



Coste del ciclo de vida y de la huella ambiental de una tubería de fundición

Miguel Ángel Pérez Navarro R&D - Standardization Manager de Saint-Gobain PAM España

1. Introducción

La Directiva 2014/25/UE del parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua, indica en el apartado 83 que "debe ser posible presentar ofertas que reflejen la diversidad de las soluciones técnicas, las normas y las especificaciones técnicas existentes en el mercado, incluidas las elaboradas sobre la base de criterios de rendimiento vinculados al ciclo de vida y a la sostenibilidad del proceso de producción de las obras, suministros y servicios".

La herramienta para la evaluación del coste del ciclo de vida y de la huella ambiental de tuberías de fundición dúctil (TCO), desarrollada por Saint-Gobain PAM y Quantis, utiliza una metodología de análisis de ciclo de vida según propone la nueva directiva de contratación, considerando todas las etapas del ciclo de vida. Además, la reforma del régimen local instrumentalizada por la Ley

27/2013 de Racionalización y Sostenibilidad de las Administración Local, introdujo determinados criterios relativos al coste efectivo de los servicios prestados.

2. Conceptos generales

2.1. Análisis del ciclo de vida y del coste total de propiedad

El análisis del coste total de propiedad (proveniente del término anglosajón *total cost of ownership* o TCO) fue desarrollado por el grupo Gartner, en 1987, para determinar los costes directos e indirectos, así como los beneficios de ciertos activos.

De forma similar, en el ámbito de las tuberías, se propusieron metodologías (Shamir y Howard, 1979; Walski y Pelliccia, 1982; Kleiner y Rajani, 1999; Mailhot *et al.*, 2003...) que consideraban el impacto del deterioro estructural y los costes de mantenimiento de las tuberías,



permitiendo definir escenarios para determinar el umbral económico rentable o punto óptimo de renovación de las tuberías (**Figura 1**).

La metodología de análisis de ciclo de vida analiza los impactos de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, instalación, uso y desecho (**Figura 2**).

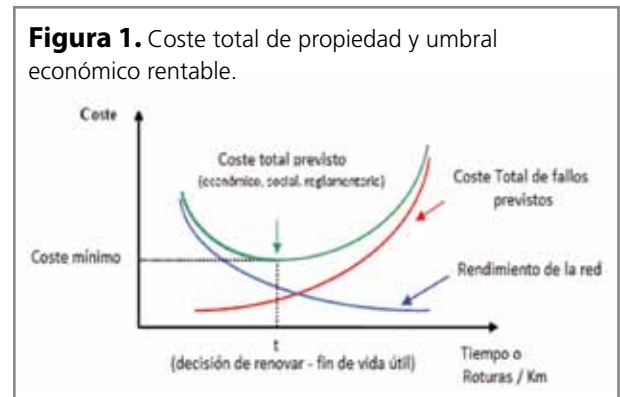
2.2. Coste total de propiedad y huella ambiental

El cálculo del coste total de propiedad y de la huella ambiental de la tubería permite al usuario estimar:

- El coste total de propiedad (CTP), que considera el conjunto de gastos que deberá soportar el propietario durante todo el ciclo vida de la canalización. Equivale al valor económico total de una inversión, incluyendo el coste de compra e instalación de una canalización nueva, así como el coste de operación y mantenimiento (por ejemplo coste de bombeo, coste de la reparación, coste de daños a otras infraestructuras generados por roturas, etc.), además de los costes financieros asociados a préstamos y subvenciones, utilizando la tasa de descuento para trasladar costes futuros a la fecha de referencia.

- La huella ambiental simplificada de la canalización se evalúa mediante un análisis de ciclo de vida completo ('de la cuna a la tumba'). Esta metodología puede aplicarse con objeto de comparar la prestación medioambiental de las tuberías.

