

## Sistema de limpieza avanzada con hielo: *Ice Pigging*

Félix Mendaza Martínez

Director Redes Aqualogy  
fmendaza@aqualogy.net

### INTRODUCCIÓN

*Ice Pigging* es un método de limpieza de conducciones que utiliza hielo líquido para eliminar sedimentos y el *biofilm* del interior de las tuberías, así como cualquier otro parámetro indeseado de calidad del agua. Puede ser utilizado en redes de abastecimiento, redes de saneamiento, redes industriales y de uso alimentario para eliminar depósitos acumulados, mejorando la calidad del agua y el comportamiento de la red.

La técnica de limpieza es muy sencilla y aporta grandes ventajas relativas a su operatividad, a los resultados obtenidos, a la adaptabilidad a cualquier topología de la red, a la reducción de los tiempos de intervención y a los costes de operación.

La tecnología fue desarrollada por la Universidad de Bristol hace 10 años y se está aplicando con éxito en varios países del mundo, Reino Unido, España, Japón, Chile, Estados Unidos y Australia.

Figura 1. Sólidos en el agua y hielo granizado



### METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

Debido a sus propiedades físicas, el granizado de hielo forma una masa compacta y fluida que produce un efecto de raspado en las paredes del tubo y se adapta fácilmente a cualquier tipo de tubería sin importar el material de qué está hecha ni el diámetro de la misma. Esta capacidad permite también que el hielo se pueda insertar en el tubo a través de pequeños puntos de entrada y se expanda siguiendo la topología de la tubería.

El granizado de hielo usado en el proceso es inyectado a través de hidrantes, acometidas u otros accesorios habituales que se encuentran en las tuberías. Una vez en el interior de la tubería se hace avanzar a través de la conducción a limpiar, provocando la eliminación de cualquier residuo y transportándolo hasta un punto de salida. El proceso es rápido y no conlleva ningún riesgo.

El *Ice Pigging* es capaz de superar todas las limitaciones de las técnicas de limpieza actuales, de manera que se ha presentado como la tecnología que puede reemplazar las limpiezas de tubería mediante agua a presión (*flushing*), mediante aire o por medio de las técnicas de arrastre (*swabbing*). Las ventajas potenciales de esta tecnología son considerables. Veamos algunos ejemplos:

### TRABAJOS DESTACADOS

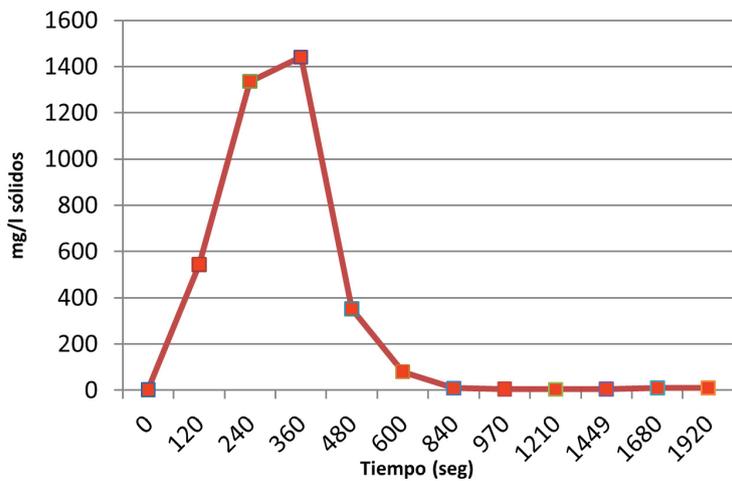
Después de tres años de trabajos desde que el sistema *Ice Pigging* desembarcara en España, se han realizado numerosas intervenciones alcanzando la cifra de 160 000 metros de tubería limpiada por este método.

#### 1. LIMPIEZA DE SEDIMENTOS SÓLIDOS EN ALICANTE

La empresa municipal de Aguas de Alicante realiza desde 2012 una serie de limpiezas preventivas para mejorar los parámetros en calidad del agua de abastecimiento de la red que gestiona.

Las actuaciones se realizan sobre aquellas zonas que han dado señales de elevada turbidez o de otros parámetros de calidad del agua. Este tipo de trabajos se monitoriza por un equipo analizador del que se extraen datos relativos a la conductividad, la turbidez, la temperatura y el caudal. Además se toman datos de los sólidos eliminados en el punto de salida.

