Mantenimiento preventivo de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Toda esta semana Sara la va a dedicar a hacer el mantenimiento anual a una instalación de saneamiento. Tendrá que recorrer la red con sus compañeros haciendo comprobaciones, verificando parámetros, haciendo mediciones, limpiando arquetas, registros, sumideros... Es un trabajo rutinario y no muy estimulante. Pero por otro lado Sara reconoce que, de vez en cuando, dejar atrás el estrés de la reparación de averías, de las urgencias o de los imprevistos del montaje en obra, viene muy bien. Y no sólo eso, como bien dice su compañero Andrés (que de esto sabe bastante) el mantenimiento preventivo no es un pasatiempo. "Es bueno para la empresa y es bueno para los clientes", señala Andrés, "Tanto para ellos como para nosotros una reparación de urgencia supone un gran trastorno; ser previsores y hacer las cosas de forma ordenada ahorra trabajo, dinero y disgustos", subraya.

Pixabay (CC BY)

Tal y como están las cosas, el mantenimiento preventivo hoy en día es inexcusable. Por la configuración de las redes y gracias a las nuevas tecnologías lo habitual es que muy pocas intervenciones de mantenimiento preventivo supongan cortes en el suministro. La reparación de averías, sobre todo si son de urgencia, casi siempre implican dejar a bastantes personas sin agua durante horas (a veces días), "Y eso muy a menudo se puede evitar", piensa Sara.

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Aviso legal

1.- Mantenimiento preventivo de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Esta mañana Sara ha comenzado con las labores de mantenimiento preventivo. La primera tarea es la inspección visual de pozos y arquetas, en ella emplearán los dos primeros días, los dos siguientes los dedicarán a hacer diversas comprobaciones, y los últimos serán exclusivamente para limpieza. Antes de salir del taller de su empresa, el gerente y el ingeniero les han dado instrucciones precisas. "No creía que hubiera que hacer tantas cosas en una revisión de mantenimiento prevententivo", le comenta Sara a Andrés. Antes de dirigirse a su objetivo, Sara y sus compañeros de grupo, además del equipo necesario, se han provisto de *check lists*, planos de la instalación, un ejemplar del plan de mantenimiento preventivo, y varios documentos más que Sara no conocía.

Flickr (CC BY-NC-ND)

"¿Y quién decide qué es lo que tenemos que hacer en la revisión de mantenimiento? ¿Qué hay que revisar, qué hay que limpiar...?", le pregunta Sara a Andrés en el trayecto al lugar de trabajo. "Bastantes de las tareas que llevamos a cabo en la revisión vienen recogidas en la normativa", le contesta Andrés "A menudo te dicen hasta cuándo lo tienes que hacer", Andrés saca de la guantera un ejemplar de la normativa y se lo ofrece a Sara. "También hay tareas que nosotros determinamos como empresa; por nuestra experiencia en el mantenimiento de instalaciones sabemos cuáles son los puntos más sensibles y que no hay que perder de vista; en nuestro servicio de mantenimiento lo ofrecemos a nuestros clientes como parte de nuestra revisión", explica Andrés. "O sea", continua Sara, "les ofrecemos más de lo estrictamente necesario", Andrés hace un gesto afirmativo "Por eso nos eligen".

1.1.- Función.

Con el paso del tiempo, las redes de tuberías van paulatinamente deteriorándose, lo que hace necesario establecer una estrategia para el mantenimiento y rehabilitación de las mismas que compense en alguna medida dicho envejecimiento.

Entre los deterioros más habituales en las tuberías para el transporte de agua a presión pueden citarse los siguientes:

- **Incrustaciones**. Especialmente en tuberías metálicas sin revestir, en las que se forman acumulaciones de óxido de hierro. También en cualquier tipo de tubo si el agua transportada tiene una dureza elevada.
- **Perforaciones** debidas a fenómenos de corrosión.
- Pérdida generalizada de la **resistencia mecánica** de la tubería.
- Pérdidas de las condiciones de **asentamiento** de la tubería.
- Deterioro de las **uniones**.
- Penetración de **raíces** en el interior de los tubos.

Todo lo anterior hace que con el tiempo la calidad del servicio prestado por la red de tuberías vaya reduciéndose, apareciendo efectos indeseados en las redes, tales como por ejemplo, roturas en las uniones o en las propias tuberías (con la consiguiente aparición de fugas de agua), disminución de la capacidad hidráulica de los tubos o de la calidad del agua transportada, filtraciones al interior de la tubería desde el terreno, etc.

Para cuantificar el grado de deterioro de una red de tuberías en un momento determinado algunos autores introducen el concepto de "nivel de servicio". Este término sería un indicador del estado de conservación de la tubería que se determinaría en función de distintos signos característicos del envejecimiento de la misma (pérdidas de presión producidas, número de roturas por unidad de longitud, interrupciones en el servicio, quejas de los abonados, etc). La consecución de un buen nivel de servicio, relativamente estable y permanente en el tiempo es el objetivo último del mantenimiento preventivo. Al hilo de esta necesidad, según diversos autores, independientemente de la periodicidad (frecuente, esporádica o ninguna) se puede establecer una distinción entre mantenimiento y rehabilitación:

Acceder a la web de la imagen (sea abre en ventana nueva). *Operario usando un detector de fugas*

- **Mantenimiento** de las tuberías haría referencia a aquellas operaciones habituales, y por tanto periódicas, que se realizan con vistas a retardar o corregir el deterioro de las redes. Dentro de las actividades de mantenimiento de la tubería, deben destacarse las relativas a la inspección de la misma, entendiendo por éstas las operaciones que tienen como finalidad la detección de averías en la tubería, principalmente fugas, y la prevención de las mismas. En este tipo de intervenciones el tiempo en que el elemento o la parte de la instalación afectada no están en uso es el dedicado exclusivamente a la operación propiamente dicha. Por esta razón, el tiempo de mantenimiento preventivo es siempre inferior al tiempo de mantenimiento correctivo. Es este, el tiempo, una de las razones principales de la idoneidad de realizar un mantenimiento preventivo riguroso y pautado. La consecución de un nivel de una eficiencia y unos estándares de calidad altos justifican la implementación de un mantenimiento preventivo

organizado.

- **Rehabilitación** se refiere a aquellas técnicas de reacondicionamiento de tuberías que mejoran sus características mecánicas e hidráulicas retornando, en la medida de lo posible, la condición de la tubería a su estado inicial, o cuando menos mejorando su "nivel de servicio". El hecho de prever y programar intervenciones de rehabilitación en instalaciones de redes de agua implica que, de manera implícita, la rehabilitación puede constituirse en una forma de mantenimiento preventivo. Abundando en esta posibilidad, son cada vez más frecuentes los sistemas de rehabilitación de tuberías sin apertura de zanja, que logran evitar incómodas obras (cortes de calzadas y aceras), el peligro de zanjas abiertas, reducen notablemente los costes y el impacto medioambiental. Es importante también señalar que el servicio de la línea generalmente se mantiene mientras se ejecutan los trabajos y sólo se realizan las interrupciones necesarias para instalar los by-passes correspondientes al tramo donde se ejecuten los trabajos. De esta manera las molestias para los usuarios son mínimas. Generalmente los trabajos de rehabilitación consistirán primeramente en la detección de la zona a rehabilitar, posteriormente en la limpieza del interior del tramo y en la instalación del revestimiento interior por cualquiera de los métodos existentes.

1.2.- Objetivos.

El mantenimiento de un sistema de redes de saneamiento/abastecimiento debe tender a la **utilización óptima de la mano de obra, el equipo y los materiales** para mantener el sistema en buen estado, de forma que pueda cumplir eficientemente su función. Normalmente, el mantenimiento puede dividirse en dos tipos: preventivo y correctivo. En general, cuanto mejor sea el mantenimiento preventivo que se realiza, menor es la cantidad de mantenimiento correctivo que será necesario.

En cualquier caso, tendrá que existir un equilibrio entre el coste del mantenimiento preventivo y el beneficio que se obtiene de él, no existiendo ningún método preciso para determinar exactamente cuánto mantenimiento preventivo se ha de realizar.

En el mantenimiento preventivo se suelen utilizar como herramientas la **inspección** del sistema y el **análisis de los datos existentes** sobre las áreas problemáticas detectadas en el pasado, lo cual servirá como guía a los equipos de mantenimiento sobre la localización y la frecuencia con la que se tendría que realizar el mantenimiento preventivo, obteniendo así unos resultados más efectivos. Una correcta programación del mantenimiento preventivo asegura una atención a todas las partes del sistema suficiente a menudo como para que los problemas puedan ser descubiertos y corregidos.

En cambio, el mantenimiento correctivo, de emergencia, o bajo demanda, se realiza como resultado de un problema observado o de la recepción de una queja específica. Requiere una acción inmediata para resolver la emergencia. Además de conseguir la resolución de la incidencia, es importante que la información resultante del mantenimiento correctivo sea utilizada en el establecimiento de los programas de mejora del servicio, estableciendo las medidas preventivas oportunas, para reducir así en el futuro el número de emergencias.

De manera general, los objetivos que se pretende alcanzar a través de la correcta ejecución del mantenimiento preventivo en las redes de abastecimiento y saneamiento son:

- **Fiabilidad**, la instalación en su conjunto y sus elementos en particular van a operar en mejores condiciones de seguridad, ya que su estado y condiciones de funcionamiento van a ser conocidos en todo momento.
- **Disminución** de tiempos muertos o tiempos de parada. En la medida en que tengamos nuestras redes revisadas, controladas y plenamente operativas, los indeseados cortes parciales de suministro y la inhabilitación de sectores de la red por avería serán reducidos considerablemente.
- **Mayor duración** de los equipos e instalaciones. A través de un mantenimiento periódico alargamos considerablemente la vida útil de todos los elementos de la red.
- Uniformidad en la **carga de trabajo** para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades. El personal no trabaja a demanda, sino que tiene un organigrama pautado en el que se recogen tanto actuaciones de reparación de urgencia como revisiones rutinarias de mantenimiento.
- **Menor costo** de las reparaciones. En la medida en que las tuberías y sus accesorios son revisados periódicamente y puestos a punto, el número y la gravedad de las averías decrece de manera sustancial.

Autoevaluación

El **mantenimiento preventivo** se lleva a cabo para resolver un problema observado ante la recepción de una demanda específica y requiere de una acción inmediata. Tras la resolución de la incidencia, es importante que la información resultante sea utilizada en el establecimiento de los programas mantenimiento correctivo.

○ Verdadero ○ Falso

Falso

1.3.- Tipos.

Las tecnologías actuales y la información de las redes de las instalaciones permiten el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, es decir actuamos para que la "vida útil" de la instalación sea la adecuada según el proyecto inicial de cálculo de la instalación y responda a las exigencias actuales tanto en cuestiones de consumo de agua como en transporte de residuos líquidos.

En función de la titularidad del tramo a considerar, las responsabilidades se asumen por distintos agentes y la normativa de aplicación también es diferente. Así, las partes de la instalación aguas abajo de la acometida son responsabilidad del usuario/comunidad de usuarios y la legislación de aplicación son las normas HS4 y HS5 del Código Técnico de la Edificación (no son objeto de esta asignatura); mientras que la red urbana aguas arriba de las acometidas es responsabilidad de la entidad local/mancomunidad y en ellas son de aplicación las Normas Técnológicas de la Edificación (NTE), así como los reglamentos locales.

De forma general las modalidades de mantenimiento son:

1. Mantenimiento **predictivo**: Se basa en la vigilancia y el control. Las operaciones de mantenimiento predictivo consisten en registrar parámetros de los equipos instalados o de la propia instalación. Tras el análisis de los datos el objetivo es optimizar el funcionamiento.
2. Mantenimiento **preventivo**: Es un mantenimiento preventivo o programado. Son todas aquellas operaciones que se efectúan cada cierto tiempo o periódicamente independientemente del estado de funcionalidad del equipo o de
3. Mantenimiento modificativo o **correctivo**: El mantenimiento correctivo lo componen todas aquellas operaciones o intervenciones que se realizan en un equipo o instalación de forma fortuita provocando averías que pueden interrumpir o no el funcionamiento continuo de la instalación.

Para ejecutar de forma efectiva y eficiente las modalidades de mantenimiento se emplean los siguientes medios:

Flickr. *Inspección en red de saneamiento* (CC BY-NC-ND)

- Programas informáticos específicos.
- Personal técnico cualificado (propio y/o subcontratado).
- Conocimiento exhaustivo de las instalaciones que constituyen el servicio.
- Proyectos constructivos y especificaciones técnicas de los equipos instalaciones.
- Planos de la instalación.
- Documentación propia de los suministradores y Libros de instrucciones de los fabricantes de equipos.
- Equipamiento de taller y herramientas adecuadas.
- Registro de los hechos y datos históricos referentes a la naturaleza y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.

Por su parte el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) distingue, dentro de las labores de mantenimiento preventivo dos variantes:

- **Mantenimiento preventivo** propiamente dicho: tareas habituales y periódicas que se realizan durante la vida útil de la tubería al objeto de mantener su nivel de servicio y retrasar su deterioro. Son básicamente de inspección, de limpieza y de puesta a punto.

- **Rehabilitación**: Se refiere a aquellas técnicas de reacondicionamiento que, aprovechando en lo posible la infraestructura existente, mejoran sus características mecánicas e hidráulicas retornando, en la medida de lo posible, la condición de la tubería a su estado inicial, o cuando menos mejorando su nivel de servicio. Cabe distinguir entre:
    - Rehabilitación global: Si la rehabilitación abarca a toda la red.
    - Rehabilitación parcial: Si nos referimos a acciones puntuales de mejora.

La rehabilitación global, a su vez, puede ser no estructural, cuando no se mejora la resistencia mecánica de la conducción (la estructura de la canalización se encuentra en buen estado, pero existen problemas derivados de incrustaciones, corrosión interna, etc.) o estructural, en el caso de que se haya perdido total o parcialmente la capacidad mecánica de la conducción y sea preciso reforzarla.

El primer caso (rehabilitación global no estructural) se refiere básicamente a la aplicación de revestimientos en el interior de la tubería y dentro del segundo (rehabilitación global estructural) hay una amplia gama de posibles actuaciones, destacándose el entubado interior mediante tubo de polietileno.

Para saber más

Las Normas Tecnológicas de la Edificación son un conjunto de 155 normas establecidas por el Decreto 3565/1972, de 22 de diciembre, y tienen la categoría de soluciones técnicas recomendables para los casos prácticos normales en edificación. Estas normas son de aplicación voluntaria, al poderse adoptar otras reglas y condiciones que cumplan igualmente las disposiciones básicas. Hoy en día siguen en vigor aunque a menudo nos encontramos en las mismas detalles constructivos obsoletos que han sido sustituidos por técnicas más novedosas. No obstante han sido una herramienta muy útil y continúan sirviendo como guía constructiva.

En lo que respecta a la instalación y mantenimiento de redes hidráulicas dos son las normas de referencia:

- NTE-IFA/1975 "Instalaciones de fontanería. Abastecimiento"
- NTE-ISA/1973 "Instalaciones de salubridad. Alcantarillado".