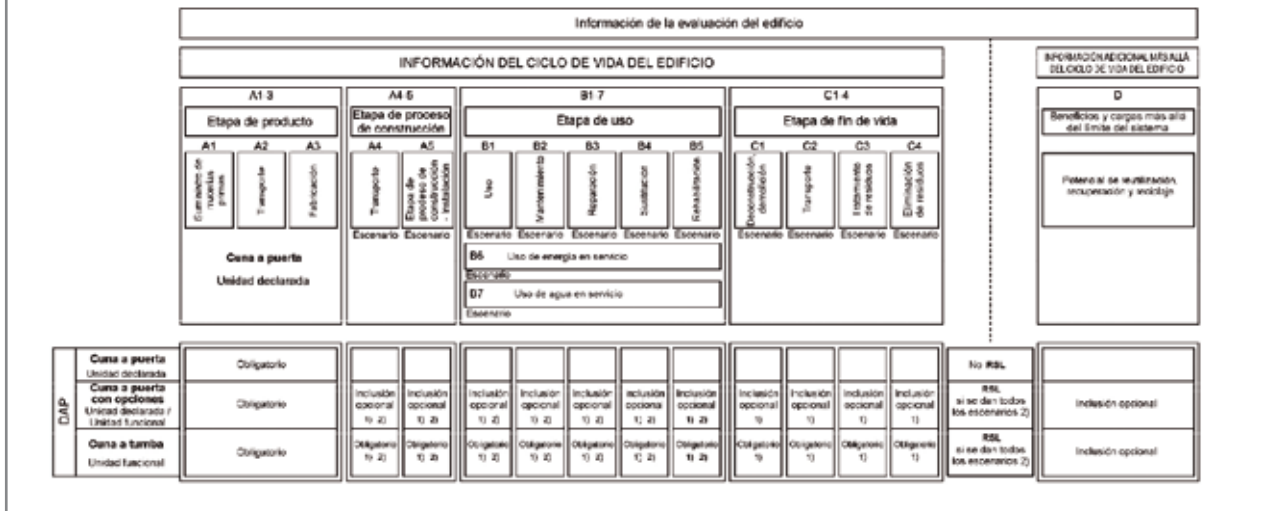
La herramienta requiere la definición de escenarios de uso (riesgos asociados **-Figura 3-**, indicadores de servicio requeridos...) por parte del gestor de red, así como la validación de hipótesis de cálculo y de datos propios de la tubería, como:



- Durabilidad del material, manteniendo las prestaciones requeridas a lo largo de su vida útil.
- Dimensionamiento hidráulico, considerando distintas dotaciones y pérdidas de carga reducidas para mejorar el coste de bombeo, si hubiera.
- Fiabilidad mecánica requerida para la obtención de indicadores de servicio aceptables, considerando variables de uso cambiantes a largo plazo (presión, tempe-



Figura 4. Etapas del ACV según UNE-EN15804:2012+A1:2014. Fuente: AENOR.



ratura, caudal, estabilidad del terreno, riesgo sísmico, intervenciones futuras en la zona, etc.).

2.3. Metodología y ejemplos de cálculo

El procedimiento de cálculo considera las normas de sostenibilidad en la construcción relacionadas con el cálculo del coste de ciclo de vida y la huella ambiental, siguiendo un análisis de ciclo de vida (ACV). Estas normas son:

- ISO/DIS 15686-5: Cálculo del coste total. Objetivos, metodología y principios de aplicación - Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. MEDDAT/CGDD/SEEI. (2009).
- UNE-EN15804:2012+A1:2014. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción (**Figura 4**).

