

La Conservación del Agua en el Municipio

GUIA ORIENTATIVA

Proyecto LIFE “Alcobendas, Ciudad del Agua para el Siglo 21

La Conservación del Agua en el Municipio

Proyecto LIFE “Alcobendas, Ciudad del Agua para el Siglo 21”

Sumario

- 1 Introducción
- 2 El Agua de la Vida
- 3 Organizarse para la Conservación del Agua
 - 3.1 Comenzar dando ejemplo
 - 3.2 Concentrar energías
 - 3.3 Enfocarse en la problemática local
 - 3.4 Facilitar la adquisición de tecnologías eficientes
 - 3.5 Incentivar la adopción de medidas
 - 3.6 Penalizar el despilfarro
 - 3.7 Proporcionar información general y especializada
 - 3.8 Incluir propuestas de conservación en ordenanzas y prescripciones técnicas de proyectos y obras
 - 3.9 Velar por el cumplimiento de las reglamentaciones
- 4 Planes de Actuación y Desarrollo
 - 4.1 Mejoras en Infraestructuras: abastecimiento y saneamiento
 - 4.2 Planes de Ahorro de Agua y Disminución de Contaminantes
 - 4.3 Eficiencia mediante mejoras técnicas en los puntos de consumo
 - 4.4 Gestión Ambiental en la actividad industrial y agropecuaria
 - 4.5 Programas de Sustitución/Reutilización del agua en usos no potables
 - 4.6 Programas de Gestión
 - 4.7 Restauración del Ciclo Natural del Agua
- 5 Xerojardinería Mediterránea
- 6 Reutilización del Agua
- 7 Agua y Salud
 - 7.1 Potabilización pública
 - 7.2 Potabilización doméstica
 - 7.3 Contaminación por nitratos
- 8 Propuesta de Ordenanza Municipal para el Ahorro de Agua
 - 8.1 Artículos propuestos
- 9 Tecnologías para la Conservación del Agua
 - 9.1 Uso residencial
 - 9.2 Lectura de contadores: Tele-lectura
 - 9.3 Piscinas
 - 9.4 Prevención de la corrosión y las incrustaciones
 - 9.5 Superficies semipermeables para drenaje, captación y aprovechamiento de pluviales
 - 9.6 Regeneración del suelo y riego subterráneo
- 10 Proyecto LIFE de Alcobendas
 - 10.1 Objetivos y Estrategias
 - 10.2 Debate Técnico y Científico
 - 10.3 Dinamización del Mercado
 - 10.4 Cambios en los sectores productivos
 - 10.5 Actividades de Sensibilización Ciudadana
 - 10.6 Estrategia de Comunicación
 - 10.7 Demostración en Viviendas de nueva construcción
 - 10.8 Consejos para las Actividades de Educación Ambiental

1 **Introducción**

La política del agua practicada en nuestro país a lo largo del siglo XX se ha caracterizado por un constante aumento de la oferta hídrica mediante la promoción de numerosas e importantes obras hidráulicas. Décadas de bienestar sin control y bajos precios del agua han conformado una cultura que explota los recursos como si de manantiales inagotables se tratara.

Experiencias de uso racional del agua, campañas de ahorro y conservación han sido desarrolladas en el pasado reciente: Alemania, Japón, California, Noruega, Bilbao, Madrid, Calviá, Zaragoza, Sevilla, Teror, etc.; mostrándonos el rumbo a seguir en busca de la sostenibilidad de las ciudades.

Glorieta de La Menina, en el Paseo de La Chopera de Alcobendas

Contando con estos precedentes, el Fondo Mundial para la Naturaleza WWF/Adena ha desarrollado durante los años 1999 y 2000 el proyecto "**Alcobendas, Ciudad del Agua para el Siglo 21**". Este proyecto fue financiado con Fondos LIFE de la Comisión Europea y apoyado por la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento de Alcobendas, la Confederación Hidrográfica del Tajo y la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM).

El objetivo del proyecto es establecer mecanismos que supongan un ahorro permanente del recurso, mediante la colaboración de todos los agentes implicados en el uso y gestión del agua, y demostrar con la ejecución de un proyecto piloto en viviendas de nueva construcción que la gestión desde la demanda es la opción racional más viable, rentable y sostenible de enfocar la planificación de los recursos hidrológicos.

Son las administraciones locales el organismo más cercano al ciudadano, y tienen la capacidad de ejercer una gestión y la responsabilidad de promover actuaciones cívicas y de ordenamiento sostenible del entorno propio. La presencia de técnicos de muchos municipios españoles en los eventos científicos del proyecto, ha puesto en evidencia una necesidad de información y un genuino interés por el desarrollo en el ámbito local de actividades en favor del uso racional del agua.

Fruto de las experiencias y conclusiones del proyecto, surge *La Conservación del Agua en el Municipio*, con la esperanza de servir de orientación y aliento a las corporaciones municipales en sus iniciativas de desarrollo sostenible.

2 **El Agua de la Vida**

Gran parte de la Vida transcurre dentro del Agua, y los organismos que viven fuera de su entorno también la necesitan como soporte y transporte de nutrientes.

El Agua tiene la cualidad de dilatarse cuando pasa a estado sólido, lo que no ocurre con la mayoría de los compuestos. El hielo en superficie de una masa de agua en invierno, actúa como barrera que protege y permite la Vida Acuática por debajo de la capa helada.

El Agua es la única sustancia que en las condiciones climáticas de la Tierra se puede encontrar de forma natural en sus tres estados: sólido, líquido y gaseoso, sustentando a la Vida en la mayor parte del planeta. Su transparencia permite que la luz la atraviese y llegue a muchos organismos que viven de fotosíntesis. El Agua de océanos y mares amortigua las variaciones climáticas del planeta, protegiendo de bruscas y letales fluctuaciones térmicas a la Vida.

En forma de océanos, mares, hielos y aguas superficiales, el Agua ocupa más de las 3/4 partes del planeta. El 95 % son saladas, un 2 % están congeladas en los casquetes polares y cerca de un 3 % son subterráneas. El agua "dulce" constituye apenas un **0,01 %** en forma de ríos, lagos, humedales y vapor de agua atmosférico. Este 0,01 % es la única fuente de agua potable accesible directamente.

Motivo de guerras y conflictos, el Agua es uno de los bienes más deseados del planeta: 2.500 millones de personas carecen de saneamiento y más de 1.600 millones de personas, *sencillamente, no tienen agua potable.*

Si pudiéramos meter todo el agua del planeta en nuestra bañera, apenas una cucharada sería dulce

3 Organizarse para la Conservación del Agua

Crear una conciencia de conservación del agua entre los ciudadanos no es tarea fácil ni aún en zonas acostumbradas a la escasez. La participación de la población y la consecución de una nueva cultura respetuosa con los usos del agua son sus principales objetivos: todo un reto a la imaginación de los promotores. Ello requiere algo más que una buena campaña de comunicación. Iniciativas que contribuyen directa o indirectamente a demostrar que es posible la conservación del agua, se han realizado bastantes: tanto por parte de organismos públicos y oficiales como empresas de abastecimiento, organizaciones dedicadas a la educación ambiental o a la defensa de la naturaleza. A continuación damos unas líneas generales de actuación de todas estas experiencias.

3.1 Comenzar dando ejemplo

En general, las personas mostramos una gran inercia a introducir cambios en nuestros hábitos porque suponen un esfuerzo de tiempo, de dinero o de energías, o una combinación de estos tres conceptos. Si queremos conseguir la participación activa de la población, es más convincente mostrar ejemplos: medidas de ahorro permanente en edificios, parques y jardines, la disponibilidad de contenedores para el reciclado de vidrio, papel o envases, puntos limpios, etc.; todas estas acciones comunican a la ciudadanía que la conciencia de conservación del consistorio va más allá de las palabras y los gestos de buena voluntad.

3.2 Concentrar energías

Tanto en nuestra condición de usuarios del agua, como de consumidores de artículos que en su ciclo de vida están involucradas ingentes cantidades de agua consumidas y contaminadas, - papel, textiles, alimentos, productos químicos y farmacéuticos- todos somos responsables de su buen uso y conservación. Las propuestas, orientadas a la participación activa, deben diferenciarse y canalizarse para que lleguen a todos los sectores: entidades gestoras del abastecimiento y el saneamiento, administradores de fincas, gremios, asociaciones, centros educativos, comercios, arquitectos, técnicos, fontaneros, etc. En todos los colectivos humanos hay personas que suscitan adhesión y pueden contribuir con su ejemplo e influencia a la difusión de acciones que contribuyen a la conservación del agua.