Figura 2. Evolución temporal del contenido en sólidos en suspensión



Con los resultados obtenidos se puede calcular la cantidad de sólidos eliminada en cada limpieza. Este parámetro permite conocer y valorar aspectos de calidad del agua en la red y poder proponer limpiezas de manera preventiva al resto de los tramos similares. En el municipio de Alicante se han realizado limpiezas en una longitud de 72 000 metros.

Los 13 736 metros de tuberías del Muelle de la Energía presentaban unos valores atípicos en los análisis microbiológicos. Por ello, en abril de 2012, mediante este sistema de limpieza, se eliminó la capa de *biofilm* y los sedimentos presentes en estas tuberías. Después de la limpieza de cada tramo de conducción se comprobó sistemáticamente la ausencia de *legionella* mediante analíticas de laboratorio.

## 2. LIMPIEZA DE *LEGIONELLA* EN EL PUERTO DE BARCELONA

El crecimiento de bacterias se ve favorecido por la presencia de materia orgánica presente en el *biofilm*. La eliminación de esta materia, así como de bolsas de aire, junto con un tratamiento de desinfección es fundamental para garantizar el control de los parámetros microbiológicos.

Figura 3. Evolución del aspecto de las muestras



### 3. LIMPIEZAS DE MANGANESO EN L'ESCALA

El hierro y manganeso disueltos en el agua son de fácil oxidación produciendo turbidez elevada y colores rojizos y oscuros indeseables para el agua de consumo humano. El hielo líquido es un sistema que permite reducir estos parámetros en poco tiempo sin necesidad de cortes de suministro prolongados.

En el municipio de L'Escalá en Girona se actuó con un plan de inversión por importe de 480 000 € para mejora de la red de abastecimiento. Unos de los grandes problemas era la turbidez que presentaba el suministro de agua causada por la elevada cantidad de manganeso presente en el agua.

Antes de conocer la existencia de este sistema la empresa concesionaria estaba realizando la sustitución programada de las conducciones. Ya en la etapa final se optó por la limpieza de 3313 metros de red en el municipio, lo que permitió un notable ahorro económico.

### 4. LIMPIEZA DE HIDROCARBUROS: XILXES Y BOQUIÑENI

Se pueden llegar a producir contaminaciones del agua transportada por las conducciones con productos venidos del exterior. Este es el caso de las dos últimas contaminaciones por hidrocarburos que se han producido en España.

La primera en Xilxes (Castellón) afectó a la zona costera donde estuvo cortado el suministro de agua durante medio año. Tras comprobar que el sistema *Ice Pigging* era capaz de eliminar el gasoil en unas pruebas realizadas en un banco de ensayo y en tuberías de diámetro inferior a una pulgada, se decidió proceder a la limpieza de las redes municipales en nueve calles afectadas y en la red interior de 14 viviendas en una primera fase.

En Boquiñeni se actuó dos semanas más tarde del conocimiento de la contaminación por hidrocarburos de la red, debido a las inundaciones del río Ebro en marzo 2015 y en tres semanas se consiguió limpiar toda la red del pueblo con una longitud de 6479 metros y 464 acometidas domiciliarias.

En ambos casos, las analíticas posteriores a la limpieza demostraron la ausencia total de hidrocarburos.

Figura 4. Sistema de limpieza Ice Pigging. Agua con manganeso



### CONCLUSIONES

El sistema de limpieza de tuberías mediante *Ice Pigging* es una nueva técnica de limpieza aplicable principalmente a tuberías de abastecimiento, de saneamiento y, en general, a canalizaciones de transporte de cualquier fluido. Permite eliminar con gran facilidad la acumulación de *biofilm* y de sedimentos que potencialmente pueden afectar a la calidad del agua que llega al consumidor, garantizando la ausencia de contaminación microbiológica.

Cuando comparamos esta técnica de limpieza con otras empleadas actualmente, se revela como un sistema más eficaz y eficiente, más rápido de ejecución, que ofrece menores riesgos para la canalización y que reduce el consumo de agua necesaria para el proceso de limpieza.

La operación se lleva a cabo utilizando un equipo de fabricación de hielo específicamente diseñado para ello y homologado para uso alimentario. Como valor orientativo podemos concluir que, por término medio, en conducciones de abastecimiento se eliminan entre 10-20 kg de sedimentos por actuación.