Como ejemplo de hipótesis de cálculo para el coste de operación (**Figura 5**), el ratio de intervención y el coste promedio de estas se introducen en el formulario 'input

data', al igual que el índice anual de pérdidas, que puede aumentar con el tiempo debido al envejecimiento de la tubería u otras intervenciones paralelas. El usuario puede utilizar históricos de incidencias o modelizar escenarios de riesgo presente y futuros. El coste de las intervenciones y el de las fugas de agua se calcula según:

$$C = \frac{r}{10} \cdot c \cdot \frac{L}{1000} \quad C_N = (i \cdot \frac{L}{1000} \cdot 365.25 \cdot W) \cdot (1 + x)^N$$

donde:

- C es el coste anual de las intervenciones, en la unidad d la divisa.
- R es la tasa de intervención, en el número de intervenciones 10 km/año.
- c es el coste unitario de una intervención.
- L es la longitud de la red canalización.
- Cn es el coste de las pérdidas de agua para el año N.
- i es el índice lineal de pérdida, en m³/km/día.
- L es el precio del agua por m³.

Figura 5. Ejemplos del cálculo del coste total de la propiedad de la herramienta TCO.

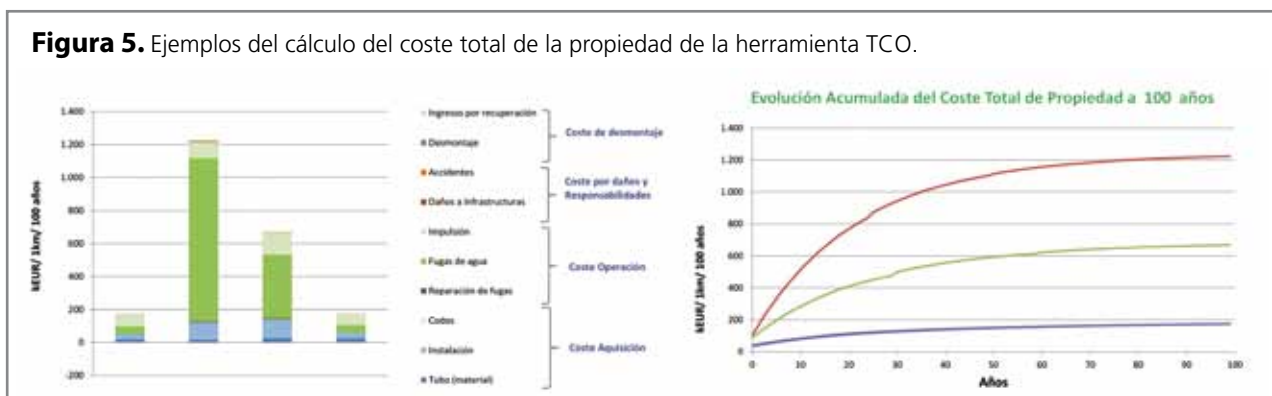
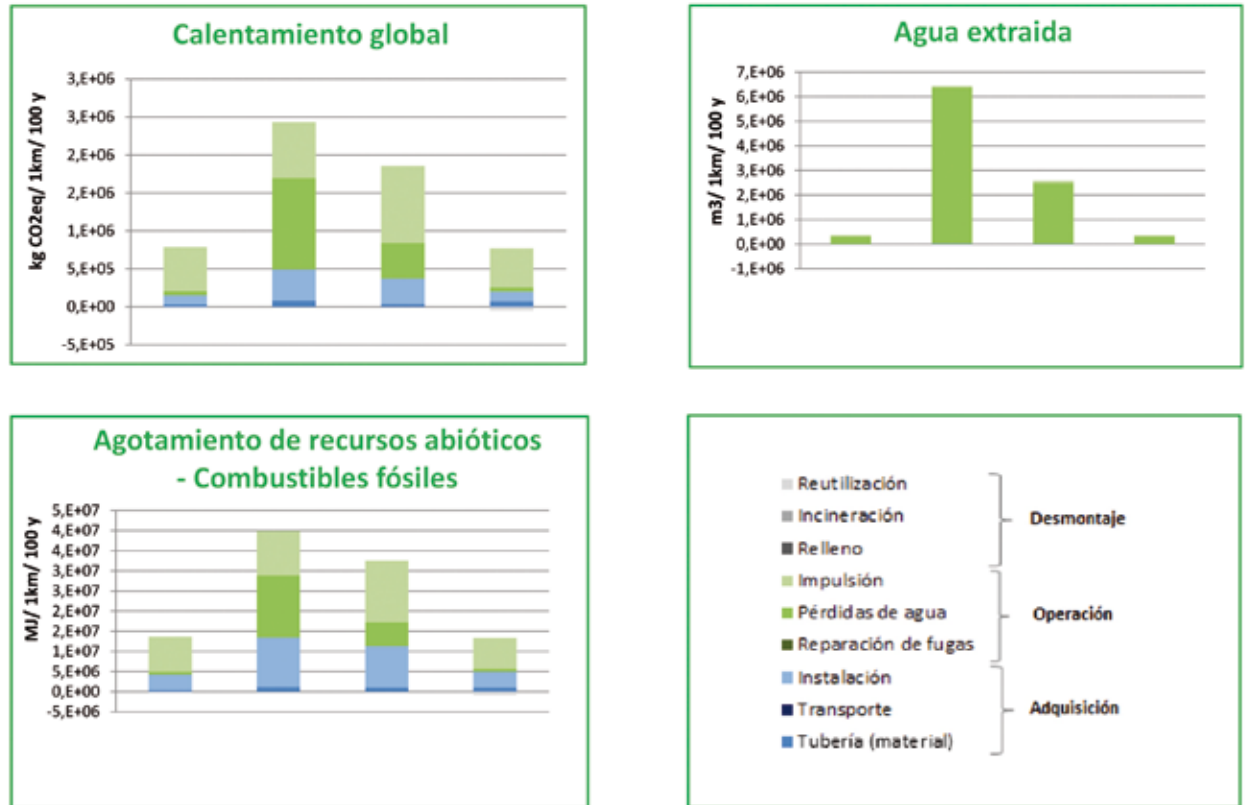