Durante la campaña de comunicación y sensibilización ciudadana interesa que las asociaciones culturales, sociales etc. se comprometan a participar con su ejemplo y energías, y que los medios de difusión locales se concentren durante todo el periodo en promover e informar de temas estrechamente ligados al objeto de la campaña. El consistorio debe sugerir compromisos firmes de participación.

3.3 Enfocarse en la problemática local

En el fondo, la problemática local es la más cercana a los ciudadanos y la única que pueden mejorar de forma decisiva. Lo importante es los “por qué”: la importancia del "Por Qué" contiene la energía motivadora que lleva a emprender acciones positivas. Añadir a los mensajes carga emocional acentúa los por qué: motiva mucho más hablar de **nuestra** playa, **nuestro** río, etc.

3.4 Facilitar la adquisición de tecnologías eficientes

No tiene sentido hacer una campaña promoviendo medios más eficientes si la población no puede adquirirlos en ninguna ferretería o comercio o no hay empresas donde acudir o lugar cercano donde recoger o entregar. Obviamente debe establecerse a priori estrategias que garanticen la disponibilidad local de los medios que conducen al éxito de las acciones propuestas y la demostración de las ventajas obtenidas llevando a cabo las recomendaciones sugeridas por los promotores.

3.5 Incentivar la adopción de medidas

Bonificar la adquisición de elementos de bajo consumo, por ejemplo, permite que una muestra de la población adquiera rápidamente estos dispositivos y conozca en pocos meses sus ventajas y ahorros económicos obtenidos. Esto actúa de efecto multiplicador de difusión.

Muchos ayuntamientos cobran un consumo mínimo (sobre 40 m³) se use o no agua, cuando en realidad quieren incluir una **cuota de servicio**. Llamarlo “consumo mínimo” y relacionarlo con un volumen determinado de agua, no favorece precisamente el ahorro. Las siguientes gráficas reflejan la realidad de miles de poblaciones en nuestro país: con excepción de cuatro ciudades, el agua es el único servicio que, **paradójicamente**, resulta más barato cuanto más se gasta.

3.6 Penalizar el despilfarro

A una familia media de la ciudad de Vitoria, el agua le cuesta unas 15.000 pta. al año. En Barcelona pagaría 41.000 pta., en Murcia 38.800 pta., en Madrid 24.000 pta., y hay pueblos donde casi le saldría gratis. Tal y como muestra la gráfica 2 de consumos, el volumen de agua consumida no tiene la misma elasticidad que el costo según la ciudad. Esto significa dos cosas: la primera que el consumo doméstico es distinto según el tipo de vivienda (piso, chalet), pero aproximadamente el mismo no importa qué ciudad, y la segunda y más importante: **no es el precio lo que importa al usuario**, sino cuánto cuesta satisfacer las necesidades de agua y confort, y qué porcentaje supone en el presupuesto mensual.

Necesitamos transformar el concepto de **consumo** de agua y transmitir al ciudadano la idea de **ciclo integral**, desde la captación y el uso hasta la depuración y devolución al cauce. Una campaña de comunicación es fundamental para hacer entender a la población la justificación de una tarifa en bloques que penalice el despilfarro, explicando claramente los motivos, a qué tipos de consumidores les puede afectar, qué conceptos incluye la tarifa aplicada en el modelo tarifario, qué servicios se está prestando y, finalmente, cómo podemos contribuir a minimizar el consumo de agua en beneficio propio y del medio ambiente. La gráfica 2 muestra el precio del agua en 14 ciudades españolas: sólo en cuatro de ellas el precio es más caro cuando el consumo es muy elevado (280 m³). En las demás el precio disminuye, con lo cual no se evita el despilfarro.

3.7 Proporcionar información general y especializada

Las directivas, reglamentos, ordenanzas, etc., están evolucionando hacia la sostenibilidad y la conservación. Un departamento de medio ambiente que esté al día en legislación y tecnologías relativas al agua, puede asesorar a ciudadanos y empresas, emprender acciones de verificación y control, aplicar las reglamentaciones, y asumir las competencias locales establecidas en las leyes. La falta de presupuesto de miles de municipios conlleva a la ausencia de técnicos: difícilmente puede garantizarse en estos casos la observancia y el cumplimiento de leyes promulgadas para proteger la salud pública y el entorno.

3.8 Incluir propuestas de conservación en ordenanzas y prescripciones técnicas de proyectos y obras

Crece el número de ayuntamientos que asumen un protagonismo en favor del medio ambiente e incluyen en sus prescripciones de urbanismo y proyectos requisitos y tecnologías de ahorro de agua y uso eficiente. Este tipo de iniciativas obliga a las empresas concursantes a realizar un esfuerzo de innovación y mejora de sus propuestas, y facilita la aplicación de medidas de conservación en el municipio sin costos adicionales o muy reducidos. Así, por ejemplo, el Ayuntamiento de Alcobendas incluyó en las prescripciones relativas a las parcelas municipales del Consorcio Urbanístico de Valdela Fuentes el requisito de *ahorradoras de agua*. Se trata de 280 viviendas con doble baño. El incremento en el costo de construcción por cumplir este requisito supone menos de 5.000 pta. por vivienda. El ahorro en agua es superior a un 15 %. Los ahorros económicos en agua caliente y fría supondrán más de 15.000 pta. por vivienda y año. Naturalmente, todas las empresas promotoras del Consorcio se han comprometido a incluir estas mejoras en las 3.300 viviendas de Valdela Fuentes.

Otro ejemplo es el Ayuntamiento de Barcelona: aprobó en 1999 una ordenanza para disminuir las emisiones de CO₂ generadas por las calderas y así reducir el consumo energético. La Comunidad de Madrid también establece a prescripciones que suponen más sostenibilidad ambiental: en septiembre de 2000 dedica un programa de ayudas a la vivienda con criterios de ahorro de agua y energía.

3.9 Velar por el cumplimiento de las reglamentaciones

Ejercer acciones de control ateniéndose a las reglamentaciones permite conocer la situación actual y medidas que deben ser adoptadas en función de prioridades. El requerimiento de informe de vertidos, análisis y visita de inspección, son actividades cuya periodicidad y exigencia invitan a las empresas a poner un especial cuidado y emprender acciones con objeto de cumplir la ley.

4 Planes de Actuación y Desarrollo

La finalidad de la conservación del agua es proteger el ciclo natural del agua y asegurar a medio y largo plazo el desarrollo sostenible local. Esto requiere el establecimiento de las siguientes condiciones:

- Reducir a límites razonables el consumo de recursos hídricos en todos los suministros
- Diferenciar la calidad del agua en función de los usos
- Mejorar la calidad del agua potable y las prestaciones de los servicios del ciclo integral
- Satisfacer las necesidades previsibles futuras
- Asegurar el equilibrio económico y financiero de las entidades responsables de los servicios
- Minimizar el potencial contaminante de los efluentes de depuración
- Gestionar adecuadamente lodos procedentes de abastecimiento y depuración
- Gestionar adecuadamente los lixiviados de vertederos (líquidos procedentes de la contaminación del agua con residuos en descomposición)
- Recuperar para la vida y el ciclo natural del agua los humedales locales, riberas, brazos abandonados de ríos y acuíferos
- Implantar sistemas de prevención que atenúen las avenidas torrenciales e inundaciones

Las diversas actividades que cabe contemplar en un proyecto global de conservación del agua se pueden articular en los siguientes tipos de programas:

4.1 Mejoras en infraestructuras de abastecimiento y saneamiento

- programas de reparación de redes y eliminación de fugas
- programas de localización y eliminación de tomas y vertidos ilegales
- programas de implantación/renovación de contadores
- programas de control de presiones

- programas de gestión informatizada de redes
- programas de depuración de aguas residuales

4.2 Planes de ahorro de agua y disminución de contaminantes

- Programas de comunicación ciudadana
- Programas tarifarios: bloques crecientes, estacionalidad, bonificaciones y recargos especiales

4.3 Eficiencia mediante mejoras técnicas en los puntos de consumo

a) Programas domésticos y asimilados

- promoción de tecnologías de bajo consumo
- Descuentos en establecimientos concertados
- Instalación en viviendas por parte de una empresa concertada
- Instalación en edificios municipales

b) Programas de jardinería y asimilados

- diseño del jardín con especies autóctonas y xerofíticas
- limitación de la extensión de praderas
- acolchados que eviten las pérdidas por evaporación y el recalentamiento del suelo
- irrigación automatizada y sistemas de goteo
- superficies permeables para riego pasivo, recuperación de pluviales y excedentes de riego
- Control del riego agrícola en función del tipo de cultivo, humectación del terreno, etc.