A continuación ofrecemos un único documento con las dos normas:

emblemáticas de este organismo: la "Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión" y la "Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano". La pretensión de ambas servir de orientación al sector de la construcción. Su utilización tiene carácter voluntario pero su aceptación es generalizada y, si bien son herramienta de referencia y consulta generalizada, a día de hoy todavía no han alcanzado rango de normativa.

Las guías técnicas de CEDEX, contienen especificaciones técnicas para el proyecto, instalación y mantenimiento de tuberías para el transporte de agua a presión. Describe los elementos constitutivos de la red (tubos, piezas especiales, accesorios, valvulería, etc), su cálculo hidráulico y mecánico, instalación, control de calidad tanto en fábrica como en la propia obra, explotación y mantenimiento de la red en servicio así como las técnicas habituales de reparación de tuberías.

Normativa y Reglamentación relativa al diseño redes de tuberías

A la hora de establecer las premisas que ha de cumplir cada instalación en particular dos son los referentes principales:

- Las prescripciones propias del Organismo responsable (normalmente Reglamentos Técnicos emitidos por entidades locales y mancomunidades).
- Las especificaciones concretas que figuren en cada proyecto.

En todo caso, es recomendable seguir lo especificado por las dos normas UNE de referencia:

1. **UNE-EN 805:2000**, proveniente de la adaptación de la norma europea EN 805:2000, que define conceptos a tener en cuenta en el diseño, pruebas y mantenimiento de redes de abastecimiento. Busca, además, estandarizar métodos de trabajo. En lo referente al mantenimiento:
    - Especifica las características de zanjas, destacando la importancia del relleno.
    - Establece criterios de separación entre las tuberías y otras instalaciones o estructuras existentes.
    - Establece procedimientos de protección contra la corrosión y la contaminación de los materiales.

2. **UNE EN 752:2010** que proviene de una adaptación de la norma europea EN-752:2008 y pretende, a grandes rasgos, promover el respeto al medio ambiente y el aseguramiento de la calidad en los proyectos de instalación de redes de saneamiento. En lo relativo al mantenimiento señala que:
    - Se velará por la protección de la salud pública.
    - Durante las labores de mantenimiento las instalaciones y estructuras próximas, en caso de haberlas, no deberán sufrir daños.
    - Durante el montaje se garantizará un espacio mínimo para las tareas de mantenimiento.
    - Los trabajos de mantenimiento deberán llevar asociados planes de seguridad y emergencia.
    - Los conductos deberán carecer de obstrucciones.

Autoevaluación

¿Cuál de las siguientes normas es la referencia legal a la hora de realizar una instalación de abastecimiento de agua?

- ○ La "Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión" del Centro de estudios y experimentación de obras públicas.
- ○ El "Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua".
- ○ La norma UNE EN 752:2010.
- ○ Ninguna de ellas.

Incorrecto

Opción correcta

Incorrecto

Incorrecto

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

2.- Localización y caracterización de elementos y parámetros operacionales críticos de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Sara ha terminado su primera jornada dedicada por completo a una revisión de mantenimiento. Al contrario de lo que pensaba ha sido una jornada intensa y para nada aburrida. Ya ha borrado de su cabeza todas sus ideas preconcebidas sobre tareas repetitivas y rutinarias, y eso que hoy sólo se ha dedicado a inspeccionar pozos y arquetas. Sara está satisfecha "Creo que ya sé de qué va todo esto, no parece muy complicado", le comenta a su compañero Andrés. Éste la mira confundido "Yo no estaría tan seguro, cuando termine esta semana habrás aprendido todavía muchas cosas más, y aún entonces te quedará mucho por aprender". Andrés tiene razón, el mantenimiento preventivo en instalaciones de saneamiento como ésta en la que están trabajando difiere bastante del mantenimiento en instalaciones de abastecimiento, en estaciones de tratamiento de agua y en redes de riego (y su empresa ofrece todos estos servicios),

Flickr (CC BY-NC)

"Redes de abastecimiento, estaciones de tratamiento, instalaciones de riego...", piensa Sara, Está deseando hacer la próxima revisión de mantenimiento a cualquiera de ellas y probar todos los equipos de inspección y limpieza. Está segura de que no se va a aburrir en mucho... mucho tiempo.

2.1.- Redes de abastecimiento.

Se exponen a continuación las variables a considerar de manera generalizada para el mantenimiento de tuberías, acometidas y elementos de maniobra. Se incluyen todas aquellas que se consideran capaces de producir el deterioro de los elementos afectando a la normal operatividad de las redes de distribución de agua para consumo humano.

- Variables relacionadas con la **ubicación y las condiciones ambientales**, a las que está sometido el elemento: calle, municipio, fecha, hora, coordenadas, temperaturas y precipitación asociadas a la localización de los elementos sensibles o susceptibles de revisión, etc.
- Variables descriptivas del **estado de la tubería**: Son variables relacionadas con el estado de la tubería y/o elemento de maniobra, que no deben confundirse con la causa de posibles fallos, sino que son muestra de las principales patologías que se observan en averías posteriores, como pueden ser: ovalación, corrosión interna y externa, aplastamiento, incrustaciones, etc.
- Variables descriptivas del **estado y condiciones de la instalación**: En su mayor parte, las tuberías se instalan en zanja. Por este motivo las variables a que nos referimos son: tipo de instalación y su estado, uniformidad y tipo de material de relleno y de la cama, altura del recubrimiento, presencia de árboles, presencia de huecos de lavado, existencia de canalizaciones cercanas, presencia de materia orgánica, tipo de tráfico, yesos, escombros, etc.
- En el caso de elementos de maniobra se toman en consideración la **ubicación** de los mismos (exterior, enterrado en acera, situado en el interior en portal, etc) así como el montaje (en escuadra, recto o mixto) y alojamiento que lo contiene (armario, arqueta o cuarto de contadores).
- Variables relacionadas con el **mantenimiento y operatividad de la red**: Estas variables recogen datos relativos a la presión, caudal, y su coincidencia con maniobras en los días próximos a posibles averías. Debemos disponer en este caso de un histórico de los valores de presión y caudal de la instalación para prevenir averías en función de los registros. Esta labor se facilita enormemente cuando el sistema está automatizado y conectado a dispositivos informáticos externos.

Más específicamente y con distintas periodicidades se plantean estas otras intervenciones en puntos concretos de la red de abastecimiento:

1. Tuberías y accesorios:
    - Inspección visual de los elementos de registro.
    - Inspección acústica con vistas a la detección de fugas y para verificar que no hay obstrucción en los conductos.
    - Registro de las características hidráulicas de la red (caudal y presión).
    - Verificar la inexistencia de humedades en las proximidades de los recorridos de tuberías.
    - Comprobación de estanqueidad mediante trazadores de gas, dispositivos termográficos, de ultrasonidos, electromagnéticos, etc.
    - Limpieza general de la Arquetas.
    - Limpieza de registros críticos.

2. Grupo de bombeo
    - Comprobación del nivel del depósito.
    - Revisión y engrase de elementos móviles.
    - Comprobación de tarado presostatos.
    - Repaso de anclajes y reapriete.
    - Verificación señalización y alarmas del cuadro eléctrico.
    - Accionamiento de elementos de valvulería.

- Limpieza general del local y equipos.
- Comprobación de consumos eléctricos y de agua potable.
- Verificación de estanqueidad juntas.
- Verificación del correcto estado de cojinetes.
- Comprobación del estado de los filtros.
- Verificación del aislamiento del motor entre fases, y entre fases y tierra.

Recomendación

Inspección visual

La inspección visual es una de las primeras acciones a llevar a cabo en una intervención de mantenimiento y reviste una gran importancia. Veamos algunas recomendaciones que nos hace el CEDEX a la hora de llevarla a cabo:

- En el caso de **grandes conducciones**, es recomendable que el equipo de trabajo conste de cuatro operarios. Dos de ellos se desplazarán por el interior de la red tomando los datos de manera visual. Los otros dos deberán ir avanzando en superficie abriendo las tapas de registro aguas arriba y aguas abajo de donde se encuentren sus compañeros, de manera que el personal que se desplaza por el interior de la alcantarilla siempre tenga dos puntos de salida preparados para evacuar en cualquier momento. Las herramientas de trabajo en este caso se limitan al material adecuado para la apertura de tapas y para señalización viaria (conos, señales tráfico), así como el material necesario para la toma de datos: cintas métricas, varillas de medida, sondas de agua, linternas de casco y mano, etc. El equipo de seguridad constará de ropa adecuada para trabajar en la vía pública y el interior del alcantarillado: casco, guantes, arneses y cuerdas, y equipo detector de gases, así como material necesario para casos de emergencia o rescate: equipos de respiración autónoma y asistida, trípode.
- En el caso de **conducciones de pequeño diámetro**, el equipo de trabajo estará formado por dos o tres operarios, en función de la densidad de tráfico rodado. Los datos se tomarán desde el interior de los pozos de registro, observando la misma información que en el caso de grandes conducciones, aunque la mayoría de datos harán referencia a los pozos y a los primeros metros de tubería observable desde los pozos de registro. Es importante que los datos se tomen desde el interior de los pozos de registro puesto que se incrementará enormemente la calidad de medidas de sondas y secciones de los tubulares. Las herramientas de trabajo son igualmente material adecuado para la apertura de tapas y señalización viaria (conos, señales tráfico) y material para toma de datos: cintas métricas, varillas de medida conocida, sondas de agua, linternas de casco y mano. El equipo de seguridad constará de ropa adecuada para trabajar en la vía pública y el interior del alcantarillado (casco, guantes, arneses y cuerdas) y equipo detector de gases.

2.2.- Redes de saneamiento.

Como un servicio imprescindible para la sociedad, el mantenimiento de redes de saneamiento y abastecimiento deben tener un programa específico que garantice un correcto funcionamiento de las instalaciones. En el transcurso de la vida útil de la instalación, esta va adquiriendo defectos que ocasionarán disminuciones de sección y depósitos que pueden originar fisuras e incluso roturas. El mantenimiento de redes de saneamiento debe considerar la siguientes tareas asociadas a algunos de sus puntos críticos más reseñables:

- Vaciado de fosas sépticas.
- Limpieza de arquetas y colectores.
- Saneamiento de canaletas y sumideros.
- Inspección de humedades o malos olores que puedan dar lugar a alguna rotura o pequeña fuga en tuberías y canalizaciones.
- Reparación de desperfectos en caso de que los hubiera.

Por lo tanto, las principales ventajas de un mantenimiento correcto son el mantenimiento de la capacidad hidráulica de las redes, la evitación de malos olores y formación de gases corrosivos y la garantía de evacuación de las aguas pluviales.

Flickr (CC BY-NC-ND)

El mantenimiento profesional de una red de saneamiento debe llevarse a cabo periódicamente y de manera regular. El tiempo que debe transcurrir entre una operación de mantenimiento y otra será variable en función de la operación a realizar. No obstante, en términos generales, es aconsejable realizar una inspección de las tuberías al menos una vez al año.

Una vez identificados los elementos más sensibles y establecidos los parámetros críticos para el control del funcionamiento óptimo del sistema, se debe establecer un programa de mantenimiento, realizando distinciones entre las redes ubicadas en zona pública. Para aguas pluviales y residuales, esta actividad se debe llevar a cabo en los meses con menos precipitaciones. Es decir, cuando hay menos caudal para facilitar el proceso de las revisiones a realizar.

La extensión de la red a inspeccionar irá desde la acometida del abonado hasta la entrada de la EDAR y hará hincapié en los siguientes elementos críticos (según la normativa UNE-EN 752:2010 "Sistemas de desagües y de alcantarillado exteriores a edificios", entre otras):

- Limpieza de sumideros cada 3 meses.
- Inspección visual de la cámara de descarga cada 6 meses.
- Limpieza de colectores cada 6-12 meses.
- Inspección visual de pozo de registro cada 6 meses / limpieza cada 12 meses.

Más específicamente y con distintas periodicidades se plantean estas otras intervenciones en puntos concretos de la red de saneamiento:

1. **Tuberías y accesorios**:
    - Inspección visual de los elementos de registro.
    - Verificar la estanqueidad de las tapas para evitar malos olores
    - Verificar que no hay obstrucción de los conductos.

- Comprobación del estado de limpieza de la cubierta.
- Verificar la inexistencia de humedades en las proximidades de los recorridos de tuberías.
- Limpieza general de la Arquetas.
- Limpieza con agua a presión de sumideros.
- Limpieza de registros críticos.

2. **Grupo de bombeo** de aguas residuales.
    - Comprobar que las actuaciones de los comandos son correctas.
    - Simular alarma de nivel.
    - Comprobar consumo de bomba y funcionamiento general.
    - Limpieza, y en su caso llenar de aceite la tapa sifónica.
    - Inspeccionar visualmente el estado de todos los mecanismos de mando y protección.
    - Comprobar el accionamiento mecánico de los contactores.
    - Inspección de cables interiores.
    - Comprobación de la posible existencia de calentamientos en las conexiones y ruidos en el motor.
    - Verificar el aislamiento del motor entre fases, y entre fases y tierra.

Autoevaluación

¿Cuál de las siguientes actuaciones de mantenimiento sería **contraria** a normativa?

- ○ Efectuar la inspección visual de pozos de registro una vez al año.
- ○ Llevar a cabo la limpieza de tuberías cada dos años.
- ○ Limpiar los sumideros cuatro veces al año.
- ○ Hacer una limpieza del equipo de bombeo cada dos años.

Opción correcta

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

2.3.- Estaciones de tratamiento.

la finalidad de la determinación de elementos y operaciones críticas en estaciones de tratamiento de agua es la de eliminar o disminuir los problemas más frecuentes que provocan la paralización intempestiva de una o varias máquinas.

La base para delimitar estas actividades se obtienen de literatura especializada. manuales de los fabricantes, o de la propia experiencia de los trabajadores. Pueden tener una periodicidad distinta y variable según el proceso de que se trate, estos parámetros pueden modificarse conforme se vaya comprobando su grado de eficiencia y aplicabilidad.

En el caso específico de los sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1. La calidad del agua es variable.
2. Se emplean diversos procesos de tratamiento de agua.
3. No existen dos estaciones de tratamiento similares; es decir, que tengan igual tamaño, el mismo tipo de construcción y tiempo de servicio y similar calidad del agua tratada.
4. No existen dos estaciones idénticas en organización, personal y control.
5. En las plantas de tratamiento de agua existe una gran variedad de equipos y diversos proveedores.

De forma general, tanto para el caso de las ETAP, como para el de las EDAR, podemos establecer una serie de puntos críticos a la hora de planear un mantenimiento preventivo:

- Drenado, inspección total y limpieza de la estructura del canal.
- Limpieza de la cámara de carga.
- Inspección de filtraciones en la cámara de carga.
- Tuberías
    - Limpieza de tuberías de planta de tratamiento
    - Inspección de tuberías para prevenir fugas.
    - Identificación de flujo de corriente de agua.

- Válvulas
    - Lubricación adecuada para su mejor manejo.
    - Limpieza de válvulas de planta de tratamiento
    - Inspección de válvulas para prevenir fugas.

- Bombas
    - Comprobación continua para evitar vibración o ruido excesivo.
    - Verificación de desgaste excesivo de los soportes.
    - Verificar Presión insuficiente de la bomba.
    - Verificar que la bomba pierda eficiencia después del arranque.
    - Evitar que la bomba sobrecargue el motor.

Cabe subrayar, además, que existe un grupo de elementos privativos de cada una de las estaciones de tratamiento de agua (ETAP y EDAR) cuya función es esencial a la planta y que requieren una atención especial.

Estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP)

La adición de sustancias químicas favorecedoras de la desinfección del agua añaden en el caso de estas plantas dos cuestiones añadidas:

- Mantenimiento de dosificadores. Son esenciales en el tratamiento y necesitan supervisión en cuanto a:
    - Verificar fugas o derrames.
    - Lubricación adecuada para su mejor manejo.
    - Limpieza estructural de dosificador.

- Manipulación de productos químicos: En las labores de mantenimiento de estos sistemas frecuentemente existe exposición a sustancias tóxicas como hipoclorito sódico o cloro en forma de gas.

Flickr (CC BY-NC-ND)

Estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR)

Las actividades planificadas de mantenimiento preventivo vienen determinadas por el tipo de sistema utilizado en la depuración. Así, podemos encontrar los siguientes sistemas:

- Tratamientos por aplicación al terreno (sólo para aguas residuales urbanas)
- Filtros de turba.
- Lagunaje.
- Humedales artificiales.

Todos comparten procesos de limpieza, drenaje y regeneración entre sus procedimientos de mantenimiento, preventivo pero cada uno de los sistemas tiene sus particularidades.

2.4.- Instalaciones de riego.

Parte del éxito de un equipo de riego consiste en tenerlo en condiciones óptimas de operación en todo momento, lo cual se consigue a través de una adecuada revisión e inspección.

A fin de que el sistema de riego sea económico, es vital que los equipos sean bien mantenidos. Un sistema medio debería tener un período de vida entre **12 a 15 años**, la tubería enterrada de puede doblar (caso del polietileno) o triplicar (caso del PVC) esa durabilidad. Un **programa de mantenimiento** debe considerar: bombas, filtros, válvulas, emisores y tuberías.

Aplicando distintas periodicidades, los puntos críticos y las tareas asociadas al mantenimiento preventivo de un sistema de riego son:

1. **Embalse y aspiración de agua**
   - Comprobación ubicación de la válvula de pie respecto a la superficie.
   - Revisión de tuberías exteriores y accesorios para comprobar que no existen poros o roturas.
   - Comprobación de la existencia de eventuales fricciones entre la tubería de la aspiración y las paredes del embalse.
   - Comprobación visual de posibles pérdidas de agua en el embalse.
   - Verificación de la estanqueidad de la válvula de llenado de la aspiración.
   - Sustitución periódica (períodos superiores a un año) de la válvula de pie.
   - Limpieza del fondo del embalse de sedimentos y limos.

2. **Equipo de bombeo**
   - Comprobación la presencia de embolsamientos de aire (oscilaciones continuas en el manómetro).
   - Comprobación de ruidos o sobrecalentamientos en el motor.
   - Verificación de la estanqueidad del el equipo. Asegurarse de que no gotea o hay charcos en las inmediaciones de las bombas.
   - Purgado del sistema a través de los dispositivos dispuestos a tal efecto (purgadores, ventosas).

3. **Equipo de filtrado de arena**
   - Comprobación de que la presión de trabajo está dentro del rango de trabajo requerido por el equipo.
   - Comprobación de que la diferencia de presión entre el colector de entrada y de salida es la necesaria.
   - Verificación de que la altura de la arena sea suficiente para garantizar un filtrado correcto.
   - Comprobación de la existencia de aglomerados o terrones, o de canales directos en la arena.
   - Limpieza completa al menos una vez por campaña.

4. **Red de distribución**
   - Limpieza de los filtros de malla de las subunidades.
   - Chequeo general de todas las ventosas de la red de distribución.
   - Limpieza general de la instalación, abriendo los finales de las tuberías terciarias y portaemisores.

Autoevaluación

Cuál de las siguientes acciones **no** forma parte del mantenimiento preventivo del embalse o la aspiración de agua de una red de riego.

- ○ Verificación de la estanqueidad de la válvula de llenado de la aspiración.
- ○ Purgado del sistema a través de los dispositivos dispuestos a tal efecto (purgadores, ventosas).
- ○ Comprobación ubicación de la válvula de pie respecto a la superficie.
- ○ Revisión de tuberías exteriores y accesorios para comprobar que no existen poros o roturas.

Incorrecto

Opción correcta

Incorrecto

Incorrecto

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

3.- Operaciones de mantenimiento preventivo de redes.

Caso práctico

Esta mañana el grupo de Sara comienza con los trabajos de limpieza de la red de saneamiento en la que están trabajando. En esta primera jornada empezarán por lo más sencillo: utilizando agua a presión limpiarán arquetas, registros, sumideros, imbornales y pozos. A continuación, y mediante el mismo método, eliminarán depósitos e incrustaciones de las tuberías de menor diámetro. A lo largo de esta jornada irán avanzando por hacia conductos de mayor sección hasta desembocar en las zonas practicables del alcantarillado.

Flickr (CC BY-ND)

En una segunda fase recorrerán las galerías de la red y las limpiarán mediante la técnica "de toda la vida, la más efectiva", como dice Andrés; mediante arrastre y extracción. "¿En qué consiste?", pregunta Sara. "Simplemente se trata arrastrar manualmente la suciedad mediante unas herramientas similares a un azadón al pozo de registro más próximo para extraerla allí en unos pequeños contenedores", explica Andrés, "luego haremos un barrido con agua a presión". Durante toda la jornada van a disponer de dos camiones cisterna para suministrar agua en los lugares en que sea necesaria. Durante estos días los equipos de protección personal van a ser más necesarios que nunca, tendrán que estar en contacto permanente con residuos y suciedad. Andrés le ha contado a Sara que, además, en varios puntos críticos de la red van a aplicar un tratamiento químico para neutralizar los malos olores.

3.1.- Preparación del área de trabajo

Previo a la preparación de la intervención sobre el terreno de que la maquinaria, herramientas y equipos se encuentran en perfectas condiciones. Para ello tendremos que hacer las siguientes comprobaciones:

- Inspecciones sensoriales, fundamentalmente visuales, sin necesidad de instrumentos de medida o medios técnicos adicionales.
- Lecturas y anotación de parámetros de funcionamiento, con instrumentos que están instalados en los equipos o externos.
- Tareas de tarado y calibración.
- Verificaciones mecánicas, como medición de holguras, de alineaciones, de apriete de pernos, de instrumentos de medida, etc. Pueden requerir de una intervención para que determinados parámetros se ajusten a unos valores preestablecidos.
- Verificaciones eléctricas (para el caso de estaciones de bombeo u otras en las que dispongamos de dispositivos eléctricos), como medición de intensidad de corriente, verificación de puestas a tierra, verificación del funcionamiento de paradas de emergencia, verificación de conexiones, etc.
- Limpiezas, que pueden ser sencillas o de cierta complejidad técnica.
- Verificación del correcto funcionamiento de equipos de medida
- Sustitución o reacondicionamiento de piezas sujetas o propensas al desgaste.

En cuanto a la intervención directa sobre el terreno, deberemos observar las siguientes pautas:

1. **Localización de la zona e infraestructura**: Tenemos que ubicar las líneas de la red de tuberías, cámaras de inspección, cajas de protección y demás infraestructura hidráulica, se realizara de acuerdo a los planos, memorias, fotografías e informes técnicos y toda la información adicional que se tenga disponible en los servicios de mantenimiento. Se recomienda no iniciar ningún trabajo hasta la verificación y ubicación de todas las instalaciones objeto de mantenimiento.

2. **Vías o pasos temporales**: En caso de interrumpir u obstaculizar la circulación de vehículos y/o peatones se procederá al señalamiento y balizado. Se deben construir pasos peatonales o para vehículos de manera provisional frente a escuelas, propiedades e instalaciones que lo requieran para su funcionamiento. Estos pasos de tipo temporal servirán para el paso libre de peatones en sitios y puntos de gran concentración.

3. **Ubicación de otras instalaciones existentes**: Se deben considerar las redes de gas, telefonía y eléctricas existentes en la zona de los trabajos, las cuales se protegerán adecuadamente durante la limpieza y manipulación evitando cualquier daño.

4. **Determinación del impacto en el área**: En caso de que la intervención sea intensa, y para prevenir el deterioro de infraestructuras o mobiliario urbano, a modo de sugerencia se propone la elaboración de un breve informe que incluya las condiciones iniciales de los trabajos, que servirá de base para comparar y evaluar el estado al final de los trabajos de reparación. Las condiciones finales deberán ser semejantes o mejores a las condiciones iniciales. Se determinará el área de influencia de la obra (infraestructura vial, de vivienda, etc.). Para par ello se elaborará un registro fotográfico. Se deben aplicar todas las medidas de protección a fin de mantener el entorno de la zona (las viviendas e infraestructura adyacente). En caso de provocar desperfectos en el entorno, se deberá arreglar inmediatamente.

1.4.- Normativa.

El marco normativo para las instalaciones tanto de abastecimiento de agua como de saneamiento presenta ciertas peculiaridades que a continuación vamos a analizar.

La Reglamentación técnica de la Administración General del Estado relativa al proyecto e instalación de redes de agua a día de hoy está constituida, fundamentalmente, por los **Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías** de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones, de 1974 y 1986 respectivamente.

Para saber más

A pesar del paso de los años, la normativa de referencia para instalaciones de tuberías de suministro de agua y saneamiento mantiene su vigencia. Evidentemente, son numerosos los cambios acaecidos desde entonces. Lo son en todos los campos y, muy especialmente, en el tecnológico. La necesaria adaptación a los tiempos ha venido de mano de normativas o pliegos sin rango de ley que, sin contravenir aquellos los han complementado y actualizado. A modo de ejemplo, ofrecemos en su versión original, el "Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de agua" de julio de 1974:

1 de 81

Varias décadas nos separan de la publicación de ambos reglamentos. Los avances experimentados en estos años tanto a nivel tecnológico como de diseño han hecho que su contenido se haya quedado obsoleto. Sin embargo, en ninguno de los dos casos se han dado actualizaciones significativas.

Consciente de ello, a partir del año 2000 el Ministerio de Medio Ambiente emprendió varias acciones para su revisión. En ese sentido estableció varios convenios de colaboración con el **CEDEX** para la realización de estudios técnicos que actualizaran los citados Pliegos. Es en este contexto en el que, a partir del año 2003 se publican las dos Guías más

3.2.- Procedimientos de detección de fugas e infiltraciones.

En general los indicadores del deterioro de las instalaciones nos permiten prever fugas e infiltraciones. Algunos estos indicadores son:

- Tamaño de los orificios en las paredes de las tuberías.
- Estado de los recubrimientos.
- Problemas por laminación.
- Tuberculización.
- Oxidación.

En todo caso, para detectar fugas en tuberías es importante entender en primer lugar a qué se suelen deber dichas averías. Estas son algunas de las causas principales:

- **Materiales inadecuados**: No haber hecho una elección adecuada a las necesidades de servicio (en cuanto a consumos, presiones y caudales) puede suponer un importante handicap a la hora de mantener una instalación.
- **Conexiones mal elaboradas**: Es clave confiar en la instalación de tuberías a un profesional. Una instalación mal hecha puede comportar fugas de agua, con consecuencias económicas muy negativas.
- **Presión de agua elevada**: Las lluvias torrenciales pueden ser perjudiciales para la red de saneamiento de un espacio industrial, del hogar o de la calle. Hay que vigilar con mucha atención las tuberías después de episodios de lluvias intensas.
- **Tuberías viejas**: El paso del agua con sus materiales disueltos y elementos en suspensión por las tuberías a lo largo de los años, puede derivar en roturas y fisuras.

Según la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (2017) más del 41% de las redes de distribución de agua en España ya tienen más de 30 años de antigüedad, siendo éste uno de los principales motivos que justifica por qué se pierden anualmente 650 Hm^3 en fugas y averías. Para ser conscientes de esta magnitud, aproximadamente ese volumen es la capacidad de todos los embalses de las cuencas catalanas. Ahora bien, la tecnología ha evolucionado lo suficiente como para ofrecer soluciones que permitan encontrar donde se está produciendo una fuga o, aún más importante, monitorizar el entorno y avisar cuándo se produce una. Las seis maneras más utilizadas para saber si se está produciendo una fuga o encontrar en qué punto está pasando son:

- Medición del **caudal**: Evidentemente, las fugas provocan pérdidas de agua, es decir, pérdidas de caudal. Por tanto, si se tiene instalado en las válvulas o juntas caudalímetros con capacidad de transmitir las medidas, se podrá comparar si los caudales de entrada y los de salida de cada segmento coinciden. Si no fuera así, se sabrá en qué tramo de la red existe una fuga.

- Medición de la **presión**: Una fuga también provoca que el agua que circula por un tramo pierda presión, por tanto, de la misma manera que la medida del caudal, medir la caída de presión entre los extremos de un segmento puede indicar pérdidas dentro de éste. Del mismo modo, no solo es necesario un dispositivo con la capacidad de medir y almacenar los datos de la presión, sino también de poder transmitir esos datos. La ventaja respecto a la medida de caudal, es que la instrumentación necesaria es más sencilla y, por tanto, más barata.

- Medición del **ruido**: Cuando agua a alta presión sale por una grieta o junta de una tubería, genera ruido por el choque del agua con el material que le rodea. Utilizar un

equipo móvil de micrófonos puede ser muy útil para encontrar el punto exacto de una fuga, ahora bien, no suele ser un método muy efectivo como monitorización continua ya que es un método bastante caro porque la tecnología necesaria para identificar ruidos provenientes de la tubería y no del entorno, no es sencilla.

- Medición de la **vibración**: Una fuga no solamente provoca ruido, la presión con la que sale el agua hace que la tubería tiemble considerablemente. Medir el nivel de vibración en los extremos de los tramos también marca si ha ocurrido una fuga. Como punto a favor de este método de medición solamente se necesita un punto de referencia y no dos o más como alguno de los otros métodos.

- Visión **termográfica**: Similar a la medición de ruido, es una tecnología muy útil para encontrar el punto concreto donde está ocurriendo una fuga en una tubería, pero no tan idóneo para monitorización constante debido a su precio. Por ejemplo, es muy utilizado en fontanería doméstica para ver un edificio en qué punto concreto está ocurriendo la pérdida de agua.

Flickr (CC BY-ND)

- Medición de la **humedad** superficial: Como último método utilizado, existe la posibilidad de medir constantemente el nivel de humedad del suelo situado en la superficie de la tubería. Este método presenta la complicación que se debe tener en cuenta la meteorología, pero a su vez, esta información puede ser utilizada para estudios ambientales sobre el suelo.

Ahora bien, hay que ser consciente que a la inmensa mayoría de los más de 256.000 km de tuberías de abastecimiento y cerca de 144.000 km de tuberías de redes de saneamiento, no llega el suministro eléctrico. Por ello, el equipamiento necesario para poder monitorizar las posibles fugas, debe ser capaz de trabajar con baterías, de manera geolocalizada y con capacidad de interpretar la lectura.

Recomendación

La gran mayoría de fugas de agua no se perciben a simple vista, sino se filtran directamente por los desagües o a través del subsuelo. Este tipo de fugas de agua suponen alrededor del 70% del total de las fugas que se producen. Para detectarlas deberíamos hacer uso de alguna de las técnicas descritas en este epígrafe.

En la siguiente lista se detallan algunas buenas prácticas, fáciles de realizar que podrían ser de utilidad a la hora de identificar la presencia de posibles fugas:

- **Indicios en la superficie del suelo**. Para descubrir un escape de agua en una tubería hay que fijarse si en el suelo la superficie está más blanda o resbaladiza de lo normal.
- **Desajuste en el consumo de agua**. Si detectamos un desequilibrio entre los consumos de agua y los caudales aportados a un tramo concreto, debemos sospechar. Las quejas de una subida importante en las facturas de los usuarios de la red es un buen indicador.
- **Sonido de agua corriendo**. Si llegamos a percibir un ruido de agua corriendo en las inmediaciones de un tramo de tubería enterrada (normalmente cerca de registros o arquetas) y no se está usando en la misma ninguna maquinaria que consuma agua, entonces lo más probable es que nos encontremos ante una fuga.

3.3.- Procedimientos para toma de medidas.

La primera fase para acometer una actuación en una instalación es conocer las características físicas del material utilizado en la misma y realizar un estudio de la ubicación concreta. Analizando estos datos, material, dimensión, edad, etc. y las condiciones de la ejecución de su instalación y diseño se aborda la actuación. Normalmente la toma de datos y medidas se traslada a fichas técnicas que a su vez se implementan en programas informáticos específicos.

Para la toma de medidas de los parámetros físicos de las tuberías o conductos habrá que analizar como mínimo:

1. Las propiedades del material.
2. Dimensión de los tubos.
3. Presión interna.
4. Cambios de temperatura.
5. Cambios de las características del suelo o soporte, etc.

Respecto de la instalación como mínimo los puntos a revisar son:

- Capacidad hidráulica de la tubería.
- Posibles problemas de erosión.
- Posibles problemas de sedimentación.
- Alineamiento horizontal y vertical.
- Infiltración de aguas, arriba y abajo.
- Agrietamientos de las paredes de la tubería.
- Posibles problemas de taponamiento de la alcantarilla o instalación.

Flickr (CC BY-NC)

La forma más sencilla para comprobar el estado en el que se encuentra una determinada red es la inspección interna de tuberías, para poder determinar qué medidas preventivas o correctivas son las más aconsejables para cada situación.

La inspección interna es complicada porque las redes de saneamiento y redes de distribución de agua potable en la mayoría de los casos están enterradas. A pesar de la existencia de arquetas registrables y pozos de registro, los diámetros de los tubos no permiten la inspecci6n directa por el operario.

La seguridad en las inspecciones y la imposibilidad de comprobación de las deficiencias de una instalación en puntos concretos objeto de análisis genera la preocupación de los avances tecnológicos para diseñar máquinas que realizan estos trabajos con precisión.

Entre otros procedimientos cabe destacar:

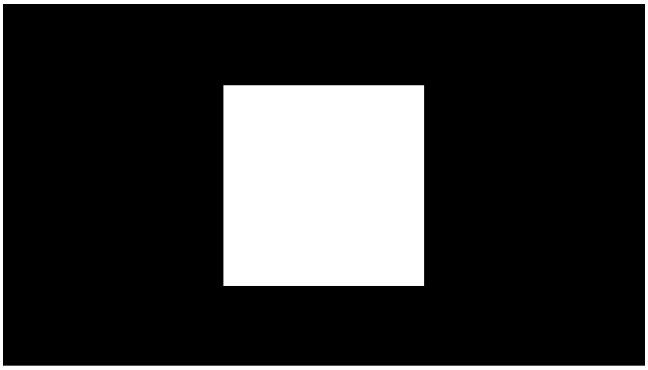
- Inspección por medio de circuito cerrado de televisión.
- Sistemas de escáner por láser.
- Sistemas de escáner por sónar.
- Monitorización de flujo.
- Prueba con trazadores.
- Prueba de humo.

Es muy importante la relación entre el beneficio y el coste que supone la intervención, tomando como aproximación una vida útil de la tubería de 20 años.

Cuando estos aspectos estén realiza dos, se lleva a cabo un plan de intervención, haciendo las recomendaciones pertinentes sobre la operación, mantenimiento y control sobre la red.

Para saber más

Además de todos los métodos descritos para la inspección de tuberías, los avances tecnológicos han posibilitado incluir nuevas alternativas en los últimos años. Ofrecemos a continuación un breve reportaje sobre un nuevo dispositivo para inspeccionar tuberías desde el interior desarrollado por la empresa andaluza Aganova.



00:00 01:55

Nuevas tecnologías en la detección de fug

Tipos de parámetros a medir en tuberías

- **Caudal**: Para realizar la medida de caudal es necesario conocer dos variables del fluido, como son la velocidad y la sección de la tubería. Estas, a su vez, varían mucho según el tipo de flujo, cuestión esta que habrá que tener muy en cuenta. Entre los instrumentos más habituales de medida tenemos el velocímetro de hélice, el caudalímetro electromagnético y el caudalímetro de ultrasonidos. Para el correcto montaje de todos ellos se requiere de un flujo sin perturbaciones.

- **Presión**: Para el transporte de agua potable y, en su caso, para la recogida de aguas residuales, son necesarias estaciones de bombeo, que mantengan la presión necesaria en la red. Este tipo de magnitud es fundamental para el transporte de canalizaciones que trabajan a sección llena (tuberías cerradas donde el agua cubre la totalidad de la sección, ejerciendo una presión superior a la atmosférica). El procedimiento más sencillo es instalar un manómetro. Éste se ubicará en una zona de flujo uniforme y evitando estrechamientos, cambios de sentido y puntos altos de la

instalación.

- **Nivel**: Es una variable imprescindible en tuberías con flujo laminar. Para su comprobación visual basta con el uso de un limnímetro (regla graduada), dispuesto perpendicularmente sobre la base del elemento a medir. Existen también instrumentos de nivel automatizados tales como medidores por ultrasonido o sondas de presión (calculan el nivel por el peso del agua que detectan sobre ellas).

- **Velocidad**: Es un parámetro limitado por normativa, tanto por exceso como por defecto (en general será de entre 0,3 y 2 m/s en abastecimiento, y entre 0.6 y 6 m/s en saneamiento). Una velocidad exagerada puede acarrear desprendimiento de materiales, golpes de ariete, fuertes pérdidas de carga y riesgos de rotura de la tubería. Una baja velocidad puede ocasionar deposiciones que deriven en una reducción de la sección de la tubería. Al igual que para las otras magnitudes, el instrumento de medida más utilizado es el medidor por ultrasonidos.

- **Otros** parámetros: Se realizan, además, medidas de parámetros que den información sobre las características de potabilidad del agua, basándose en el Real Decreto 140/2003. Entre ellas cabe reseñar: medida de cloración, medida de pH y medida de conductividad.

Habitualmente los centros de control están muy alejados de los puntos de medida, por lo que surge la necesidad de transmitir la señal. En esta línea, han creado diversos programas informáticos que monitorizan e interpretan señales, y que son capaces de actuar sobre algunos elementos de la instalación de forma remota.

3.4.- Limpieza y desinfección de redes de abastecimiento.

De conformidad con lo recogido en el Real Decreto 140/2003, se deberá proceder a la limpieza y desinfección de las conducciones para el transporte de agua potable en los casos siguientes:

1. Tuberías nuevas de abastecimiento antes de ponerlas en servicio.
2. Tuberías de abastecimiento que hayan estado sin servicio durante un periodo de tiempo.
3. Tuberías de abastecimiento que hayan tenido alguna intervención por motivos de mantenimiento o reparación y que pueda suponer un riesgo de contaminación del agua del tramo afectado.
4. Acometidas en las que por su tamaño y longitud sea aconsejable una limpieza y desinfección ante la posible sospecha de contaminación del agua potable.
5. Redes de nueva ejecución en urbanizaciones, de promociones privadas o de otros organismos ajenos a la compañía suministradora.

Debido a que en el proceso de limpieza y desinfección se puede producir un contacto con el agua potable, todo el personal que ejecute dichos trabajos deberá ser instruido sobre la necesidad de mantener un **alto nivel de limpieza, higiene y seguridad** y/o estar en posesión del carné de manipulador de alimentos.

El responsable de los trabajos deberá comprobar que en la zona donde se realice la desinfección existe una **toma de agua a la red pública**, susceptible de ser utilizada para el lavado de urgencia o como ducha de emergencia, en caso de salpicadura o accidente.

Procedimiento general

Se deberá actuar de acuerdo con la metodología de actuación que se indica:

1. La **limpieza previa** se realizará una vez instalado el tramo de tubería para eliminar los posibles restos procedentes de la instalación, pudiéndose utilizar el agua utilizada en la prueba de presión. Una vez efectuada la misma con resultado satisfactorio, se procederá al vaciado de la red y se iniciará la fase de desinfección.

2. Para la **desinfección de la tubería** se seguirán los pasos siguientes:
   a. Se determinará el volumen de agua contenida en el tramo.
   b. Se calculará la cantidad de hipoclorito sódico para uso alimentario necesaria para que la concentración final de cloro sea aproximadamente de 10 mg/l, debiendo evitarse concentraciones superiores por el riesgo de alteración del material de las conducciones.
   c. Para garantizar la dispersión homogénea del cloro en todo el tramo de red, la tubería se llenará de agua lentamente, resultando conveniente que el hipoclorito

se añada lentamente, de forma paulatina durante la operación de llenado, quedando expresamente prohibido, en el caso de que esto no resulte posible, que el hipoclorito se añada en su totalidad al comienzo de la operación de llenado con agua por el riesgo de que se acumule en el
extremo de la tubería y queden zonas sin desinfectar. Se deberán evitar concentraciones finales de cloro mayores de 10 mg/l, que podrían
alterar el material de las conducciones.

d. El contratista deberá elaborar el plan de actuación que someterá a la aprobación del supervisor de las obras, quien podrá contar con el asesoramiento del Laboratorio de Agua Potable de la compañía. El referido plan deberá recoger los puntos de adición de cloro, sus dosis y los puntos representativos elegidos para el control de la desinfección.

3. El **control de la desinfección** será realizado, en los puntos representativos elegidos y aprobados, por un laboratorio acreditado para la toma de muestras, análisis de cloro residual y parámetros biológicos.

4. El **lavado final** se realizará una vez se haya confirmado que la desinfección efectuada ha sido correcta y tras haber realizado el desagüe de la tubería. Para evitar el deterioro del agua, la operación de limpieza de la tubería no se deberá efectuar hasta los 2-3 días anteriores a la conexión de la misma., para lo cual el supervisor de los trabajos deberá coordinarse adecuadamente con el responsable de la conexión.

5. Previamente a la **puesta en servicio** de la tubería, el responsable de la conexión contactará con el Laboratorio de Agua Potable de la compañía para concertar la toma de muestras que se realizará entre las 24-48 horas siguientes, informándole de la denominación de la obra, nº de expediente y teléfono de contacto.

Las operaciones principales de mantenimiento periódico de las redes de tuberías hacen referencia sobre todo a la limpieza de las mismas, la cual puede realizarse básicamente por alguna de las siguientes técnicas:

Flickr (CC BY-NC-ND)

1. Limpieza con productos químicos.
2. Limpieza por rascadores mecánicos a tracción.
3. Limpieza por rascadores mecánicos impulsados por agua.
4. Limpieza por rascadores mecánicos de varillas.
5. Limpieza por agua a presión.
6. Limpieza por agua y aire comprimido.

Según la guía técnica de CEDEX para este tipo de instalaciones, la frecuencia de estas tareas de mantenimiento se recomienda sea de una vez al año.

3.5.- Limpieza y desinfección de redes de saneamiento.

Existe un consenso generalizado sobre la idea de que un mantenimiento preventivo eficaz es una pieza clave para garantizar el adecuado funcionamiento de la red de saneamiento. Las operaciones de limpieza a llevar a cabo necesitan de una estructura y organización que permita no sólo la realización de los trabajos, sino también su seguimiento y control. La limpieza de la red de alcantarillado normalmente se organiza en los tres siguientes niveles:

- **Limpiezas ordinarias**: Su periodicidad se establece en función de la estrategia de limpieza adoptada. Se acostumbra a trabajar en base a recorridos pre-establecidos de tramos. Con carácter general, a la hora de confeccionar los recorridos se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:
    - Los tramos de un recorrido deben poder limpiarse con un mismo método de limpieza.
    - La duración estimada de cada recorrido debe ser homogénea y conocida (diaria, semanal).
    - El sentido de la limpieza será a favor de la corriente, desde secciones menores a mayores.
    - Se recomienda tener en cuenta en la elaboración de los recorridos otros factores, ajenos al alcantarillado pero claves para la realización de los trabajos, como pueden ser la accesibilidad de los vehículos, el sentido e intensidad del tráfico rodado, o la posibilidad de realizar cortes de circulación. En los casos en que sea necesario, se deberán realizar las tareas en horario nocturno o en día festivo.

Flickr (CC BY)

- **Limpiezas especiales**: Dentro de este epígrafe se incluyen aquellos puntos que bien por sus características físicas o bien por su dificultad de limpieza, merecen un tratamiento diferenciado de las limpiezas ordinarias. Algunos ejemplos de este tipo de limpieza son:
    - Fosas areneras en cabecera (entradas a la red de alcantarillado).
    - Fosas de decantación en el interior del alcantarillado.
    - Sifones.
    - Clapetas.
    - Puntos bajos de alta dificultad y con especial incidencia.
    - Grandes colectores donde no se pueden aplicar los métodos de limpieza convencionales.
    - Zonas con especial incidencia de malos olores procedentes de la red de saneamiento.

- **Limpiezas extraordinarias**: Dado que es inevitable en todo servicio de saneamiento a aparición de situaciones que hay que atender con carácter de urgencia, debe preverse la disponibilidad de equipos de trabajo para las limpiezas extraordinarias, también conocidas como correctivas.

Los métodos más habituales para la limpieza de redes de saneamiento son:

1. Limpieza **por descarga de agua**: Descarga brusca de una cierta masa de agua. Es la forma más sencilla y antigua, si bien hoy en día ya no es un procedimiento tan usual. No obstante, habitualmente es una actividad preliminar en cualquier proceso de mantenimiento de una red.
2. Limpieza **por rascadores mecánicos a tracción**: Limpieza de conducciones con equipos accionados mediante cable puede realizarse, básicamente, por dos procedimientos diferentes: por rascadores mecánicos o por agua a presión. En ambos casos, la longitud de tubería a limpiar queda limitada por el alcance del cable que acciona el equipo de limpieza.
3. Limpieza **por agua a presión**: El otro gran sistema para la limpieza de conducciones con accionamiento mediante cable es el empleo de toberas que limpian la tubería con agua a presión. La presión a la que expulsan el agua es variable en función del diámetro de la tobera y del caudal emitido.
4. Limpieza **con equipos autopropulsados** (raspadores de espuma o rascadores metálicos): Su uso en saneamiento y drenaje es más bien testimonial, pues por sus características y modo de propulsión encuentran su mejor campo de aplicación en conducciones de menor dimensión y funcionamiento en presión, como las de las redes de abastecimiento.
5. Limpieza **con productos químicos**:Se trata de nuevo de una técnica poco empleada en saneamiento. Consiste en la introducción en el interior de las tuberías de un líquido que despega las incrustaciones de la pared del tubo. La composición química exacta del líquido es variable en función de la calidad de las incrustaciones adheridas a la tubería.
6. Limpieza **por aspiración neumática**: Estos equipos funcionan por succión a través de vacío de una mezcla de sedimentos aire-agua, siendo capaces de extraer de profundidades importantes unos residuos con alto componente de materia sólida. Es un método adecuado para puntos singulares de redes visitables que tengan un alto grado de sedimentación
7. Limpieza **manual por arrastre y extracción**: Consiste en arrastrar manualmente la suciedad mediante el empleo de herramientas especiales similares a un azadón al pozo de registro más próximo o los pozos de extracción de residuos construidos al efecto y extraer allí los residuos con contenedores que, de manera automatizada se elevan hasta la vía pública, donde se depositan en la caja estanca del camión.

En términos generales, la tecnología más utilizada y extendida es la limpieza por agua a presión y aspiración de los fangos (aspiración-impulsión).

Recomendación

Se recomienda efectuar una **limpieza total** de la red al menos cada **tres años**, si bien algunos **colectores** precisarán de **una limpieza anual e incluso de dos**, dependiendo de su nivel de colmatación. La parte o partes de la red a limpiar cada tres años, la de limpieza anual o bianual, y el rendimiento que se espera obtener, nos servirá para dimensionar el equipo de limpieza de la red.

El mantenimiento en servicio de los **imbornales** debe realizarse también de forma sistemática, perfectamente coordinado con el servicio de limpieza viaria. La limpieza de todos los imbornales de la red debe ser anual. El conocimiento de la red puede llevarnos a programar la limpieza de algunos imbornales **semestral o trimestralmente**, dependiendo de la zona, residuos que recojan, molestias al peatón, etc.

El conocimiento del número de imbornales de la ciudad, la cantidad de los que precisan de más de una limpieza anual y el número de avisos que se produzcan en el año, nos indica la dimensión del equipo que para la limpieza de los imbornales se precisa.

3.6.- Mantenimiento preventivo frente a factores perjudiciales en redes e instalaciones de agua.

El deterioro y la avería de los componentes de una red de agua tienen encuentran su origen tanto en condiciones externas como en condiciones internas y, muy a menudo, están relacionadas con defectos en el montaje y con un mantenimiento preventivo escaso o poco riguroso. Veamos a continuación cuáles son los problemas más extendidos (y sobre los que tendremos que hacer especial énfasis en nuestro plan de mantenimientos preventivo) y cómo afectan a los distintos materiales. Para ello tomaremos como referencia el "Estudio de casuística y modos de fallo en tuberías, acometidas y conjuntos de medida" del Canal de Isabel II.

Causa, localización y modo de fallo

Analizando la relación entre la causa y la localización del fallo, casi el 80% de los fallos en tubería general se producen en pared de tubo, destaca especialmente para las causas de corrosión y operación de la red. En cambio, para las roturas de acometidas, el 54% se concentran en junta, pieza especial o accesorio siendo su origen más habitual los defectos de material. Esto nos lleva a plantear que este puede ser un punto débil en este tipo de instalaciones.

En tubería general, la corrosión se traduce en fallos en forma de agujero. Las roturas ocasionadas por presiones o maniobras no habituales se asocian con fallos longitudinales y roturas explosivas. Estos resultados concuerdan con algunos estudios realizados previamente. En ese sentido, destacan las roturas por agentes externos (por asentamientos y sobrecargas externas).

En cuanto a las acometidas, las experiencia muestra que las principales averías se deben tanto a defectos de material como a defectos de instalación.

las características del terreno también deben condicionar nuestro mantenimiento. Un suelo mal asentado o poco consistente debe propiciar un mantenimiento más exhaustivo, puesto que en el caso de roturas en junta, piezas especiales o accesorios, los fallos ocasionados por características del material y por asentamientos del terreno suelen coincidir con valores de resistencia del terreno algo inferiores. Del mismo modo, debemos incrementar nuestra vigilancia ante suelos con elevado contenido en materia orgánica, porque habitualmente presentan fallos por corrosión.

Materiales más frecuentes en las averías

También en función del material utilizado en nuestras redes deberemos pautar ciertas intervenciones o ser más exhaustivos algunos aspectos de nuestro plan de mantenimiento. Veamos cómo afecta el tipo de material a los fallos en la instalación:

Debes conocer

Es habitual que, tanto las labores de **montaje** como las de **mantenimiento preventivo o correctivo**, nos impongan la necesidad de **trabajar en la vía pública**. En ese caso, la preparación del área de trabajo incluirá la señalización de obras. En lo que respecta al mantenimiento preventivo la señalización tiene el carácter de móvil por ser provisional. A la hora de llevarla a cabo debemos atenernos a lo que plantean los reglamentos de cada municipio. En cuanto a la normativa general, el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana pone a nuestra disposición toda la documentación en su página web (accesible a través del siguiente enlace: Señalización de obras).

Además, a continuación puedes revisar el documento "Señalización móvil de obras", en el que encontrarás todas las señales de aviso más importantes.

Autoevaluación

Toda intervención que conlleve una modificación en la **vía pública**, sea por interrupción o desvío del tráfico, sea por alteración del tránsito de los viandantes, o por cualquier otra circunstancia que suponga un cambio sustancial en la circulación normal de los vecinos de un área urbana; será notificada a la **autoridad municipal**, siendo ésta última la responsable de tomar las medidas oportunas de señalización y habilitación de vías alternativas.

○ Verdadero ○ Falso

Falso

- **Fundición gris**: Presenta una incidencia de rotura del 45% de la tubería general y su número de fallos es creciente con la edad. Una de las causas más importantes que provocaron el fallo es la corrosión.
- **Fibrocemento**: Representa el 31% del total de roturas en tubería general pero no está claro que el número de fallos aumente con la edad. La causa más frecuente de fallo son las variaciones de presiones o maniobras y fatiga.
- **Fundición dúctil**: Es el material presente en el 10% de las roturas de tubería general y que presenta mejor comportamiento. La causa mayoritaria de fallo son las condiciones de instalación. Este material es robusto en relación a la cantidad de kilómetros instalados.

Pixabay (Dominio público)

- **Polietileno fuera de norma**: representa el 56% del total de las roturas en acometidas y su curva de fallo es creciente con la edad, especialmente en las condiciones de la instalación que provocan fracturas por la concentración de tensiones en un punto. Se ha observado que una gran parte de las roturas se producen por defectos en las uniones.
- **Polietileno dentro de norma**: constituye el 18% del total de roturas de acometidas su curva de fallos decrece ligeramente con la edad. La causa más habitual de fallo es el defecto de material, aunque en menor proporción que en el polietileno fuera de norma.
- **Acero**: Presenta como causa mayoritaria de fallo la corrosión, detectándose en ocasiones fallos en las pinturas de recubrimiento.

Otros aspectos relacionados con el mantenimiento de redes de saneamiento

Por sus especiales características, a los fallos descritos, las redes de saneamiento añaden otros más específicos:

- Problemática ligada al **control de plagas**: Puede ocurrir que, bajo determinadas circunstancias ambientales, se produzcan plagas en la red de alcantarillado, siendo las más frecuentes las de ratas o cucarachas. Durante mucho tiempo la forma de actuar en estos casos ha sido reactiva, hoy se considera aconsejable emprender campañas preventivas de profilaxis e higiene.

- Problemática ligada a la **presencia de gases** en las redes de saneamiento: La explotación y mantenimiento de redes de saneamiento a menudo lleva asociada la gestión de situaciones problemáticas ligadas a la presencia de gases pueden tener unos efectos variables: desde producir simplemente olores molestos, hasta poner en peligro la seguridad de las personas que realizan tareas de mantenimiento, pasando también por un potencial poder de deterioro sobre la propia red.

En el caso de los malos olores, hemos de tener presente que son muchos y variados los compuestos químicos capaces de producir olor en las redes de saneamiento, sobre todo si se tiene en cuenta la variedad de sustancias que pueden estar presentes en las aguas residuales. Cada sustancia tiene unas características propias de toxicidad y un umbral de

percepción determinado. La mejor manera de evitar problemas de olor en el alcantarillado es

- Limpieza periódica del alcantarillado, con la extracción correspondiente de los sedimentos acumulados en su interior.
- Ventilación: Incluso con un buen proyecto y ejecución de la red de alcantarillado.
- Control en origen de las aportaciones de materia orgánica y azufre: Medida eficaz pero de difícil aplicación. Como alternativa es frecuente la utilización de técnicas de oxidación química y el uso de aditivos químicos para neutralizar el olor.

Autoevaluación

Cuál de las siguientes afirmaciones es **verdadera**:

- ○ En las redes de agua, casi el 80% de los fallos en tubería general se concentran en junta, pieza especial o accesorio siendo su origen más habitual los defectos de material.
- ○ El acero es el material presente en el 10% de las roturas de tubería general y que presenta mejor comportamiento. Es un material robusto en relación a la cantidad de kilómetros instalados.
- ○ El fibrocemento representa el 31% del total de roturas en tubería general y en su caso parece claro que el número de fallos aumenta con la edad.
- ○ La forma habitual de actuar en el control de plaga durante muchos años ha sido reactiva, hoy se considera aconsejable emprender campañas preventivas de profilaxis e higiene.

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

4.- Organización del mantenimiento preventivo.

Caso práctico

Según lo hablado con Andrés, para el mantenimiento preventivo la empresa se rige por la normativa, pero también la empresa realiza tareas adicionales de buena práctica. Le ha comentado que todo relativo al mantenimiento preventivo lo organizan y gestionan en la oficina, aunque siempre escuchan a los operarios.

StartupStockPhotos Pixbay.com. *Helena* (CC0)

Sara se ha acercado a la oficina se ha encontrado a Helena enfrascada entre papeles. Helena es la encargada de gestionar los procedimientos de mantenimiento y de calidad. Después de saludarle, le ha comentado como lleva toda la semana mano a mano con Andrés haciendo el mantenimiento preventivo de ciertas instalaciones, y de repente Helena ha empezado a preguntar: "¿Habéis llevado las listas de chequeo? ¿Y los registros?" "Si, si claro que si", le ha dicho Sara. "Perdona que te acribillado a preguntas, pero el mantenimiento no se pude hacer de cualquier manera... Mucha gente lo desprecia o lo toma como un gasto, pero lejos de la realidad ayuda a bajar costes y garantiza un mejor servicio, pero claro siempre y cuando se haga como se debe"

Es por esto que Sara le ha pedido a ver si le puede explicar como se organiza el mantenimiento preventivo en la empresa. Helena, encantada de la vida, le a traído una silla y lo ha puesto junto a la suya para explicarle todo.

4.1.- Control y seguimiento.

El control de un proceso se obtiene cuando se dispone de información y conocimiento técnico, y este trata de crear métodos de trabajo y registros para recopilar la información que se genera para una planificación de las tareas a realizar ordenadas por prioridades.

El proceso de control y seguimiento de la organización del mantenimiento preventivo se debe realizar mediante el plan de mantenimiento y un sistema de gestión. Aunque podemos utilizar diversas herramientas para ello, hoy en día, lo más habitual es utilizar software para su seguimiento.

Tanto si se utiliza un software, una hoja de cálculo u otra herramienta es vital conocer a fondo las características de la instalación para saber cuáles son los parámetros óptimos de su funcionamiento. Asimismo se establecerán unos indicadores que serán los encargados de dar la información relativa a la instalación. La información para la comparación con los indicadores se recogerán mediante inspecciones o mediciones. Haciendo una comparativa de los indicadores de la instalación en estado óptimo con la información última recogida así como con el histórico, se establecerá un nivel de funcionamiento de la instalación.

De acuerdo a las conclusiones obtenidas debido a la comparación de la información en los indicadores, se procederá a realizar un análisis de los trabajos a realizar para la mejora de la instalación, si las hubiera. En el análisis además de hacer una relación de los trabajos a realizar se estudiará el coste de los mismos para valorar su ejecución o no.

Si se decide seguir adelante con las actuaciones se deberá hacer una planificación para llevarlos a cabo, de tal manera que los trabajos no impidan el suministro de agua. Si es inevitable el corte de suministro éstas deberán ser lo más cortas posibles y se intentará simultanear otras tareas.

Autoevaluación

Para el control y seguimiento es conveniente tener la información relativa a la instalación, pero no indispensable.

○ Verdadero ○ Falso

Falso

Debemos conocer las características técnicas y los parámetros óptimos de funcionamiento de la instalación para poder compararlo con la realidad actual y tomar decisiones en consecuencia, por lo que la información de la instalación es indispensable.

4.2.- Inspecciones.

La primera operación de mantenimiento de una conducción sería la inspección periódica de la misma con vistas a detectar defectos o patologías. La inspección es en sí misma una actividad básica para construir y mantener al día el inventario de la red, que debe quedar recogido en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Éste constituye una de las herramientas principales sobre las que gravita la gestión avanzada de la red: es la base para realizar cualquier planificación y para realizar una explotación activa del sistema de abastecimiento o saneamiento y drenaje.

Los posibles sistemas de inspección de la conducción son, básicamente, los siguientes:

- Inspección visual (ya sea mediante brigadas de campo o cámaras de televisión).
- Técnicas geofísicas de detección.
- Técnicas de auscultación.

Inspección Visual

La inspección visual es el más tradicional de los sistemas de inspección de conducciones en servicio. Puede realizarse mediante la introducción directa de un operario en el interior de la conducción (solo para el caso de secciones de grandes dimensiones: altura mayor de 1,5 m y anchura mayor de 0,60 m), o mediante una cámara robotizada de TV dirigida a distancia y que graba y acota lo visualizado en tuberías de cualquier diámetro. Existe también una posibilidad intermedia que sería el conocido como “periscopio” o “vídeoperiscopio”, que son unos aparatos de visión indirecta que permiten observar (sin bajar al pozo) los primeros 10 – 15 metros de cada conducción que llegue a éste.

https://www.youtube.com/embed/tl3czOjUjUA

Ingenia UdeA. *Inspección visual* (Licencia estandar Youtube)

Por lo que se refiere a las inspecciones mediante brigadas de operarios, éstas pueden realizarse tanto en el caso de conducciones de grandes dimensiones (en cuyo caso los operarios transitan por el interior de las alcantarillas), como en tubulares de pequeño diámetro (en cuyo caso los operarios bajan a los pozos de registro y desde ellos observan los conductos que llegan).

Para este tipo de trabajos siempre es necesario que el personal que realiza los trabajos tenga la capacitación suficiente de manera que su trabajo no consista exclusivamente en la realización de un simple inventario con la toma de datos pozo a pozo, sino que deben tener un alcance hidráulico suficiente como para determinar la circulación del flujo aguas arriba y aguas abajo de cada pozo de registro.

En ambos casos, la sistemática de toma de datos deberá apoyarse en unas fichas de trabajo predefinidas donde se especifica toda la información que deberán recoger los operarios en cuanto a características topográficas, topológicas, estructurales, materiales constitutivos y estado de conservación de los elementos de la red.

Técnicas geofísicas de detección

Complementariamente a los procedimientos descritos en el apartado anterior, existen toda una serie de técnicas geofísicas más sofisticadas, todas ellas provenientes del sector del agua potable.

- *Inspección acústica:* se basan en la detección del sonido causado por el agua al escaparse por una oquedad bajo el efecto de la presión hidráulica interior. Solo de aplicación en redes de saneamiento bajo presión hidráulica interior.
- *Registro de las características hidráulicas de la red:* el descenso de los registros del caudal y presión indicarían existencia de fugas. Este método tiene como inconveniente que es algo imprecisa en cuanto a la localización de los puntos de pérdidas.
- *Trazadoras de gas:* Consiste en la introducción de determinados gases no tóxicos, insolubles en el agua y más ligeros que el aire, los cuáles se escaparían por las posibles fugas. Mediante gasófonos puede detectarse la presencia de esos gases en el terreno.
- *Técnicas de rayos infrarrojos (termografías):* Una fuga en una tubería enterrada ocasiona una variación de las condiciones térmicas en el suelo adyacente. Dichas alteraciones pueden ser detectadas por equipos infrarrojos.
- *Técnicas de ultrasonidos:* Se basan en la medida del tiempo que tarda en llegar una onda de sonido desde un punto hasta otro. Conocida la velocidad de transmisión en un medio determinado (aire, agua, un suelo, etc.) la existencia de una fuga implicaría la variación de dicha velocidad.
- *Técnicas electromagnéticas:* Detectan las fugas al identificar una variación de la conductividad de los materiales mediante la emisión de ondas electromagnéticas o al constatar el vacío creado en el terreno por una pérdida continua de agua.
- *Técnicas radioactivas:* Mediante la emisión de rayos gamma podrían también identificarse la presencia de fugas en una red de tuberías a través, por ejemplo, de las variaciones en las propiedades de los rellenos de los tubos. Es, en cualquier caso, aún una técnica experimental.

Técnicas	**Solo detección de fugas**	**Evaluación del estado en general**	**Ubicación geográfica de las fugas**	**Empleo con tubería vacía**	**Empleo con tubería en servicio**
Inspección visual		x	x	x	
Sistemas acústicos	x		x		x
Inspección hidráulica	x				x
Trazadores de gas	x		x		x
Técnicas termográficas	x		x		x
Ultrasonidos		x	x	x	x
Técnicas electromagnéticas		x	x	x	x

Técnicas de auscultación

Son técnicas destinadas a recabar datos acerca del estado estructural de tuberías o colectores visitables, del mismo modo que se emplean en la auscultación y diagnóstico de todo tipo de estructuras de obra de fábrica. Estas técnicas están hoy en día en un estado

avanzado de desarrollo y refinamiento, y constituyen una fuente de alto nivel para la obtención de información.

En todos los casos, independientemente de la técnica aplicada, los pasos a seguir son siempre los mismos:

1. Elección de la técnica más apropiada.
2. Campaña de auscultación.
3. Calibración del método mediante probeta o sondeo.
4. Tratamiento e interpretación de los datos.
5. Síntesis e informe de auscultación.

4.3.- Economía del mantenimiento.

Desde un punto de vista histórico de contabilidad económica, el mantenimiento se considera un costo; pero el mantenimiento preventivo adecuado, por ejemplo, conduce a que un determinado equipo o instalación tenga más años de vida útil tras estar amortizado. Esta simple afirmación descalifica, por llamarlo de alguna forma, el concepto de costeo de mantenimiento.

> El objetivo del mantenimiento preventivo es que ayude a anticipar a los problemas y aporte visiones estratégicas para la mejora continua.

Estas relaciones causa-efecto, deben quedar reflejadas en interacciones entre indicadores. Por tanto, se debe hacer un esfuerzo para localizar y cuantificar exactamente dichos indicadores, alinearlos con los objetivos e indicadores económicos, definir las interrelaciones entre ellos. Tras este importante esfuerzo, hay que establecer una dinámica eficaz de seguimiento y análisis de evoluciones.

Irati Galatas. *Nube de palabras* ((Uso educativo no comercial)

Como conclusión se puede decir que el plan y el seguimiento de un mantenimiento preventivo se llevará a cabo siempre y cuando se reduzcan los costes del mantenimiento correctivo en una cuantía económica mayor al proceso del mantenimiento correctivo.

Para la cuantificación monetaria de los costos del mantenimiento preventivo se tomarán en cuenta los siguientes costos:

- Horas de trabajo.
- Repuestos.
- Maquinaría.
- Material fungible.
- Alquiler de maquinaria específica.
- Subcontratación de servicios específicos.
- Transporte.

4.4.- Calidad.

La calidad de la organización del plan de mantenimiento dependerá directamente de la calidad del plan de mantenimiento, así como de la información recopilada de la instalación original y sus posteriores modificaciones.

El plan de mantenimiento deberá tener unos indicadores de funcionamiento correcto de la instalación que deben reflejar su buen funcionamiento, para poder comparar con los datos reales y sus históricos para así detectar anomalías y cuantificarlas. La recopilación de datos se realizará mediante inspecciones y/o mediciones.

Geralt Pixabay.com. *Calidad* (CC0)

Una vez hecho el análisis del nivel de funcionamiento de la instalación se determinarán las acciones y procedimientos que se deban poner en marcha.

La buena organización de los procesos, su temporalización, asignación de roles y responsabilidades, así como los parámetros para tomar una decisión u otra determinará de un buen plan de mantenimiento preventivo.

Autoevaluación

Rellena los huecos con las palabras que faltan.

Los/las _____ nos permiten comparar el funcionamiento de diseño con el funcionamiento _____ .

Enviar

Los indicadores nos permiten comparar diferentes valores del funcionamiento actual con los de diseño, así como hacer un seguimiento de indicadores.

4.5.- Garantías de suministro al usuario.

Salvo causa de fuerza mayor o avería en las instalaciones públicas, la entidad suministradora de agua tiene la obligación de mantener permanentemente el servicio.

Arcaion Pixbay.com. *Abastecimiento de agua* (CC0)

Sin embargo esta entidad podrá suspender temporalmente el servicio cuando sea imprescindible para proceder al mantenimiento, reparación o mejora de las instalaciones a su cargo. En los cortes previsibles y programados, la entidad suministradora deberá avisar como mínimo con varias horas de antelación, según o el contrato administrativo firmado. La comunicación del corte se realizará a través, al menos, de uno de los medios de comunicación de mayor difusión en la localidad, a las personas usuarias. En caso de no poder hacerlo a través de los medios de comunicación, deberá darle publicidad por otros medios a su alcance con la suficiente antelación, de tal forma que quede garantizada la información del corte.

La interrupción del suministro por averías en instalaciones a cargo de la entidad suministradora, no derivadas de fuerza mayor, por un periodo continuado superior a un número determinado de días fijado en el contrato administrativo, dará derecho a la persona abonada a reclamar de aquél el reintegro de la parte proporcional de su cuota fija.

Autoevaluación

Dentro de los derecho o deberes de la entidad suministradora de agua están:

- ☐ Cortar el suministro para cualquier reparación u operación de mantenimiento que deban hacer.

- ☐ La entidad suministradora debe informar de cualquier corte de suministro.

- [ ] El usuario podrá reclamar por los cortes de suministro sufridos no derivadas por razones de fuerza mayor.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Correcto

5.- Elaboración de programas de mantenimiento preventivo.

Caso práctico

El otro día Helena le explico a grandes rasgos como se organizaba el mantenimiento, pero no entraron en detalle del programa de mantenimiento preventivo. Al final de ese día le dijo Helena "Sara, el próximo día miraremos cada una de las fases que tiene el programa de mantenimiento y verás como tiene relación con lo realizado con lo realizado con Andrés durante la semana".

Aquí viene Sara todavía atendiendo por teléfono ciertos flecos que han quedado sueltos a la oficina para entender todos los procesos del programa de mantenimiento.

Voltamax Pixbay.com. *Sara* (CC0)

5.1.- Definición de tareas.

Es posible agrupar las tareas o trabajos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar un plan de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación puede ayudarnos a decidir qué tipos de tareas son aplicables a determinados equipos o partes del sistema para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas.

- **Tipo 1:** Inspecciones visuales sin equipos. Las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a la instalación en alguna ocasión, para verificar la existencia de humedades o cambios en el terreno.
- **Tipo 2:** Revisión y engrase de partes elementos móviles. Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación, por su bajo coste, siempre son rentables.
- **Tipos 3:** Verificaciones del correcto funcionamiento mediante la lectura y registro de parámetros y características. Son, por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, caudal, simulación de alarma, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada una de las puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisará una intervención en el equipo. También será necesario detallar como se debe actuar en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal.
- **Tipo 4:** Verificación del correcto funcionamiento con instrumentos externos de la instalación. Se trata de determinar si la instalación cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales. Podemos dividir estas verificaciones en dos categorías:
    - Las realizadas con instrumentos sencillos, como pinzas amperimétricas, termómetros, etc.
    - Las realizadas con instrumentos complejos, como la inspección acústica, trazadora de gas, termografías, etc.
- **Tipo 5:** Tareas condicionales. Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado. Estas tareas pueden ser:
    - Limpiezas condicionales, si la instalación da muestras de encontrase sucio.
    - Ajustes condicionales, si el comportamiento de la instalación refleja un desajuste en alguno de sus parámetros.
    - Cambio de piezas, si tras una inspección o verificación se observa que es necesario realizar la sustitución de algún elemento.
- **Tipo 6:** Tareas sistemáticas, realizadas cada ciertas horas de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el equipo. Estas tareas pueden ser:
    - Limpiezas
    - Ajustes
    - Sustitución de piezas

Una vez determinado los modos de fallo posibles, es necesario determinar qué tareas de mantenimiento podrían evitar o minimizar los efectos de un fallo. Cuanto mayor sea la gravedad de un fallo, mayores recursos podremos destinar a su mantenimiento, y por ello, más complejas y costosas podrán ser las tareas de mantenimiento que tratan de evitarlo.

Por ello es muy útil a la hora de decidir qué tipos de tareas es conveniente aplicar a un elemento determinado, estudiar los fallos potenciales de la instalación y clasificarlos según sus consecuencias. Lo habitual es clasificarlos según tres categorías: **críticos**, **importantes** y **tolerables**.

Si el fallo ha resultado ser crítico, casi cualquier tarea podría ser de aplicación. Si el fallo es importante, tendremos algunas limitaciones, y si por último, el fallo es tolerable, solo serán posibles acciones sencillas que prácticamente no supongan ningún coste.

En el caso de fallos tolerables, las únicas tareas sin apenas coste son las de tipo 1, 2 y 3. Es decir, para fallos tolerables podemos pensar en inspecciones visuales, engrase y lectura de instrumentos propios del equipo. Apenas tienen coste, y se justifica tan poca actividad por que el daño que puede producir el fallo es perfectamente asumible. En estos casos se puede permitir el fallo, y solucionarlo si se produce.

En caso de fallos importantes, a los tres tipos anteriores podemos añadirle ciertas verificaciones con instrumentos externos y tareas de tipo condicional; estas tareas sólo se llevan a cabo si la instalación da signos de tener algún problema. Es el caso de las limpiezas, los ajustes y la sustitución de determinados elementos. Todas ellas son tareas de los tipos 4 y 5. En el caso de fallos importantes, tratamos de buscar síntomas de fallo antes de actuar.

Si un fallo resulta crítico, y por tanto tiene graves consecuencias, se justifica casi cualquier actividad para evitarlo. Tratamos de evitarlo o de minimizar sus efectos limpiando, ajustando, sustituyendo piezas o haciéndole una gran revisión sin esperar a que dé ningún síntoma de fallo.

Autoevaluación

El agrupamiento de de tareas nos permite ayudar a decidir que tareas llevar a cabo.

○ Verdadero ○ Falso

Verdadero

El agrupamiento de de tareas nos permite ayudar a decidir que tareas llevar a cabo, teniendo en cuenta la implicación del levar a cabo esas tareas y las consecuencias de no llevarlas a cabo.

5.2.- Procedimientos y métodos de intervención.

Para el análisis del mantenimiento y procedimiento de actuación existen varios métodos de organización. A continuación podemos ver cuatro de los ejemplos más utilizados.

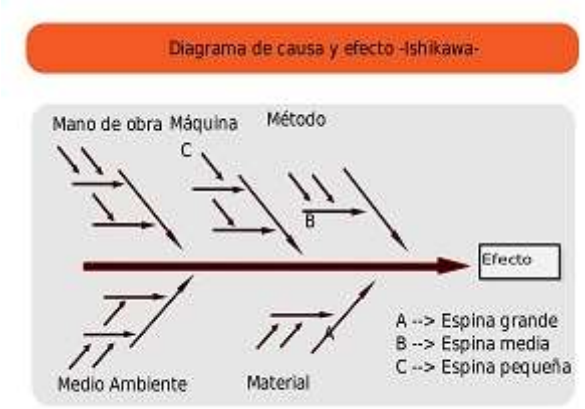
1- El PDCA

El PDCA es una herramienta que ya se ha visto en el “control de tiempo” de la organización de montaje de redes, pero que también se utiliza para la planificación del mantenimiento. Esta técnica permite mejorar la anticipación y la gestión de sus proyectos de mantenimiento. Esta herramienta ayuda a poner en práctica las ideas y a dividir el trabajo a realizar en varios pasos para monitorear su progreso. El acrónimo PDCA significa:

P – “Plan”: planificar
D – “Do”: hacer
C – “Check”: verificar
A – “Act”: actuar y ajustar haciendo un balance del trabajo realizado.

2- El diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también llamada diagrama espina de pescado, se utiliza para gestionar la calidad. Permite identificar las diferentes causas y efectos de una problemática.



FJRojkin Wikipedia.org. *Método Ishikawa* (CC BY)

El funcionamiento es sencillo: sólo tiene que enumerar todas las causas potenciales atribuibles al problema y clasificarlas según las diferentes categorías. En una estación de bombeo, por ejemplo, se pueden crear las categorías: eléctrico, mecánico, hidráulico, automatismo, etc. y encontrar en cada categoría un conjunto de problemas que pueden suceder en esta máquina. Bastante visual, esta herramienta se utiliza especialmente para la gestión de riesgos ya que permite anticipar todo tipo de dificultades que para clasificarlas más tarde.

3- Las 5W

Las 5W es un método para cuestionar un problema específico, que tiene la ventaja de ser simple y rápido de usar. El objetivo es tomar una parte de la instalación y contestar a todas las siguientes preguntas:

Quién (Who) - Qué (What) - Cuándo (When) - Dónde (Where) - Por qué (Why) - Y una H Cómo (How)

Gracias a este método, se puede recopilar toda una serie de información que seguramente permitirá aislar mejor su problema. Le permite identificar prioridades, priorizarlas y actuar rápidamente encontrando soluciones y propuestas apropiadas.

4- Pareto

El análisis de Pareto, también conocido como el método 20-80, permite analizar los fallos más importantes, tanto en términos de frecuencia de intervención como en términos de tiempo empleado. Permite afirmar que el 20% (o incluso menos) de las causas son responsables del 80% de los problemas encontrados y, por lo tanto, analizar todos los problemas para encontrar una respuesta adecuada. Para usar este método y obtener una visión general de la situación, primero necesita un historial de fallos.

5.3.- Gamas de chequeo.

Una gama de mantenimiento es un conjunto de tareas que tienen determinados elementos en común que permiten y justifican esta agrupación, y que dotan al conjunto de una facilidad para llevarlo a cabo y gestionarlo.

Los tres criterios que se emplean para agrupar las tareas en gamas de mantenimiento son los siguientes:

- Sistema al que pertenece el equipo al que se refiere la tarea.
- Especialidad del técnico que debe realizarlo.
- Frecuencia con la que es necesario llevarla a cabo.

De esta forma, la agrupación de tareas genera un conjunto de gamas de mantenimiento por cada sistema, que a su vez estarán divididos en gamas por especialidad, y dentro de estas, por frecuencias. La jerarquía de los criterios puede ser diferente de un plan de mantenimiento a otro, según se adapte mejor a las necesidades de la instalación.

La agrupación de tareas puede realizarse de forma manual, pero determinados programas informáticos sencillos permiten realizar esta agrupación de forma cómoda y rápida. Así, las hojas de cálculo y las bases de datos disponen de filtros que permiten realizar esta agrupación de forma muy eficiente, para obtener finalmente el conjunto de gamas que forman el plan.

Como cada tarea tiene asignado un tiempo de realización, por suma de los tiempos de las tareas que componen cada gama es posible estimar el tiempo que supone la realización de ésta. Así es posible determinar la carga de trabajo preventivo del plan de mantenimiento.

Por otro lado, las listas de chequeo (checklist), son documentos clave en la vida diaria del departamento de mantenimiento. Permiten a cualquier técnico de campo, principiante o experimentado, acceder rápidamente a una lista de las operaciones a realizar, y luego validar o no cada paso garantizando su seguridad.

Las listas de chequeo pueden estar integradas en las gamas, de tal manera que se obtiene una guía muy completa de las operaciones de mantenimiento preventivo a realizar.

Gama de chequeo de edificio

5.4.- Costes y presupuesto.

El mantenimiento preventivo resulta más caro a corto plazo, pero permite programar los tiempos fuera de servicio y evita los fallos catastróficos, con lo que aumenta la eficacia del servicio. La corrección por averías resulta más caro a medio y largo plazo, pues no permite una programación a priori de los tiempos de parada, aumentando la probabilidad de que ocurran fallos graves y disminuyendo la eficacia del servicio de reparación.

El mantenimiento preventivo permite conocer el desgaste de la instalación y las máquinas y reparar antes de que se produzca una avería importante y por tanto costosa. Por tanto, reparar antes de que se produzca la avería es:

- Más rápido: averías de menor gravedad, ahorro de tiempo de reparación, posibilidad de programar la reparación, menor trastorno a la situación de trabajo de la máquina.
- Más económico: tiempo de reparación más corto, ahorro en mano de obra y en número de piezas a sustituir.

Sin embargo, con un mantenimiento preventivo planificado, a pesar de que se detecta la avería con la mayor anticipación posible, no se remedian las causas que ocasionan los fallos. Lo adecuado es pensar en el mantenimiento desde el diseño o adquisición de las máquinas e instalaciones.

https://www.youtube.com/embed/JUT8IljGcRM

Ingeniería de Mantenimiento. *Cómo calcular el presupuesto de mantenimiento en una instalación* (Licencia estandar Youtube)

Autoevaluación

Dentro de los costes del mantenimiento los podemos subdividir partidas. ¿Cuáles son?

- ☐ Herramientas
- ☐ Personal
- ☐ Materiales
- ☐ Software

- [ ] Tiempo

- [ ] Otros costes

- [ ] Contratos externos

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Correcto
4. Incorrecto
5. Incorrecto
6. Correcto
7. Correcto

5.5.- Elaboración y actualización de manuales de mantenimiento propios.

Los pasos a seguir para la confección del programa de mantenimiento son los siguientes:

1. Recopilar toda la documentación técnica de la instalación.
2. Realizar un inventario de los equipos y elementos de la instalación en general.
3. Confeccionar y rellenar las fichas técnicas específicas de cada uno de los elementos y equipos con toda la información anterior y los historiales a los que se tenga acceso de cada equipo e instalación.
4. El análisis de todos los datos anteriores arrojará un informe previo que reflejará el estado operativo y las condiciones de disponibilidad de los elementos y los equipos de la instalación.
5. Una vez obtenida toda esta información se establecen los protocolos de revisión de cada elemento de la instalación y se programarán las tareas a realizar. Estos protocolos de mantenimiento deberán complementarse con las indicaciones de mantenimiento técnico-legal de cada elemento de la instalación que así lo demande, así como con los posibles manuales de mantenimiento que aporten los fabricantes para ciertos equipos.

A modo de esquema se exponen a continuación los pasos para ejecutar el programa preventivo:

Irati Galatas. *Pasos de un programa de mantenimiento* ((Uso Educativo no comercial)

De esta manera, con todos los pasos ejecutados, quedará definido el programa de mantenimiento, donde se definen e identifican los elementos a mantener, las tareas de mantenimiento previstas y la programación temporal de estas.

Autoevaluación

Para realizar el programa de mantenimiento basta con tomar en cuenta los fallos posibles y como arreglarlos.

○ Verdadero ○ Falso

Falso

Para que programa de mantenimiento sea eficaz y alcance sus objetivos primero abra que recopilar información respecto a la instalación y documentarlo, hacer una fichas técnicas de cada elemento o parte de instalación así como de un informe del estado previo. Una vez esto, tendremos unos protocolos de actuación junto con identificación de tareas y documentación técnica que conforman el programa de mantenimiento.

5.6.- Programas informáticos de gestión del mantenimiento.

Según varios autores hoy en día, el mercado de software de mantenimiento ofrece una gran variedad de paquetes con mayor o menor potencial y prestaciones, por lo que difícilmente será más rentable que desarrollo interno de un software a medida confeccionado y desarrollado con medios propios. Aún y todo, cabe destacar que, parte de los paquetes del software externo que se decida comprar habrá que modificar para adaptar a las peculiaridades de las necesidades y el sector.

El mercado ofrece una gran cantidad de software de mantenimiento por lo cual no siempre es fácil acertar en la elección del más adecuado. Antes de seleccionar cualquier programa, es necesario determinar claramente cuáles son los objetivos y metas que se persiguen con su implantación. A continuación, se deberá buscar información completa sobre cada una de las opciones, incluyendo recomendaciones, para finalmente elegir el que mejor se adapta a las preferencias y necesidades del usuario.

En general, hay algunas variables importantes que se deben tomar en consideración, y que todo buen GMAO debe tener. En primer lugar, debe tener la posibilidad de integrar todos los datos de las demás herramientas que posea el cliente. El GMAO también debe ser actualizado de forma regular, para que ofrezca lo último en tecnología, avances y seguridad. Igualmente, debe contar con un buen soporte las 24 horas del día, los siete días de la semana.

Mohamed Mahmoud Hassan publicdomainpictures.net. *Software* (Dominio público)

GMAO gratuito:

Fiix Lite

Fiix permite organizar, rastrear y planificar diferentes niveles de mantenimiento. Los planes básico, profesional, empresarial y de rendimiento son de pago, pero el editor ha creado una versión gratuita: Fiix Lite.

Esta versión, aunque menos completa, en comparación con las versiones de pago, es relativamente suficiente: funcionalidades profesionales, aplicación móvil y gestión de órdenes de compra.

MaintenanceCare

MaintenanceCare es un software que ofrece una versión gratuita para 1 usuario y 1 empresa. Este software es, sin duda, el más conocido en versión gratuita, pero tiene un gran inconveniente: solo está disponible en inglés. Debes plantearte que no existe una versión en español y que el soporte permanecerá en inglés.

MaintenanceCare te permitirá llevar a cabo órdenes de compra, servicios de mantenimiento preventivo y gestión de activos.

GMAO de pago:

Ecogestor

Se trata de una solución modular muy completa e intuitiva para la gestión de todos los aspectos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo de activos e instalaciones.

ValueKeep

ValueKeep es un completo software de mantenimiento. La herramienta también ayuda con la gestión de activos, recursos, inventarios, órdenes de trabajo y contratos. ValueKeep permite la generación de informes personalizados, así como la integración personalizada con otras herramientas.

Autoevaluación

¿Cuál de las opciones debemos tener en cuenta para elegir el software de mantenimiento adecuado?

- ○ La mejor opción es realizar un software a medida y específico para nuestra instalación.
- ○ Debemos saber cuales son los objetivos y las metas de la implantación del software.
- ○ El software debe tener soporte al menos las horas diurnas de lunes a viernes.
- ○ Debe intentar contener todas los datos de la instalación

De forma general, ésta no es la mejor opción. Aunque el software que elijamos debería de tener cierta holgura para adecuarse a nuestra instalación, lo más rentable es elegir un software de mantenimiento que ya se oferta en el mercado.

Saber los objetivos y metas hará que elijamos el software que más de adecue a nuestras necesidades.

Un buen software de mantenimiento debe ofrecer soporte técnico 24 horas al día, 7 días a la semana.

El GMAO debe integrar TODOS los datos del sistema para tener una correcta lectura del estado de la instalación y seguir de manera efectiva el programa de mantenimiento.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

5.7.- Informes de actuación.

Un informe de actuación es un documento donde se detalla los pormenores de cada actuación del mantenimiento preventivo realizado. Es por esto que en cada revisión realizada se emitirá un parte de mantenimiento preventivo en el que se recogerá toda la información que se describa en la inspección realizada:

- Instalación objeto del mantenimiento.
- Fecha y horario en el que se ha realizado el preventivo.
- Tareas realizadas.
- Resultados (medidas, comprobaciones).
- Observaciones.
- Anomalías detectadas y propuestas de corrección.
- Reportaje fotográfico.

Este informe de resultados se remitirá al responsable con periodicidad que se establecerá en el plan de mantenimiento para el seguimiento del mantenimiento y de las incidencias detectadas.

Mohamed Hassan Pixbay.com. *Informes* (CC0)

Este paso es vital para el buen seguimiento del plan de mantenimiento, y por consiguiente, un buen mantenimiento. Dado que la esencia del mantenimiento preventivo depende en gran medida de la planificación y de la capacidad de llevarlo a cabo los informes de actuación son evidencias del seguimiento del mismo.

5.8.- Documentos administrativos asociados al mantenimiento.

Los documentos necesarios en el departamento de mantenimiento forman un conjunto de instrumentos técnicos y administrativos que nos permiten manejar y suministrar información técnica apropiada a quien la requiera dentro de la estructura orgánica de la empresa.

Este conjunto de documentación permite registrar, determinar y concretar diferentes aspectos que se muestras a continuación:

- Registrar los inventarios que se poseen.
- Características de instalaciones y maquinaría y el estado en el que se encuentran.
- Controlar costos y las ordenes de trabajo
- Determinar los requerimientos de mano de obra y los materiales que se necesitan para establecer nuestros planes y programas.
- Efectuar la correcta explotación de las instalaciones y organizar la implantación del mantenimiento óptimo que se desea.

Este conjunto de documentos constituye el banco de información del departamento y está comprendido por:

- *Manuales:* documentos que comprenden los aspectos a tener en cuenta con las indicaciones más importantes para poder realizar un correcto mantenimiento a los equipos.
- *Fichas:* formas sueltas en las cuales se anotan y se recopilan datos y suelen estar ordenados de tal forma que la información necesaria se obtenga de manera rápida, directa y precisa.
- *Certificados:* documentos que tienen por finalidad asegurar que un hecho sea verdadero. Generalmente sirven de garantía de calidad en las maquinas antes de ponerlas en marcha tanto en nuevas, reconstruidas o reparadas y suelen estar respaldados por organismos destinados para tal fin.
- *Registros:* son los documentos cuyo fin es dejar constancia del historial operativo de una manera ordenada sobre los hechos que sucedieron, como por ejemplo las horas de funcionamiento durante la operación, la temperatura a la que se trabaja, la presión a la que se opera, etc.
- *Catálogos:* los listado de repuestos, piezas de repuestos o accesorios disponibles y suelen estar ordenados en orden alfabético o numérico o de partes.
- *Instrucciones:* especificaciones de uso y mantenimiento de los materiales y maquinaría que hace el fabricante.
- *Plano de instalación*
- *Normas:* reglas de obligado cumplimiento por la instalación definidos en la normativa vigente.
- *Especificaciones:* información proporcionada por el fabricante de un producto, la cual describe sus componentes, características y funcionamiento.
- *Boletines:* publicaciones periódicas que tratan de asuntos especiales, como por ejemplo modificaciones a realizar, otras maneras de utilización y nuevas experiencia vividas durante la operación.

Autoevaluación

Los documentos de la gestión de mantenimiento nos permiten tener a mano y localizable toda la información necesaria sobre la instalación.

○ Verdadero ○ Falso

Verdadero

6.- Recursos para el mantenimiento preventivo.

Caso práctico

Durante un descanso del café Sara le comenta a Helena, que les queda poco por ver del programa de mantenimiento. "¿Tan rápido te quieres librar de mi?" le dice con tono jocoso Helena. "Una vez terminemos con el programa, ya que has mostrado interés, me gustaría explicarte como está también está especificado la gestión de recursos, la herramientas para ello, homologaciones.... vamos todo lo que necesitamos para realizar una buena gestión del mantenimiento". "Si, claro que si" se apresura a decir Sara.

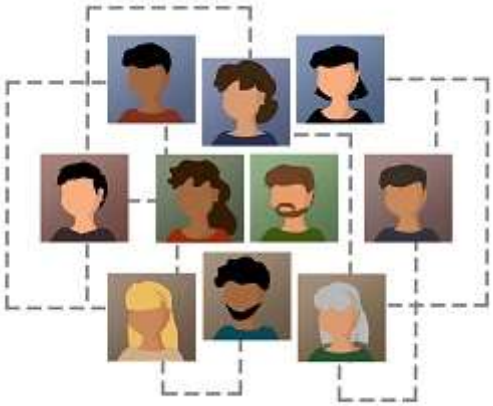
Voltamax Pixbay.com. *Sara 2* (CC0)

6.1.- Organización de recursos humanos.

Para lograr la eficiencia del proceso de mantenimiento se debe contar con el personal apropiado, en términos de calidad y cantidad, para lo cual se deberán considerar los siguientes factores:

Definición de necesidades:

Se deben determinar las características cualitativas y cuantitativas del personal que se necesita para el corto, mediano y largo plazo para asegurar la efectividad del proceso, en función de las estrategias de la organización y de los pronósticos y experiencias.



Maky Orel Pixabay.com. *Recursos humanos* (CC0)

Selección y empleo:

Selección y contratación del personal requerido en el momento oportuno y con las habilidades y actitudes apropiadas para las actividades a realizar. El proceso de selección deberá ser realizado en coordinación con el sistema de recursos humanos de la organización.