Figura 6. Ejemplo de resultados de la huella ambiental - ACV de la herramienta TCO.



- x es el incremento anual del índice lineal de pérdidas.
- M es la edad de la canalización.
- N es el año de referencia para el cálculo.

La herramienta considera las siguientes categorías de impacto ambiental (**Figura 6**):

- Calentamiento global, que equivale a la huella de carbono, expresado en kg CO₂-eq. El indicador de calentamiento global se basa en la metodología IPCC (Barker, 2007), que mide el impacto potencial de cambio climático asociado a un producto, proceso u organización. Considera el poder de calentamiento global de diferentes gases de efecto invernadero (horizonte a 100 años).

- Reducción de recursos abióticos (fósiles) correspondientes a la cantidad de combustibles fósiles consumidos (petróleo, carbón, gas natural, etc.), expresado en MJ. Este indicador, basado en las metodologías desarrolladas por Guinée (2001) y van Oers *et al.* (2002), mide el impacto potencial de un producto sobre la reducción de recursos fósiles. Considera el poder calorífico inferior de los diferentes recursos.

- Consumo de agua, correspondiente a la cantidad total de agua dulce tomada de ríos, agua subterránea,

etc., expresado en m³. Considera el agua potable, el agua de riego y el agua industrial incluyendo el agua de refrigeración.

3. Conclusiones

La herramienta de evaluación del coste total de propiedad y del ciclo de vida ambiental de tubería de fundición dúctil (TCO) responde al interés creciente por considerar criterios de rendimiento vinculados al ciclo de vida y a la sostenibilidad, siguiendo las recomendaciones de la Directiva 2014/25/UE del parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua.

La herramienta TCO facilita la integración de soluciones técnicas innovadoras que se desarrollen considerando todas las etapas del ciclo de vida.

Bibliografía

- [1] AENOR (2014). UNE-EN15804:2012+A1:2014. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.
- [2] Directiva 2014/25/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, relativa a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua, la energía, los transportes y los servicios postales y por la que se deroga la Directiva 2004/17/CE.
- [3] ISO (2008). ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing.