a las condiciones de operación. Entre los principales aspectos a considerar destacan la selección de materiales, la resistencia estructural, el tipo de fluido y las condiciones de presión y temperatura.

Clasificación de las tuberías según su aplicación

Las tuberías pueden clasificarse en función del tipo de fluido que transportan y su ámbito de aplicación:

- **Tuberías de conducción de agua:** utilizadas en abastecimiento urbano, sistemas de riego e instalaciones industriales. Se diseñan para operar a baja o alta presión y se fabrican con materiales como PVC, acero o polietileno de alta densidad (PEAD).
- **Tuberías para gases y vapor:** empleadas en redes de distribución de gas natural, sistemas de calefacción y procesos industriales que requieren vapor de alta presión.
- **Tuberías para hidrocarburos:** utilizadas en el transporte de petróleo y derivados en refinerías y oleoductos, generalmente fabricadas en acero con recubrimientos anticorrosivos.
- **Tuberías en sistemas de climatización y refrigeración:** diseñadas para la circulación de refrigerantes y fluidos térmicos en instalaciones de aire acondicionado e intercambiadores de calor.

Materiales empleados en tuberías

La selección del material es un aspecto fundamental en el diseño de un sistema de tuberías, ya que determina su resistencia mecánica, su durabilidad y su compatibilidad con el fluido transportado. Algunos de los materiales más utilizados incluyen:

© DocentesPro.com. Todos los derechos reservados. Material protegido por las leyes de propiedad intelectual. La reproducción, distribución, o venta no autorizada queda prohibida.

- **Acero al carbono:** resistente y adecuado para aplicaciones de alta presión y temperatura.
- **Acero inoxidable:** ideal para fluidos corrosivos y ambientes con alta exigencia higiénica.
- **Cobre:** ampliamente utilizado en sistemas de climatización, calefacción y agua potable por su resistencia a la corrosión.
- **PVC y polietileno:** empleados en conducciones de agua potable y desagües por su ligereza y bajo costo.

Accesorios y conexiones en tuberías

Los sistemas de tuberías requieren una serie de accesorios para controlar el flujo, facilitar la instalación y permitir la expansión térmica. Entre los principales accesorios se encuentran:

- **Válvulas:** permiten regular o detener el flujo del fluido en distintos puntos del sistema.
- **Codos y curvas:** utilizados para modificar la dirección del flujo.
- **Reducciones y expansiones:** adaptan el diámetro de la tubería a las necesidades del sistema.
- **Bridas y uniones roscadas:** facilitan la conexión y el desmontaje de segmentos de tubería para mantenimiento.

Medidores en fluidos

Para garantizar un control eficiente del flujo, es imprescindible el uso de instrumentos de medición que permitan supervisar variables como el caudal, la presión y la temperatura del fluido. Estos dispositivos son fundamentales en la optimización de procesos industriales y en la prevención de fallos en los sistemas de conducción.

Medidores de caudal

Los medidores de caudal permiten determinar la cantidad de fluido que circula por un conducto en un tiempo determinado. Se clasifican en:

- **Medidores volumétricos:** miden el volumen del fluido transportado, como los contadores de desplazamiento positivo utilizados en redes de agua potable.
- **Medidores de velocidad:** calculan el caudal en función de la velocidad del fluido, como los tubos de Venturi y los caudalímetros de turbina.
- **Medidores electromagnéticos:** utilizados en fluidos conductivos, generan un campo magnético y miden la variación de voltaje inducida por el flujo del fluido.
- **Medidores ultrasónicos:** basados en el principio de propagación de ondas sonoras a través del fluido, son adecuados para aplicaciones de alta precisión sin contacto directo con el fluido.

Medidores de presión

La presión en un sistema de tuberías es un parámetro crítico que influye en el rendimiento y la seguridad de la instalación. Entre los dispositivos más utilizados se encuentran:

- **Manómetros de tubo Bourdon:** empleados para medir la presión en sistemas hidráulicos y neumáticos.
- **Transductores de presión:** convierten la presión en una señal eléctrica para su monitoreo en sistemas automatizados.
- **Manómetros de columna de líquido:** basados en el principio de Pascal, son utilizados en aplicaciones de laboratorio y calibración.

Medidores de temperatura

La medición de la temperatura es fundamental en procesos industriales que requieren un control térmico preciso. Los sensores más empleados incluyen:

- **Termopares:** dispositivos que generan una señal eléctrica proporcional a la diferencia de temperatura entre dos puntos.
- **Termómetros de resistencia (RTD):** basados en la variación de la resistencia eléctrica de un material en función de la temperatura.
- **Pirómetros infrarrojos:** permiten medir la temperatura de un fluido sin contacto directo, mediante la detección de la radiación térmica emitida.

Integración de sistemas de tuberías y medición en la industria energética

Los sistemas de tuberías y los dispositivos de medición desempeñan un papel crucial en la eficiencia y seguridad de instalaciones energéticas. La optimización del diseño de tuberías y la implementación de sistemas de monitoreo permiten reducir pérdidas de carga, evitar fugas y garantizar el cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad.

En el contexto de la Formación Profesional, la enseñanza de estos conceptos permite a los futuros profesionales desarrollar competencias técnicas aplicables en la instalación, mantenimiento y supervisión de redes de tuberías en sectores clave como la industria química, la generación de energía y el transporte de hidrocarburos. De este modo, se fomenta una formación alineada con las demandas del sector y la sostenibilidad energética, preparando a los estudiantes para afrontar los retos de la eficiencia y la optimización en la ingeniería de sistemas energéticos.

A partir de este análisis detallado de los sistemas de tuberías y la instrumentación utilizada en fluidos, es posible extraer conclusiones clave sobre su relevancia en la optimización de procesos industriales y en la mejora del rendimiento de las instalaciones energéticas.

Conclusión

El estudio de los fluidos y sus propiedades, junto con el análisis de los flujos en sistemas de conducción, constituye un pilar fundamental en la ingeniería de sistemas energéticos y en numerosos procesos industriales. Comprender los principios que rigen el comportamiento de los fluidos permite diseñar instalaciones eficientes, optimizar el consumo energético y garantizar la seguridad de las infraestructuras. Desde la caracterización de las propiedades físicas de los fluidos hasta la evaluación de las pérdidas de carga en conductos, cada concepto tratado en este tema es esencial para la mejora del rendimiento de los sistemas de transporte de fluidos en sectores como la generación de energía, la climatización, la industria química y la distribución de hidrocarburos.

El análisis de los flujos mediante métodos experimentales, numéricos y analíticos proporciona herramientas clave para la predicción del comportamiento de los fluidos en distintas condiciones operativas. La ecuación de continuidad, el principio de Bernoulli y las ecuaciones de Navier-Stokes permiten describir la dinámica de los fluidos y establecer estrategias de optimización en la conducción y distribución. Del mismo modo, el estudio de la resistencia de los fluidos y la identificación de pérdidas en tuberías y canales abiertos resultan cruciales para minimizar el desperdicio energético y mejorar la eficiencia en el transporte de líquidos y gases.

Los sistemas de tuberías desempeñan un papel esencial en la infraestructura industrial, permitiendo la conducción segura y eficiente de fluidos. La correcta selección de materiales, la disposición de las conducciones y el uso de accesorios adecuados influyen directamente en el rendimiento y la durabilidad de las instalaciones. Asimismo, la implementación de medidores de caudal, presión y temperatura posibilita la supervisión y el control preciso de los procesos, permitiendo la detección temprana de anomalías y la optimización de los recursos.

En el ámbito de la Formación Profesional, el dominio de estos conocimientos y técnicas capacita a los futuros profesionales para el diseño, instalación y mantenimiento de redes de tuberías en sectores estratégicos. La aplicación de metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y el uso de software de simulación de fluidos, favorece el desarrollo de competencias técnicas alineadas con las exigencias del mercado laboral. Además, la integración de criterios de sostenibilidad en el diseño de sistemas de transporte de fluidos contribuye a la reducción del impacto ambiental y al cumplimiento de normativas de eficiencia energética.

Por tanto, la enseñanza de la mecánica de fluidos en el ámbito de la Formación Profesional no solo proporciona una base teórica sólida, sino que también fomenta habilidades prácticas esenciales para el desarrollo de infraestructuras seguras y eficientes. La evolución tecnológica y la creciente demanda de soluciones sostenibles en la gestión de fluidos refuerzan la necesidad de una formación especializada que permita a los profesionales afrontar los retos del sector con un enfoque innovador y eficiente.

© DocentesPro.com. Todos los derechos reservados. Material protegido por las leyes de propiedad intelectual. La reproducción, distribución, o venta no autorizada queda prohibida.

Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Bueno González, B. (2024). *Reglamento electrotécnico para baja tensión: REBT actualizado septiembre 2024* (8.ª ed.)

Fernández Barranco, F. (2020). *Instalaciones eléctricas en edificios de oficinas, comercios e industrias (MF0821)*

Howe, K. J., Hand, D. W., Crittenden, J. C., Trussell, R. R., & Tchobanoglous, G. (2017). *Principios de tratamiento del agua*. Cengage Learning.

Osorio Marulanda, C. (2015). *La gestión del agua*. Los Libros de la Catarata.

Tormo Clemente, M. I., Blanca Giménez, V., Langa Sanchís, J., & Toledano Gasca, J. C. (2014). *Mantenimiento de redes de distribución de agua y saneamiento*. Ediciones Paraninfo.

Toledano Gasca, J. C., Blanca Giménez, V., & Tormo Clemente, M. I. (2015). *MF0608_2 - Puesta en servicio y operación de redes de distribución de agua y saneamiento*. Ediciones Paraninfo.

Trashorras Montecelos, J. (2024). *Sistemas eléctricos en centrales* (2.ª ed.). Ediciones Paraninfo.