Capacitación y desarrollo:

Proporcionar al personal aptitudes y actitudes adecuadas para realizar el trabajo, gerencial o técnico, con los estándares adecuados en términos de tiempo y calidad. La capacitación puede ser de distintos tipos de acuerdo a los objetivos:

- Orientación de nuevos empleados.
- Capacitación en el trabajo.
- Capacitación fuera del trabajo.
- Formación gerencial.

La estructuración del organigrama de los recursos humanos puede ser variado según la agrupación los trabajadores entorno a diferentes objetivos.

En el vídeo que hay a continuación explica los diferentes tipos de organigramas.

https://www.youtube.com/embed/wgHvujO3mg0

Ingeniería del Mantenimiento. *Organigramas del mantenimiento* (Licencia estandar Youtube)

Autoevaluación

La estructura tradicional de organización de los recursos humanos por familias profesionales no es un organigrama eficiente.

○ Verdadero ○ Falso

Verdadero

En una falla o tarea de mantenimiento muchas de las tareas quedan sin definir tales como el diagnosis, inspecciones especificas y demás. Es por esto que se recomienda hacer una organización, por ejemplo, basado en oficios, zonas o horarios.

6.2.- Externalización de servicios de mantenimiento.

Para afrontar la gestión del mantenimiento, las organizaciones, tienen diferentes opciones. Entre las más utilizadas y que habitualmente se pueden encontrar, son las siguientes:

- El mantenimiento gestionado por un equipo propio e interno.
- El mantenimiento de gestión externa, también conocido como outsourcing de mantenimiento.
- La gestión de mantenimiento combinada o mixta. Compuesto por un equipo de mantenimiento interno, con el apoyo de empresas externas para tareas especificas.

La tendencia actualmente es que las compañías externalicen, cada vez más, los servicios a empresas especializadas en el área, que hagan que los procesos de negocio sean más inteligentes, eficientes, flexibles, escalables y seguros, y así garantizar que la organización se mantiene competitiva, productiva y ofreciendo grandes propuestas de valor. Así la empresa encamina todos sus esfuerzos a lograr los objetivos con el respaldo necesario para el funcionamiento de los equipos y procesos.

Dentro de las ventajas de externalizar el servicio de mantenimiento están:

- Disminución de costes.
- Conversión de costes fijos en variables.
- Falta de conocimientos y/o medios técnicos.
- Flexibilidad de los recursos humanos.
- La externalización de todo lo que sea ajeno a la producción.
- La consecución de resultados o su mejora.

Pero no los contratos de mantenimiento externalizado son iguales. Se pueden encontrar al menos tres tipos de contratación:

- Contratos por administración: la empresa contratista cede mano de obra por un importe mensual, por hora/hombre, etc.
- Contratos por precios unitarios: cada tarea tiene un precio preestablecido.
- Contratos de Mantenimiento Integral: Por un precio cerrado, la empresa contratista realiza todas las tareas de mantenimiento de toda la planta o de una parte de ella.

Autoevaluación

Las empresas tienden a _____ el mantenimiento a empresas _____ para así encaminar sus esfuerzos en adquirir los _____ propios de la empresa.

Enviar

6.3.- Mantenimiento de equipos y herramientas empleados en el mantenimiento.

Un mantenimiento deficiente de las herramientas plantea riesgos significativos para la seguridad y la salud de los trabajadores que las utilizan. Tales riesgos son proporcionales al estado de reparación de las herramientas, y aumentan con el tiempo. A menudo se llevan a cabo reparaciones expresas de equipos dañados para que los trabajos sigan su curso. Tales reparaciones suelen realizarse con prisas, a la ligera, y recurriendo con frecuencia a soluciones improvisadas. Los equipos reparados con poca profesionalidad pueden resultar peligrosos.

Pixsels.com. *Mantenimiento de herramientas* (CC0)

Entre los peligros y riesgos que provoca un mantenimiento inexistente o inadecuado figuran:

Herramientas manuales:

- Averías mecánicas o pérdidas de control al utilizar una herramienta con piezas defectuosas. Son ejemplos de herramientas inseguras los martillos con cabezas sueltas o dañadas, los destornillados con el mango roto o los bordes romos, los cinceles con cabezas en forma de seta, y las sierras sin filo.

Herramientas alimentadas:

- El mal funcionamiento de dispositivos de seguridad como los interruptores de emergencia (botón rojo), cubiertas protectoras y otras protecciones, etc. En caso de emergencia, estos dispositivos no funcionarán correctamente, o proporcionarán una protección limitada al trabajador, lo que, en algunos casos, puede resultar peor que no disponer de protección alguna, ya que transmiten una falsa sensación de seguridad.
- Los riesgos de electrocución, descarga o quemaduras debidas a averías eléctricas, cables cortados y a la falta de un aislante o una toma de tierra adecuados.
- Las muelas agrietadas o rotas, y las palas resquebrajadas pueden causar lesiones. Por ejemplo, las muelas abrasivas resquebrajadas pueden salir despedidas en pleno

funcionamiento y, consiguientemente, provocar lesiones graves o la muerte del operario.
- Las emisiones de sustancias químicas como humos tóxicos, polvo, etc.
- El ruido y la vibración emitidos por casi todas las herramientas portátiles, que pueden dar lugar a pérdidas auditivas, y al padecimiento del síndrome de vibración transmitida al sistema mano-brazo, respectivamente. Asimismo, los daños en los elementos antivibratorios de una herramienta pueden elevar la transmisión de vibración al trabajador.

Un cuidado constante y el mantenimiento y almacenamiento adecuados son esenciales para el empleo seguro de herramientas portátiles en las obras de construcción. En la práctica, esto conlleva la realización de inspecciones oculares diarias encaminadas a la detección de indicios de posibles averías, como la existencia de fugas de aceite o refrigerante, las grietas estructurales o el desgaste de filos. Son necesarios asimismo el ajuste mecánico y la puesta a punto de equipos, además de la detección y corrección de problemas menores antes de que adquieran gravedad. Debe informarse de los elementos que requieran atención.

A continuación se refieren algunas normas básicas para prevenir los riesgos asociados a la utilización de herramientas manuales y alimentadas:

- Examinar cada herramienta antes de su utilización, con el fin de detectar posibles daños.
- Todas las herramientas portátiles dañadas deberán retirarse del uso y marcarse con una etiqueta en la que se lea claramente «No usar».
- Se mantendrán las herramientas afiladas y limpias.
- Se sustituirán las muelas desgastadas, agrietadas o descentradas, así como las palas desgastadas o resquebrajadas.
- Se sustituirá todos los cables alargadores pelados o con cualquier daño de otro tipo, así como las conexiones deterioradas. Se evitarán los intentos de reparar cables con cinta.
- Seguir las instrucciones consignadas en el manual de usuario en relación con la lubricación y la sustitución de accesorios.
- Mantener las herramientas con arreglo a las especificaciones del fabricante, con el fin no de empeorar la vibración.
- Para preservar la seguridad, los sistemas hidráulicos han de someterse a un mantenimiento adecuado. Los tubos flexibles hidráulicos deberán sustituirse periódicamente. Establecer un plan de mantenimiento y seguirlo rigurosamente.
- Comprobar la existencia de cortes, abrasiones, grietas y otros indicios de daño en todas las mangueras hidráulicas antes de proceder a su utilización.
- Además de reducir al mínimo los riesgos relacionados con el uso de herramientas portátiles, la reparación y el mantenimiento adecuados permiten que los equipos sigan funcionando eficazmente; por tanto, estas labores deben percibirse como una contribución a la productividad.

Además de reducir al mínimo los riesgos relacionados con el uso de herramientas portátiles, la reparación y el mantenimiento adecuados permiten que los equipos sigan funcionando eficazmente; por tanto, estas labores deben percibirse como una contribución a la productividad.

Autoevaluación

El mantenimiento de los equipos y de las herramientas, trata en hacer una inspección de los elementos y retirar para desescharlos aquellos a los que se encuentra algún defecto.

○ Verdadero ○ Falso

Falso

El mantenimiento de los equipos y herramientas trata de llevar un proceso donde estos se mantienen en las condiciones óptimas. Además de pretender realizar un control del estado de las mismas, para retirar aquellas que tienen algún desperfecto con el fin de arreglarlos según las indicaciones del fabricante.

6.4.- Organización y gestión del material de mantenimiento.

Antes de realizar un comprar se debe realizar una serie de actividades con el fin de que se adquiera el material, equipo o servicio nuevo. Además una vez ha realizado la recepción de material habrá que hacer un seguimiento del mismo con el fin de controlar que se ajusta a lo pedido y mantenga sus cualidades.

Actividades

De acuerdo a los planes y programas establecidos, se procede a coordinar con el proceso de Compras, la adquisición de materiales, equipos o servicios necesarios, realizando actividades como las siguientes:

- Definición de requerimientos.
- Especificaciones para la compra.
- Planificación de compras.
- Solicitud y seguimiento de las compras.

En este proceso se hará uso de las especificaciones técnicas y certificaciones con el fin de elegir el producto adecuado.

Control de compras

Cuando se requirieron nuevos materiales, equipos o servicios para el mantenimiento de la infraestructura, se realizan las siguientes actividades:

- Control de la calidad de los insumos adquiridos.
- Almacenamiento y actualización del inventario.
- Control de inventarios.
- Instalación de los servicios contratados.
- Control y seguimiento de los servicios contratados.

6.5.- Homologación de proveedores.

Un proceso de homologación de proveedores son las acciones que realizamos para determinar que un determinado proveedor es válido para entregar un determinado servicio o producto que solemos subcontratar, de acuerdo a los requisitos y forma de trabajar de nuestra organización.

Así el objetivo final del proceso de homologación de proveedores es disponer de una lista de proveedores a los que los proyectos puedan pedir ofertas, sabiendo de antemano que estos reúnen los requisitos básicos para poder trabajar con nosotros.

Se podría pensar que es una pérdida de tiempo buscar y evaluar proveedores antes de necesitarlos; ya que cuando estos hagan falta se pueden buscar por internet o en listados. El problema surge en que cuando se realizan compras dentro de un proyecto, el tiempo suele estar limitado, por lo que las compras acaban centrándose en evaluar el alcance especifico y el coste ofrecido; dejando de lado otros aspectos que son importantes, tales como:

- Instalaciones y capacidad: Si estamos evaluando a un posible proveedor para un determinado tipo de producto o servicio, lo primero a evaluar es su capacidad para entregarlo. Esto implica ver y analizar los trabajos que tiene en curso, viendo su tipología, calidad, forma de ejecutarlos; todo con objeto de determinar su capacidad para entregar pedidos similares.
- Sistema de calidad del proveedor: Si la empresa tiene un compromiso de entregar con un determinado nivel de calidad o política, este mismo compromiso debe aplicarse a aquellos que trabajan con ella. Si un proveedor no puede llegar a su nivel, difícilmente cumpliremos con nuestro objetivo, por lo que lo más recomendable sería desconsiderar a este proveedor. Para ello debemos conocer su sistema de gestión de calidad o certificaciones con las que cuenta, por ejemplo la ISO.
- Sistemas de gestión del proveedor: Muchas empresas utilizan sistemas informáticos o procesos para ejecutar y controlar las compras y el pago a proveedores, por lo que es importante que estos se puedan integrar con los que use el proveedor. Adicionalmente es importante asegurarse de que el proveedor dispone de un sistema de gestión de pedidos eficaz que le permita saber el estado de cada pedido en concreto. Esto facilita la gestión de los pedidos y evita errores durante la ejecución de un proyecto.
- Estado financiero: Dentro de los riesgos de cualquier proyecto está el cierre de un proveedor durante la entrega. Esto puede ocurrir porque su situación financiera no le permite asumir sus pagos hasta que reciben el pago, lo que nos implicará tener que adelantar pagos o quedarse sin suministro. Para ello es importante asegurarse de que los proveedores con los que se quiere trabajar pueden asumir pedidos por el valor que vamos a realizar.

Muchas veces la homologación de proveedores y la selección de proveedores se confunden, ya que para pedidos pequeños, poco habituales o en organizaciones pequeñas no existe esta separación.

El primero, como se ha indicado, sirve para evaluar de forma general a los proveedores y determinar que estos son válidos para participar en nuestros procesos de compra; mientras que el segundo es parte del proceso de compra.

La selección de proveedores se incluye dentro de la definición o planificación de los recursos del proyecto, en concreto aquellos que van a contratarse. En este caso, la selección del proveedor consiste en definir, entre las diferentes alternativas disponibles, aquel proveedor que vaya a participar en nuestro proyecto en concreto para una tarea o paquete de trabajo en concreto.

Autoevaluación

La _____ de proveedores permite evaluar a los mismos para saber si estos son validos. Sin embargo la _____ de proveedores es parte del anterior, siendo el proceso donde se _____ el proveedor dentro de los _____ .

Enviar

6.6.- Especificaciones técnicas de repuestos.

Las especificaciones técnicas de los repuestos no son más que una serie de normas y requisitos mínimos que los recepcionistas de los materiales, generalmente el equipo de compras, proponen a los suministradores de los mismos.

Antes de hacer un pedido y recepcionar un material para el stock del almacén se hará un pedido de oferta a los diferentes suministradores. En este pedido es donde se deben anotar las especificaciones técnicas que se solicitan del material para repuesto.

Piqsels.com. *Repuestos* (CC0)

Se suele pedir las siguientes especificaciones:

- Los repuestos deben ser exactamente los mismos descritos en la oferta (con las respectivas actualizaciones tecnológicas del caso), en todos sus aspectos.
- El funcionamiento de los repuestos debe ser igual o superior a las especificaciones de estos.
- Los suministradores garantizarán el buen funcionamiento de los repuestos durante el tiempo de vigencia de la garantía. Cualquier falla que se permite a un elemento o módulo de los repuestos suministrados, será reemplazado, suministrado e instalado en el sitio correspondiente y nuevamente probado el equipo hasta quedar en perfecto estado de funcionamiento, en un periodo de tiempo determinado y sin costo alguno para la empresa mantenedora.
- La empresa de recepción de materiales el material tendrá derecho, en cualquier momento dentro del periodo de garantía, a rechazar los repuestos o servicios que no estén de acuerdo con la calidad solicitada y podrá requerir que el suministrador a sus expensas, corrija o reemplace tales repuestos o servicios por otros adecuados.Cada uno de los repuestos ofrecidos deberá incluir el conjunto completo de los elementos y accesorios que a juicio del fabricante se consideren necesarios para garantiza el óptimo funcionamiento de los equipos.
- El suministrado deberá abastecer las unidades, tarjetas, software del sistema, terminales de programación, cables de interconexión de tarjetas y demás elementos que se requieran para el mantenimiento.
- La oferta debe incluir la más completa y detallada información sobre el mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos, con el fin de facilitar un adecuado análisis técnico de los requerimientos de los pliegos.
- En el caso de tratarse de repuestos para unos equipos de características y fabricante definido, no se aceptará ofertas de repuestos equivalentes, por tanto los suministradores deberán presentar certificación del fabricante que indique que están autorizados su distribución o venta.

- Se verá definir un lugar de entrega, que generalmente será donde esté ubicado el almacén.
- Se especificará el tiempo de entrega máximo.
- La oferta debe presentar las condiciones económicas y términos de pago.

Obra publicada con Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 4.0