4.4 Gestión ambiental en la actividad industrial y agropecuaria

- Campañas de comunicación de la legislación vigente en materia de vertidos industriales, purines, uso de fertilizantes, pesticidas y contaminantes
- Programas de evaluación ambiental y seguimiento (contaminación difusa, efluentes)
- Programas de ahorro de agua en la industria

4.5 Programas de sustitución y reutilización para empleo en usos no potables

- Diferenciación de redes para reutilización de aguas (pluviales, grises)
- Tratamiento terciario de efluentes para reutilización en riego.
- Desalación de aguas salobres y de mar

4.6 Programas de gestión

- establecimiento de ordenanzas y programas de inspección
- subvenciones y ayudas para mejora de instalaciones con objeto de adecuarse a normativa
- Auditorías hidráulicas
- Bancos de agua
- Otros

4.7 Restauración del Ciclo Natural del Agua

- limpieza y reforestación de lindes y restauraciones de ribera
- recuperación de especies animales y plantas acuáticas (autéctonas), acondicionamiento de zonas de freza, etc.
- recuperación de acuíferos
- regeneración del suelo y restauraciones hidrológico-forestales

5 Principios de Xerojardinería Mediterránea

Desde siempre, el mediterráneo ha sido base y referencia cultural, caracterizado por una forma de vida de sus habitantes adaptadas a una climatología especial y una jardinería propia: egipcios,

fenicios, griegos, romanos, cartagineses, árabes... todos han realizado valiosas aportaciones, cuya herencia se mantiene en el presente.

La jardinería pública y privada debe plantearse como un recurso psicológico que restaura el paisaje roto por el artefacto urbano: **se debe crear paisaje, espacio abierto y bello, y escenario de encuentro** que mitigue el aislamiento estructural de las personas, el enclaustramiento en las casas de los ciudadanos.

La xerojardinería como tal no es una técnica nueva y está basada en la propia naturaleza. Se convierte en los años 80 en una palabra de uso corriente en los Estados Unidos, especialmente en las zonas de California, Texas, Arizona y Florida. Actualmente la importancia que tiene la xerojardinería en Estados Unidos es de tal envergadura que hay más de 100 programas educativos basados en estas técnicas. Las autoridades de Tucson publicaron un informe donde se reflejaba que las técnicas de la Xerojardinería tenían tanto éxito en el uso público del agua que producía reducciones de consumo de hasta un 30 %.

La Xerojardinería es a la vez una pauta de comportamiento y un concepto de diseño: espacios verdes de alta calidad paisajística, a los que se les aplica el conocimiento más avanzado de todos los aspectos fisiológicos, agronómicos y técnicos. Las técnicas de xerojardinería buscan la eficiencia ecológica aplicando los siguientes principios:

- Planificación y diseño adecuados.
- Análisis del suelo.
- Selección adecuada de plantas.
- Practicidad en las zonas de césped.
- Diseño y planificación del riego con sistemas eficientes (goteo, microaspersión, riego enterrado)
- Uso de Mulching, acolchados para mantener la humectación del suelo y minorar la evaporación.
- Mantenimiento adecuado.
-

En el diseño es importante tener en cuenta factores como la situación y emplazamiento de los terrenos, el origen, calidad y suministro del agua empleada, el entorno urbanístico y la zonificación.

En una zona verde se pueden encontrar cuatro tipos de Hidrozonas. Es importante agrupar las plantas en función de necesidades hídricas similares:

Hidrozona principal: área de mayor actividad humana e interacción con el espacio verde. Se localiza próxima a las viviendas para dar mayor sensación de frescor.

Hidrozona secundaria: visualmente importante pero representa menor interacción con la actividad humana. Son zonas funcionalmente más pasivas y sirven para delimitar espacios y diseños.

Hidrozonas mínima: contempla las plantas que requieren una mínima cantidad de agua para sobrevivir a las condiciones climáticas. Estas zonas no tienen casi contacto con la gente.

Hidrozona elemental: Incluye plantaciones capaces de sobrevivir en ambientes de precipitación natural. No necesitan riego complementario. Rara vez entran en interacción con la actividad humana. Son áreas utilitarias con mulching y plantas autóctonas.

Se propone un jardín en el que predomina la planta autóctona, de fácil mantenimiento y en armonía con el entorno. La planta autóctona es más resistente y mejor adaptada. Puede emplearse para recuperar espacios degradados. Se dispone del número suficiente de variedades para satisfacer todas las necesidades de formas, texturas, portes, colores, clima y suelo.

Nuestra jardinería tradicional está llena de ejemplos de cómo ajardinar grandes y pequeños espacios sin recurrir al uso del césped industrializado. Otras consideraciones de diseño que podemos aprender del jardín tradicional son:

- Importancia de la ubicación: antiguamente se elegía concienzudamente el lugar de implantación. Se intentaban adaptar los diseños a la topografía del terreno y se escogían las mejores tierras fértiles de las huertas o de las riberas de los ríos.
- El agua por supuesto era fundamental y se guardaba en estanques o aljibes haciéndose un uso inteligente del mismo.
- Debemos aprender de muchos de los trazados utilizados en parques del siglo XVI y XVII en los que las parcelas se encuentran hundidas respecto a los caminos para retener el agua de riego y aprovechar el agua de lluvia.
- Presencia de multitud de arbustos, setos, herbáceas y sobre todo de grandes masas boscosas que proporcionan sombra y frescura.
- Recuperación del patio tradicional con sus huertos y macetas como alternativa a la jardinería privada.
- Uso de pavimentos de diferentes materiales, paseos terrizos y plantas tapizantes como alternativa al césped para cubrir grandes superficies.

Es fundamental el papel del jardinero, artesano sensible que traslada la naturaleza a la ciudad y eje principal del mantenimiento.

Para conseguir el material propagativo necesario es muy importante la utilización de huertos semilleros. Se debe evitar obtener material vegetal de poblaciones naturales mediante arranque y el uso de plantas foráneas, que pueden contaminar genéticamente las poblaciones naturales.

6 Reutilización del Agua

Las aguas residuales urbanas pueden constituir una fuente de aprovechamiento para la agricultura y el riego de parques y jardines. El riego enterrado por goteo es el medio de aplicación recomendado.

El riego por goteo proporciona una descarga lenta y uniforme bajo superficie, mediante tuberías laterales enterrados a unos 15 a 30 cm., con goteros cada 15, 30 o 60 cm. de distancia.

Por datos experimentales (Israel 1992) se puede utilizar riego por goteo subterráneo con efluentes secundarios para cultivos comestibles, siendo mínima la contaminación en suelo y plantas. Con riego por aspersión esta contaminación es máxima. Campos et al (1999) utilizando efluentes de lagunaje para riego de viñedos por goteo tanto superficial como enterrado, constataron que el suelo (de tipo arcillo-limoso) era muy efectivo en la eliminación de patógenos, siendo máxima a 40 cm. de profundidad. En ninguno de los casos se detectaron huevos de nematodos. En ensayos durante 5 años en Monterrey (USA) Sheikh et al. (1990) encontraron que los niveles de coliformes totales y fecales en suelos regados con efluentes reutilizados y con agua de pozo eran iguales.

Altos contenidos en sodio y bajos en calcio en el agua o el suelo pueden causar problemas de infiltración y permeabilidad. Tras un estudio de 5 años, Sheikh et al. (1990) concluyeron que cualquier problema relacionado con la permeabilidad del suelo se produciría a largo plazo (50 años), y que podría remediarse con la adición de cal o yeso.

El caudal suministrado por un riego enterrado supone entre un 8 y un 10 % de la capacidad de absorción total de un suelo. La aplicación de efluentes al suelo es un tratamiento depurador eficaz en sí, gracias a los procesos físico-químicos y microbiológicos que ocurren en el suelo, mejorando sustancialmente la calidad del efluente y produciendo un agua de una calidad aceptable para que

percole hasta el acuífero o los tubos de drenaje, sin provocar cambios en la calidad del agua del acuífero (Pettygrove y Asano 1990; Ree 1984; Sheikh et al 1990 y otros). Las aguas residuales urbanas sin tratar, suelen contener un promedio de 35 mg/l de nitrógeno, procedente de heces y orina. Un tratamiento secundario convencional elimina del 10 al 30 % de este nitrógeno, que sí sería un contaminante si fuera descargado en aguas superficiales. Utilizado para riego, el nitrógeno se convierte en un activo que sustituye parcial o totalmente los fertilizantes.

El problema de metales pesados es presumible cuando hay vertidos industriales a la red de alcantarillado. En estos casos el efluente debe considerarse no apto para riego sin tratamiento previo.

La siguiente tabla, adaptada de Pettygrove y Asano (1990) da algunos criterios para determinar la aptitud del agua para el riego:

Problema	Grado de restricción en el uso		
	Ninguno	Ligero a moderado	Estricto
Salinidad mg/l	<500	500-2000	>2000
Permeabilidad mg/l	>320	0-320	---
Toxicidad del suelo			
Cloruros mg/l	<70	70-345	>345
Boro mg/l	<0,5	0,5-2	>2
Foliar			
Sodio mg/l	<70	>70	---
Cloruros mg/l	<100	>100	---
Nitratos mg/l	<5	5-30	>30
Bicarbonatos mg/l	<40	40-520	>520
pH	6,5-8,4	---	---

Para sistemas de riego subterráneo se tiene que filtrar el agua para eliminar partículas mayores de 50 micras y mantener el pH entre 6,5 y 7, y una concentración de cloro residual de 1 a 2 mg/l (1 a 2 ppm).

El crecimiento bacteriano suele ocurrir cuando el sistema está parado, llegando a formar una película que puede obstruir los goteros. El empleo de sistemas con bactericida incorporado es aconsejable. Si se efectúa inyección de cloro, debe hacerse antes de los filtros de arena, (el cloro causa precipitación de hierro y manganeso). Otro problema es la intrusión de raíces en los emisores, que se resuelve con la adición de inhibidor al agua o goteros que lo lleven incorporado. Algunos sistemas incorporan un herbicida pre-emergente en sus goteros y un bactericida en la cara interna de los laterales que impide el crecimiento de bacterias dentro del sistema.

La precipitación química puede producirse cuando las concentraciones de carbonatos son altas. Los sistemas de riego enterrado no son muy sensibles a este problema, ya que no se secan. Un tratamiento eficaz y que no contamina el agua es el catalítico. Bajar el pH por inyección de ácidos es el método tradicional para la eliminación de las precipitaciones.

7 Agua y salud

El agua en forma pura (H₂O) no existe en la naturaleza. Nuestro organismo necesita minerales y oligoelementos: calcio, magnesio, potasio, hierro, etc. El agua es el disolvente universal, y cuando su contenido en sales minerales es bajo se dice que es "blanda". Los detergentes lavan con eficacia, pero es un agua agresiva que disuelve metales pesados de las conducciones nocivos para la salud: cobre, zinc, cadmio y plomo. Las aguas con altos contenidos en sales minerales se denominan "duras o calcáreas", los detergentes funcionan mal y crean depósitos e incrustaciones de sales minerales visibles en los grifos y en las resistencias de calentadores de agua. Según la escala francesa se considera dura un agua con más de 15 °f. Como regla general, las aguas duras nos indican una

procedencia subterránea (pozos). En 1997, la Academia de Ciencias norteamericana en su publicación "**Agua de bebida y salud**" concluye que existe una gran variedad de publicaciones científicas en los países desarrollados indicando una correlación inversa entre la incidencia de enfermedades cardiovasculares y la dureza del agua. Es decir, cuanto más blanda es el agua mayor es la incidencia de estas enfermedades. Los agentes que teóricamente pueden ser protectores incluyen el calcio, magnesio, litio, vanadio, cromo y manganeso, todos ellos presentes en las aguas duras. Los agentes sospechosos de ser perjudiciales incluyen los metales de cadmio, plomo, cobre, aluminio y zinc, que pueden encontrarse en aguas blandas como resultado de su mayor capacidad de corrosión. En cuanto a las aguas embotelladas (a un costo medio de 50.000 pta. el m³), los manantiales y fuentes donde se embotella no son inmunes a la contaminación ambiental.

7.1 Potabilización pública

Los procesos más usuales empleados para potabilizar el agua en las estaciones de abastecimiento son:

- **Preoxidación** con agentes químicos oxidantes: aire (por su contenido en oxígeno), cloro, dióxido de cloro, permanganato potásico, ozono y agua oxigenada. Bien solos o en combinación.
- **Coagulación y Floculación**, mediante sales metálicas y procesos de agitación rápida y lenta. Se agrupan los coloides (sílice, alúmina) responsables del color y la turbidez del agua. Agrupados en partículas más grandes se facilita su separación del agua por filtración simple.
- **Desinfección final** añadiendo al agua un oxidante, generalmente cloro, que desinfecte y acompañe al agua en su recorrido por la red de distribución, para garantizar su calidad ante posibles contaminaciones de la red.

El cloro participa en el 95 % de los productos de consumo, el 60 % del sector químico lo usa en sus actividades, y se fabrican más de 11.000 productos organoclorados. Con cloro se potabiliza el 98 % de las aguas europeas, se protege el 96 % de las cosechas y coopera en la fabricación del 85 % de los medicamentos. La combinación de gas cloro con petróleo o hidrocarburos da lugar a plásticos (PVC, PDVC), pesticidas, refrigerantes, disolventes o decolorantes.

Se considera que son los productos clorados los responsables de los agujeros en la capa del ozono (CFC) y los residuos de pesticidas. El problema de los organoclorados (unión de átomos de cloro con compuestos orgánicos) es su poder multiplicador: cuando se usa cloro para desinfectar las aguas, blanquear papel o quemar algún producto clorado, se están creando organoclorados. Al penetrar en el medio ambiente reaccionan y vuelven a generarse más organoclorados. Son muy estables, permaneciendo en el aire, la tierra y el agua durante cientos de años. Los organoclorados resisten los procesos de degradación físicos, químicos y biológicos, y tienden a acumularse en los tejidos biológicos. La última Directiva Europea (Nov 98) sobre Calidad de las Aguas para Consumo Humano ha eliminado la obligatoriedad de su uso como desinfectante.

7.2 Potabilización doméstica

En uso doméstico un buen filtro de carbón activo es el sistema más eficaz y económico de garantizar un agua potable y libre de malos olores y sabores, cloro y subproductos, pesticidas y herbicidas. El uso del carbón para acondicionar el agua se remonta al antiguo Egipto, cuando descubren que el agua almacenada en carbón vegetal es más fresca y sabe mejor. Siglos de utilización certifican su eficacia.

El filtro de carbón absorbe e impide el paso de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Según el tamaño del poro (0,5 micras) puede eliminar la contaminación bacteriológica. No elimina los nitratos. No genera residuos contaminantes. Algunos fabricantes refuerzan el trabajo del carbón activo con una unidad de cerámica que potencia la capacidad de filtrado y eliminación bacteriológica.

7.3 Contaminación por nitratos

El nitrato (NO_3) es un ión soluble en agua que se forma cuando el nitrógeno proveniente del amoníaco u otras fuentes se combina con agua oxigenada. Se encuentra de forma natural en las plantas y los vegetales. Niveles superiores a 1 mg/l indican que el agua ha sido contaminada. Los acuíferos son contaminados por nitratos procedentes de fosas sépticas, aguas residuales, fertilizantes agrícolas, purines de cerdo y residuos de animales provenientes de la sobreexplotación y mala gestión ganadera, depósitos geológicos y vegetación en descomposición. Niveles superiores a 50 mg/l de nitrato en agua son muy peligrosos, sobretudo para la población infantil (metahemoglobinemia). Hervir el agua no elimina el nitrato, lo concentra aún más. Actualmente los sistemas que eliminan los nitratos son sofisticados, alteran la composición del agua, requieren un mantenimiento cuidadoso y tienen un elevado costo económico y ambiental.

Los descalcificadores de resinas de intercambio iónico están diseñados para ablandar las aguas y son eficaces eliminando los nitratos. Utilizan resinas sintéticas (partículas plásticas artificiales) que intercambian los minerales de calcio y magnesio por sodio (impregnado en las resinas). Cuando las resinas se quedan vacías de iones sodio ya no pueden ablandar el agua, por lo cual deben ser recuperadas lavándose con agua salada. Se restituye el sodio perdido y eliminando por el desagüe un agua muy cargada de sales. Este sistema fue diseñado para uso industrial, pero se está extendiendo al doméstico, lo cual es totalmente desaconsejable aún cuando tengamos un problema de nitratos. El agua que suministra es altamente agresiva y con 5 veces más proporción de sodio que el agua original. Y el sodio está estrechamente relacionado con la hipertensión arterial. Estos equipos sólo son recomendables para uso industrial o en la desnitrificación de grandes volúmenes de agua. El agua de lavado debiera ser acumulada en depósitos abiertos hasta su total evaporación, proceso tras el cual los nitratos y sales pueden ser recogidos por la Junta de residuos o los vertederos autorizados.

Otra tecnología para la eliminación de los nitratos es la ósmosis inversa. La ósmosis es un proceso natural de alimentación de las células. Dos soluciones acuosas, de diferente concentración que estén separadas por una membrana semipermeable, tratarán de lograr un equilibrio. El agua de la solución más diluida pasará a través de la membrana hasta equilibrar los componentes en ambas aguas. Si ejercemos una presión en el agua con alta concentración el proceso de ósmosis se invierte pasando a la parte más diluida. A este proceso se llama ósmosis inversa, y se eliminan partículas de hasta 0,001 micras (el cabello humano tiene un grosor de 70-80 micras). Nos libramos de los nitratos y de todos los minerales y oligoelementos presentes en el agua. El agua se vuelve altamente corrosiva, lo que significa que arrastrará residuos del propio sistema y de las conducciones. La ósmosis inversa requiere un pretratamiento del agua antes de pasar por las membranas de ósmosis, y un postratamiento: micro filtración para eliminar la mayor cantidad de impurezas, ablandamiento para evitar el embozamiento de las membranas y filtro de carbón para mejorar el sabor y evitar posibles contaminaciones bacteriológicas. Durante el proceso de ósmosis inversa se desecha por el desagüe de un 20 % a un 80 % del agua implicada en el proceso, en concentraciones de sales, minerales y contaminantes muy elevadas. La temperatura del agua es un factor determinante del rendimiento de las membranas, siendo la ideal a 25 °. Cada grado de disminución se calcula una reducción de la permeabilidad del 3 %. Respecto del mantenimiento todos los elementos tienen una vida limitada en función de las condiciones de trabajo y agua a tratar. Lo normal es renovar los filtros anualmente y la membrana cada dos años.

Sólo en casos de contaminaciones químicas peligrosas, que si se producen son normalmente en pozos de nuestra propiedad y ocasionalmente en algún pequeño pueblo, es recomendable el empleo de ósmosis inversa para usos domésticos. Instalar estos equipos en pisos de Madrid o Barcelona, fruto de engañosas prácticas comerciales, es desde nuestro punto de vista, empeorar nuestra agua de beber, además de un derroche económico y un incremento de la contaminación ambiental innecesario.

8 Propuesta de Ordenanza Municipal para el Ahorro de Agua

Queremos plantear una ordenanza realista, mas que voluntarista, que se pueda aplicar razonablemente y que obtenga un alto rendimiento. En España el fenómeno urbano es el fenómeno de la densidad, que es donde se produce el grueso del consumo de agua urbana. En asentamientos de población dispersos los problemas son diferentes, pero la escasez de suministro derivada de su pequeña capacidad de regulación también puede beneficiarse de un ajuste de los consumos por parte de los usuarios.

La **Propuesta de Ordenanza Municipal para el Ahorro en el Consumo Urbano de Agua** debe comprometer tanto a los Ayuntamientos como a los particulares, pero hay que distinguir ambos tipos de usuarios, ya que son muy distintos en cuanto a su intervención en el proceso del consumo de agua. Así, dejaremos como responsabilidad para el Ayuntamiento las ordenanzas relativas a los Servicios Generales, que sólo pueden ser gestionados globalmente por el Ayuntamiento y no admiten una gestión fraccionada o una ejecución parcial (p.e., las redes de abastecimiento, el mantenimiento de las mismas, el alcantarillado y las estaciones depuradoras). A los usuarios particulares compete la parte de red que se extiende dentro de las edificaciones y conjuntos de viviendas y muy particularmente las que localizan en el interior de las viviendas, lugar donde se produce la mayor parte del consumo de agua en las ciudades.

Las ordenanzas que afectan a los usuarios deberán de ubicarse en el apartado de ordenanzas o normas urbanísticas ordinarias donde se especifican los requerimientos que deben de cumplir las instalaciones de los nuevos edificios, mientras que las que competen al municipio deberán de incardinarse en el apartado destinado a especificar los requerimientos de las redes e instalaciones urbanas, que pueden estar también ubicados en otros documentos fuera de las normas urbanísticas ordinarias, como ocurre en muchos planes generales. (P.e. el del Ayuntamiento de Madrid tiene unos tomos dedicados a los detalles constructivos de las instalaciones urbanas.

La reutilización de aguas grises incide positivamente en la capacidad de ahorro de agua potable, pero en nuestra opinión plantea todavía varios problemas que nos hacen desaconsejar su utilización en una ordenanza municipal que afecte a viviendas particulares. No parece muy recomendable a corto plazo plantear en una ordenanza genérica la reutilización de las aguas grises (procedentes de la lavadora, lavabo, bañera y ducha) para su uso en inodoros y riego de jardines privados, por no ofrecer esta alternativa las suficientes garantías de higiene y salubridad. Evitar estos problemas supondría la instalación de equipos de depuración individuales o por comunidades de vecinos, y la presencia de aguas grises en el interior de las viviendas. Pero no se puede garantizar que se va a hacer un uso correcto de las mismas, aunque estén confinadas en el inodoro y jardines, y puede provocar infecciones involuntarias por falta de educación, descuidos o preparación de los usuarios.

En consecuencia, consideramos más adecuado proponer unas ordenanzas sencillas, asequibles y de fácil cumplimiento para cualquier usuario, y por ello dejamos la ordenanza de reutilización de aguas grises con fines domésticos para desarrollos de ordenanza posteriores, una vez implantadas las que inciden de forma más directa en el consumo y no conllevan riesgos.

8.1 ARTICULOS PROPUESTOS

a) Artículos que afectan a los edificios de viviendas colectivas e individuales

1. La instalación de agua potable en los edificios contará obligatoriamente con contadores individuales de agua para cada vivienda o local. Quedan prohibidos los contadores colectivos. En el caso de instalación de agua caliente central en el edificio, deberá de instalarse un contador individual de agua caliente para cada vivienda o local.

2. En locales destinados a usos que generen fangos o grasas, se dispondrá de una arqueta separadora de fangos y grasas antes de acometer al pozo de conexión con la red de alcantarillado, cuya limpieza y vertido se realizará de acuerdo a la normativa municipal para la recogida de basuras.
3. Todas las instalaciones de edificios de viviendas con puntos de consumo de agua deberán efectuar la evacuación de las aguas a través de la red de alcantarillado público.
4. (*) En los puntos de consumo de agua se colocarán los mecanismos adecuados para permitir el máximo de ahorro, y a tal efecto:
 - a) Los grifos de los aparatos sanitarios de consumo individual dispondrán de perlizadores o economizadores de chorro o similares y reductor de caudal que tengan un gasto superior a 3 litros por minuto (3 l/min) a una presión de un kilo por centímetro cuadrado (1 k/cm²) y máximo de siete litros por minuto (7 l/min), a una presión de tres kilos por centímetro cuadrado (3 kg/cm²).
 - b) El mecanismo de accionamiento de la descarga de las cisternas de los inodoros limitará el volumen de descarga como máximo a seis (6) litros y dispondrá de la posibilidad de detener la descarga o de doble sistema de descarga.
 - c) El mecanismo de las duchas implementará un sistema de ahorro de agua, garantizando un caudal mínimo de tres litros y medio por minuto (3,5 l/min), a una presión de un kilo por centímetro cuadrado (1k/cm²) y máximo de ocho litros por minuto (8 l/min), a una presión de tres kilos por centímetro cuadrado (3 kg/cm²).
5. Los grifos de los aparatos sanitarios de uso público dispondrán de temporizadores o de cualquier otro mecanismo similar de cierre automático que dosifique el consumo de agua, limitando las descargas a un litro (1l) de agua.

(*) La compañía suministradora de agua trabaja a distintas presiones en cada ciudad y su cuantía se establece en el Plan general de Ordenación urbana, por lo que los parámetros del punto 4 se pueden particularizar para la presión garantizada en cada caso.

b) Artículos que afectan a la red municipal

- Al Ayuntamiento corresponde gestionar ante la comisaría de aguas de la cuenca correspondiente la concesión para disponer de agua depurada con objeto de establecer un sistema de abastecimiento de agua depurada independiente. La concesión tiene por objeto sustituir el consumo que se hace de agua potable por agua reciclada en aquellas funciones que pudiera resultar conveniente.

Una vez obtenida la concesión, el ayuntamiento construirá dos redes distintas de abastecimiento de aguas. La Red de Agua Potable, destinada al consumo normal (ya existente), y la de Agua depurada, destinada a abastecer una red separada de hidrantes para incendios, riego de parques y jardines y limpieza de calles.

La red de agua depurada estará claramente diferenciadas por medio de colores u otras señales de la red de agua potable para que no exista posibilidad de confusión.

- Al Ayuntamiento corresponde establecer la red de alcantarillado de recogida de aguas y las instalaciones de depuración de agua.

Las disposiciones que afectan a la obligatoriedad de construir una red de abastecimiento de aguas recicladas para la red de extinción de incendios, limpieza de calles y riego de jardines deberán de ser incluidas en las disposiciones que afectan a la construcción de las instalaciones de urbanización, que no siempre se encuentran recogidas en las normas urbanísticas u ordenanzas municipales. Suelen ser documentos adicionales que se van modificando con las definiciones de los elementos que constituyen las urbanizaciones.

- Especial importancia tiene el correcto diseño de los jardines en el consumo de agua necesaria para su mantenimiento y por ello el Ayuntamiento deberá dictar unas normas de diseño acordes con el clima y vegetación de cada zona. En todo caso los epígrafes que podrían figurar podrían ser:

1. “Una vez obtenida por el ayuntamiento la correspondiente concesión para el uso de agua depurada, la red municipal de abastecimiento de aguas, además de la red de agua potable, dispondrá de una red independiente y diferenciada de abastecimiento de agua procedente de las centrales depuradoras municipales para ser usada en la extinción de incendios, limpieza de calles y riego de jardines públicos”.
2. “ El Plan general de ordenación urbana incluirá las normas de diseño para jardines públicos, al objeto de seleccionar las especies vegetales y los tipos de cobertura que deben incluir las superficies ajardinadas en la consecución de una máxima eficiencia en el uso del agua para disminuir su consumo”.

9 Tecnologías para la conservación del agua

9.1 Uso residencial

Tradicionalmente se dimensionan las instalaciones en uso residencial para consumos de agua de 200 litros por persona y día. Sin embargo, las necesidades reales apenas alcanzan los 100 litros. Una medida fundamental para ahorrar agua es cerrar las llaves de paso de cada punto de uso (fregadero, lavabo, bidé) a un caudal confortable. La oferta de los economizadores de agua domésticos cubre todos los puntos de consumo: reductores de caudal, duchas, perlizadores y émbolos o acoplamientos de interrupción de la descarga de inodoros.

Duchas de bajo consumo y reductores de caudal

Un mango de ducha normal suministra agua entre 15 y 30 lit/min. Las duchas economizadoras o de bajo consumo funcionan entre 8 y 9 lit/min. Si no se desea cambiar la ducha puede acoplarse un reductor que reduzca el caudal un 30 %.

Filtros/perlizadores para grifos

El aireador tradicional suministra agua a un régimen hasta de 15 lit/min. Con igual confort los filtros de bajo consumo y perlizadores funcionan a un régimen de 4 a 8 lit/min.

Ahorro de agua en inodoros

El inodoro es utilizado una media de 5 veces por persona y día. Pocos usuarios saben que desde 1994 se comercializan émbolos que incluyen la posibilidad de doble descarga o interrupción: no es necesaria la descarga total de la cisterna para eliminar aguas menores: con 2 - 3 litros basta. El volumen de carga en las cisternas es de 9 litros, aunque los inodoros funcionan perfectamente con 6 litros. Podemos reducir el volumen de carga de la cisterna girando dos o tres vueltas el tornillo de la válvula de llenado. En la actualidad se comercializan cisternas de 6 litros con posibilidad de descarga corta (3 litros).

Grifería monomando

Permite un control más fácil y rápido del caudal y temperatura del agua. Los modelos tradicionales presentan la desventaja de suministrar agua fría y caliente en la apertura, cuando lo normal es que sólo necesitemos agua fría. Para solventar este despilfarro algunos fabricantes han sacado modelos monomando con apertura inicial en frío. Es posible también sustituir el cartucho del grifo por uno de estos modelos.

Grifería termostática y cartuchos termostáticos para monomandos

Obtenemos en pocos segundos agua a la temperatura deseada, evitando su desperdicio. En la actualidad han bajado notablemente los precios de esta grifería. También hay disponibles cartuchos termostáticos que, con un sencillo montaje y por un pequeño costo, podemos sustituir en nuestros monomandos.

Griferías de cierre automático

Están pensadas para evitar la negligencia de algunos usuarios en los lugares públicos. Son de dos tipos: mecánico (prestos, fluxómetros) y electrónico (de infrarrojos). Ambos tipos admiten una regulación en el tiempo de apertura mínimo y máximo. Los sistemas de detección electrónica disponen además de una función de seguridad en caso de error o fallo del sistema.

9.2 Lectura de contadores: telelectura

La lectura de contadores se realiza para conocer el consumo y poder facturarlos. La tradicional instalación en columna - cada contador dentro de cada vivienda- obligaba a un proceso de lectura lento, molesto y caro. Las alternativas empleadas para agilizar este proceso incluyen la facturación sobre la base de históricos y estimaciones, solicitud al abonado de que sea él quien efectúe la lectura y lo notifique por teléfono o lo apunte en una lista de viviendas, etc. La introducción del "cuarto de contadores" mejora el procedimiento de lectura, evitando molestias a los abonados, pero con el costo medioambiental de incluir muchos más metros de conducciones, ya que a cada vivienda debe llegar una conducción independiente.

Ambos métodos y la imprecisión de los contadores proporcionan una información pobre, lenta y con errores en el 90 % de los abonados. Las tecnologías más empleadas en la fabricación de contadores de agua domésticos son:

- Contadores de turbina, que pueden ser de chorro único o chorro múltiple
- Contadores volumétricos de pistón rotativo o disco oscilante. Esta tecnología es usada en USA

Para garantizar la precisión de un contador a caudales bajos se definieron las clases metrológicas, que regulan los errores máximos permisibles y los caudales a los cuales se debe alcanzar dicha precisión. La Directiva 75/33/CEE define tres clases metrológicas: A, B y C. La clase C es la más precisa. La Norma ISO-4064-1 define una cuarta clase metrológica (D) que garantiza unos valores de precisión a caudales todavía más bajos que la clase C. La importancia de las fugas en los domicilios particulares radica en que la mayoría de los contadores no pueden detectarlas a no ser que el caudal sea elevado (por encima de 20 litros /hora).

La incorporación de las telecomunicaciones y la informática a la lectura de contadores resuelve las deficiencias de los métodos tradicionales, abarata costos, permite controlar las fugas y efectuar estudios de consumo. Permite su instalación en columna, tanto en viviendas ya construidas como nuevas construcciones.

El sistema de telegestión está preparado para incorporar tarifas horarias, sistemas prepago, cortes de suministro, restricción del consumo, etc. También puede registrar otros datos como presiones y temperaturas, y accionar dispositivos conectados a sub-estaciones de control. Con este sistema los contadores de agua pueden ser leídos

- con TPL en el punto de concentración
- vía radio desde coche
- por módem o trunking desde el centro de recogida de datos.

9.3 Piscinas

En las piscinas también podemos adoptar medidas de conservación:

- Reutilización para riego del porcentaje diario de agua que por ley debe ser vertida.
- El cerramiento protege de la intemperie el agua de la piscina disminuyendo los tratamientos y limpiezas.
- El cambio del sistema tradicional de sanitización (cloro) por electrólisis salina

El Potencial de Oxidación / reducción (ORP ó potencial redox) define la capacidad de una sustancia tanto de liberar como de conseguir electrones libres. La unidad de medida es el milivoltio (mV), siendo un excelente indicador de la contaminación de las aguas. Los estudios han demostrado que la duración de la vida de las bacterias en el agua **desciende más rápidamente** con un valor de ORP más elevado que la concentración de cloro en agua. El gráfico muestra la espectacular disminución en tiempo de desinfección para la bacteria E. Coli cuando los valores de ORP aumentan. ***Controlando el pH y el ORP se puede optimizar el uso de los desinfectantes.*** Esto es económicamente rentable e incluso cuidamos el medio ambiente. El segundo gráfico muestra el tiempo de desinfección en minutos para una cloración apropiada con relación a los valores de pH y ORP.

Sanitización por Electrólisis Salina

El sistema de cloración por electrólisis salina sólo necesita para su funcionamiento agua, sal marina de consumo humano y electricidad. Está basado en la producción natural de hipoclorito sódico, oxígeno y ozono mediante electrólisis. Se trata de un ciclo cerrado que permite mantener el agua sin cambiarla durante 5 ó 6 años, renovando únicamente las pérdidas por evaporación y lavado de filtros. El agua salada es un antiséptico natural y todos los productos producidos en las reacciones son desinfectantes. El contenido en yodo de la sal favorece el bronceado, se eliminan los olores, las irritaciones y peligros de la cloración tradicional.

9.4 Prevención de la corrosión y las incrustaciones

La corrosión

En las grandes conducciones y arterias, los materiales tradicionalmente empleados han sido el fibrocemento y la fundición. En nuestro país las redes de distribución alcanzan unos 36.000 Km., siendo más del 80 % de ellas de estos materiales. Las infraestructuras hidráulicas están envejeciendo, haciendo necesaria la reparación o sustitución de miles de Km. de conducciones para agua potable y saneamiento. ¿A qué se debe esta situación? En la mayoría de los casos a un fenómeno muy corriente y conocido: **la corrosión**. Se define la corrosión como la destrucción de un metal o aleación por reacción química o electroquímica con el medio que le rodea. Las diferencias de potencial electroquímico que se presentan en la superficie de un metal originan pilas galvánicas: unas zonas del metal actúan como ánodos y otras como cátodos, y el agua o la humedad como electrolito. En las zonas anódicas los átomos pierden electrones (**se oxidan**), que pasan a formar parte del electrolito. En las zonas catódicas se produce reducción: bien del oxígeno disuelto en el agua, bien de los iones hidrógeno atacados por los electrones liberados en las zonas anódicas, para producir iones hidroxilo o liberar en forma de gas el hidrógeno. Los productos de corrosión formados suelen ser hidróxidos del metal de que se trate. Hay factores que intensifican el proceso de corrosión: humedad, oxígeno, productos disueltos (hierro, manganeso), temperatura, presión, etc.

Para proteger las conducciones de la corrosión es frecuente que las tuberías de acero lleven un buen revestimiento y además se equipen con sistemas complementarios de protección catódica. En el caso de tuberías de fundición, nos encontramos con recubrimientos de zinc complementados con pintura bituminosa y discontinuidad eléctrica entre tubos. La resistencia a la corrosión es superior a la del acero protegido mediante revestimientos externos pasivos.

Protección catódica

Mediante una corriente eléctrica aplicada exteriormente, la corrosión se reduce virtualmente a cero y se puede mantener una superficie metálica en un medio corrosivo, sin sufrir deterioro durante un tiempo indefinido. Para ello, el metal a proteger debe alcanzar un determinado potencial respecto a un electrodo de referencia, denominado **Potencial de Protección**. Su campo clásico de aplicación es en protección externa de estructuras metálicas sumergidas o enterradas, y en protección interna de depósitos y grandes tubos que contengan agua. La protección catódica puede conseguirse mediante tres sistemas: ánodos de sacrificio, circuitos de corriente impresa o catalizador metálico.

Las incrustaciones metálicas

La presencia de hierro y manganeso en concentraciones elevadas supone un grave problema para el mantenimiento de la calidad del agua de los abastecimientos. Por exposición al aire o al oxígeno disuelto se oxidan los estados solubles de ambos metales, dando lugar a precipitados coloidales que confieren al agua un sabor metálico y un elevado grado de turbidez. La deposición de estos precipitados puede ser causa directa de corrosión y desarrollo de bacterias (géneros *Clonothrix* y *Crenothrix*), así como manchas en los terminales de grifería y ropa lavada. Recientemente, la aplicación de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) se ha revelado como un método económico y eficaz para el control de los metales de hierro y manganeso en disolución y para la eliminación de estas incrustaciones de las conducciones de abastecimiento. Los radicales OH generados tras la reacción del agua oxigenada con ambos metales transforman estas incrustaciones en un polvillo arenoso que puede ser eliminado por arrastre.

Las incrustaciones calcáreas

Los científicos y los ingenieros que han estudiado la formación de la cal en las conducciones y los sistemas de agua caliente, han determinado que las incrustaciones están compuestas principalmente de carbonatos de calcio y magnesio, siendo necesaria la presencia de sílice, alúmina o sulfato cálcico, que actúan como **cementadores**, al igual que ocurre en la naturaleza.

Coloides incluyendo sílice, alúmina y arcilla, cuando están en suspensión en el agua, frecuentemente llevan carga negativa. Si esta carga negativa (exceso de electrones) es neutralizada los coloides coagulan, precipitan y se combinan o son absorbidos por los carbonatos de calcio, magnesio y sulfato cálcico: estas son las típicas incrustaciones calcáreas. El grosor y dureza de las incrustaciones aumenta cuando son mayores las concentraciones de sílice, alúmina o sulfato cálcico. La capacidad termo aislante de 1 m/m de cal es equivalente a 7,5 cm. de hierro.

Catalizador metálico

El proceso catalítico no es un método magnético ni químico. El catalizador metálico consiste en una carcasa que forma parte de la conducción de agua y dispone de una conexión eléctrica al terreno. Internamente contiene un núcleo de metales preciosos con forma de múltiples venturis, para crear un alto grado de turbulencia y contacto del agua con la superficie física del núcleo. El núcleo posee una electronegatividad (-500mV) menor que cualquier tipo de agua. En estas condiciones, el agua eleva su potencial redox, absorbiendo millones de electrones procedentes del núcleo y de la toma de tierra. El agua catalizada libera radicales OH y gases disueltos, elimina la cohesión que existe entre las partículas minerales del agua, disuelve y mantiene limpias de incrustaciones metálicas y calcáreas las conducciones y depósitos de agua e inhibe el crecimiento de hongos, algas, bacterias y bio-film, por eliminación del nutriente de éstos. En agricultura evita la oxidación y las manchas de cal en las hojas de las plantas, mejora la humectación del terreno, las sales no taponan los poros de las raíces. Con más de 50.000 instalaciones en todo el mundo ha demostrado sobrada eficacia en aguas con más de 100 °f (1gr/l) de dureza, alcance catalítico superior a 25 Km. de conducciones y protección biológica en torres de refrigeración y bebederos de animales. El catalizador no contamina el agua, no usa productos químicos ni produce elementos nocivos, no consume electricidad, el mantenimiento es sencillo y la vida operativa ilimitada.

Conducciones: poliéster reforzado con fibra de vidrio y polietileno

Desde hace más de una década se vienen empleando en algunos países europeos nuevos materiales para grandes y pequeñas conducciones: tuberías de poliéster reforzado y tuberías de polietileno de alta densidad. Ambos tipos de materiales se distinguen por su ligereza, resistencia a la corrosión y fabricación bajo estrictas normas de calidad, y larga vida (estimado en más de 60 años). No necesitan revestimientos ni protección catódica ni ninguna protección especial contra la corrosión. Son inodoras, insípidas y atóxicas. Sus paredes lisas hacen imposible el depósito de algas y la formación de nidos de microorganismos. Resisten a los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico), álcalis, detergentes, rebajadores de tensión, aceites minerales y productos de fermentaciones y alimenticios.

La pérdida de carga por rozamiento es casi nula, manteniendo constante su sección con el tiempo. Dada su gran elasticidad y flexibilidad, la resistencia al golpe de ariete y a las heladas es muy superior a los materiales tradicionales, admiten ser curvadas en frío y se adaptan perfectamente a las irregularidades que pueda presentar el terreno.

9.5 Superficies semipermeables para drenaje, canalización y aprovechamiento de pluviales

La captación de agua de lluvia a través de sistemas permeables permite preservarla de su contaminación por arrastre sobre las superficies urbanas, tejados, calles, aparcamientos de superficie, etc., pudiendo ser almacenada y reutilizada.

Mediante la aplicación de estructuras de polipropileno o polietileno rellenas con material granular apto para la vida vegetal se impide la compactación del terreno así como el aplastamiento del césped. En época de lluvias el sistema favorece la infiltración, evitando la aparición de charcos y barro. Las estructuras pueden ir acompañadas de drenaje mediante geotextiles, con objeto de recoger y evacuar rápidamente todo el agua infiltrada para su almacenamiento, depuración y reutilización.

La aplicación de estas superficies en aparcamientos, viales, aceras, superficies y zonas ajardinadas, supone unos costos económicos similares a las técnicas tradicionales y aporta las siguientes ventajas:

- Contrarresta los efectos de impermeabilización de las urbes
- Reduce los problemas de inundaciones y encharcamientos
- Reduce la contaminación térmica
- Mejora la calidad de la atmósfera (aumento de la vegetación y generación de oxígeno)
- Recupera todo el exceso del agua de riego
- Elimina hábitats urbanos de insectos y roedores y malos olores del alcantarillado
- Mayor longevidad del sistema y reducción de costes de mantenimiento
- Eliminación de obstáculos o trabas arquitectónicas, alcorques, cunetas, bordillos
- Evita la contaminación del agua en el interior del sistema de alcantarillado
- Evita la contaminación del agua por escorrentía: la infiltración del agua en el suelo de relleno permite su continua depuración.
- Mejora el aspecto estético de calles y jardines
- El sistema permite aumentar la dotación de cubierta vegetal reparadora en las urbes
- Fácil y rápida sustitución local, manteniéndose la operatividad de todo el sistema al tratarse de estructuras reticulares ensamblables.
- Facilidad de levantado y sellado del pavimento en caso de obras para canalización de gas, telefonía, cable, etc. Las piezas del sistema son reutilizables.
- Solidez: estas estructuras soportan hasta 70 Tm/m².

9.6 Regeneración del suelo y riego subterráneo

Nuestro país, de clima mediterráneo tiene una muy variada vegetación y jardinería autóctona específica para este tipo de clima. El empleo de plantas y técnicas propias de los países anglosajones

no es sostenible para nuestros recursos hídricos. Es el bajo y subvencionado costo del m³ de agua agrícola el principal factor que favorece la permanencia de las tradicionales formas de regadío.

Automatizar el riego mediante programadores horarios analógicos y digitales permite optimizar el uso del agua. Actualmente ya se comercializan sistemas de riego tele comandado, que procesan la información tanto de las condiciones meteorológicas locales como la analítica del terreno, tipo de cultivo, etc., para regar pequeñas y grandes extensiones con un máximo aprovechamiento del agua.

Las técnicas de riego por goteo, riego exudante y micro-aspersión están muy desarrolladas, proporcionando excelentes resultados con reducidos consumos de agua.

Polímeros hidrófilos para regeneración de suelos áridos y riego subterráneo

30 años de sobreexplotación agrícola y ganadera han salinizado y destruido miles de hectáreas de suelo antaño fértil. Existen soluciones que regeneran suelos áridos, facilitando su oxigenación, humectación y equilibrio de minerales. TerraCottem es una mezcla bien equilibrada de 23 sustancias diferentes pertenecientes a 6 familias distintas (polímeros hidrófilos, abonos minerales solubles, abonos minerales de cesión lenta, abonos orgánicos, estimuladores de crecimiento y material portador) que mezclado con la tierra o sustrato va a mejorar su estructura, convirtiendo un suelo árido, estéril, degradado, etc. en un suelo fértil. Incrementa la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes reduciendo las necesidades de riego hasta en un 75 %, mejorando significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El agua de lluvia y/o riego, así como los abonos y estimuladores de crecimiento, son absorbidos y almacenados por los polímeros de TerraCottem formando una especie de micro pantanos en la zona de las raíces, estableciendo de esta forma una gran reserva de agua y nutrientes para las plantas durante muchos años.

Dosis orientativa

Macetas, jardineras	6 gr. /litro de tierra.
Césped, plantas tapizantes	100 - 150 gr/m ²
Plantas individuales en jardinería	8 gr/planta
Árboles, arbustos	1 - 2 gr/litro de tierra extraído del hoyo de plantación
Horticultura, floricultura	30 - 40 gr/metro lineal de caballón

Aplicaciones

- Reforestación, taludes, recuperación de suelos, regeneración de dunas, etc.
- Parques y jardines, campos de golf, campos de fútbol, zonas recreativas y deportivas, etc.
- Invernaderos, horticultura, floricultura, frutales, etc.
- Macetas y jardineras, huertos, parterres, jardines, etc.

10 Iniciativas: Proyecto Life de Alcobendas

Es un proyecto de dos años desarrollado por el Fondo Mundial para la Naturaleza **WWF/Adena**, financiado con Fondos Life de la Unión Europea y patrocinado por la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento del Alcobendas, la Confederación Hidrográfica del Tajo y la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM).

10.1 Objetivos y Estrategias

Nuestro país aborda el siglo XXI con una enorme presión en sus recursos hidrológicos, unas redes obsoletas, un deficiente control, y unas previsiones de disminución en torno al 35 % por los efectos del cambio climático que nos avecina. El proyecto pretende demostrar que es posible hacer un mejor uso y gestión del agua (**gestión desde la demanda**), en vez de promover la construcción de costosos embalses, trasvases y recrecimientos (**gestión desde la oferta**). Con la colaboración de todos los

agentes implicados en el uso y gestión del agua es posible insertar mecanismos de actuación que supongan una **disminución permanente** del consumo y una mejora de la calidad del agua de abastecimiento y efluentes.

Estrategias

- Debate Técnico y Científico sobre la Gestión de la Demanda en las ciudades y difusión de ejemplos
- Dinamización del mercado facilitando la adquisición de **tecnologías de ahorro de agua**
- Promover **cambios en los sectores productivos** introduciendo la gestión medioambiental como elemento estratégico para la empresa.
- **Campaña de comunicación a la población** para que entiendan su papel en el uso del agua y tomen medidas para mejorarlo
- **Demostración en viviendas** de nueva construcción de las ventajas de optimizar el uso del agua.
- Promover **Normativas Municipales** que contemplen un mejor uso y gestión del agua
- **Comunicando** dentro y fuera de Alcobendas, desde la oficina de desarrollo y planificación del proyecto: "La Casa del Agua"

10.2 Debate Técnico y Científico

- Jornadas Internacionales sobre Uso Racional del Agua en las ciudades (16-17 dic)
- Encuentro Intersectorial (construcción, industria, comercio, servicios) sobre ahorro de agua (13 jun)
- Jornadas Internacionales de Xerojardinería mediterránea (25-26 oct)

10.3 Dinamización del mercado

- Acuerdos con fabricantes y distribuidores (20), y comerciantes y grandes superficies (17), para poner al alcance del público tecnologías ahorradoras de agua, a través de las ferreterías, tiendas de saneamiento y centros comerciales de Alcobendas.
- Difusión de una guía de sistemas economizadores de agua (500) entre minoristas, directivos de empresas y sectores hotelero y deportivo, para dar a conocer las características y ventajas de estas tecnologías.
- Difusión de un tríptico informativo (50.000) de economizadores de agua a todos los vecinos de Alcobendas
- Difusión de un Crédito Azul (35.000 folletos) que facilite la inversión en tecnologías ahorradoras de agua

10.4 Cambios en los sectores productivos

- Presentación a las empresas de Alcobendas de las Herramientas de Gestión Medioambiental disponibles en la Comunidad de Madrid.
- Taller de Tecnologías para el Ahorro de Agua, dirigido a profesionales (7 cursillos, 96 asistentes)

10.5 Actividades de Sensibilización ciudadana

- Propuesta de actividades a 250 asociaciones de Alcobendas
- Charlas, diaporamas
- Excursiones a humedales (Tablas de Daimiel), embalses y arroyos de la zona
- Concurso Gran Maratón del Ahorro de Agua promoviendo la adopción de medidas ahorradoras en viviendas y comunidades de Alcobendas (17 inscripciones)
- Fiesta del agua (600 asistentes)
- Propuesta de actividades a 34 colegios públicos
- Gymkhana del Agua
- Exposición sobre el Agua en la Casa de la Cultura
- Oficina permanente de información y demostración de tecnologías (más de 1000 visitas a La Casa del Agua)

10.6 Estrategia de comunicación

Programa semanal del radio "El Rincón del agua" (24 programas)

Spots televisivos de difusión de actividades del proyecto (A3, T5, TV1, TV2, Tele Madrid)

Dos campañas de difusión gráfica en el mobiliario publicitario de Alcobendas

Envío de documentos específicos del proyecto solicitados por particulares y entidades de toda España

Informaciones en 10 emisoras de radio de difusión local y nacional

Anuncios de eventos del proyecto en la revista semanal Sietedías (35.000 ejemplares)

10.7 Demostración en Viviendas de nueva construcción

- Concurso de ideas para la incorporación de la gestión racional del agua en el diseño y ejecución de proyectos de edificación urbanístico

- Ejecución de la idea ganadora en 280 viviendas municipales de nueva construcción.

- Difusión a todas las promotoras del complejo urbanístico de Valdela Fuentes (3000 viviendas)

- Difusión de 5000 folletos del proyecto de ejecución a ayuntamientos, colegios profesionales, etc.

10.8 Consejos para las Actividades de Educación Ambiental

El proceso que ha continuado exponemos es el fruto de la experiencia que durante 2 años hemos adquirido con el trabajo con la población escolar y colectivos sociales en el proyecto LIFE

“Alcobendas, ciudad del agua para el siglo 21”.

Cambiar las actitudes de las personas requiere trabajar de forma directa con la población. Los colectivos sociales: asociaciones, casas regionales, comunidades de vecinos y la comunidad escolar constituyen el tejido social más representativo de la vida en una ciudad, su papel es fundamental en la difusión de la riqueza cultural y en la transmisión de valores sociales y ambientales.

Teniendo siempre como referencia los objetivos del proyecto, es conveniente ofrecer una propuesta de actividades concretas detallada y flexible, que permita tanto a los centros escolares como a las asociaciones y colectivos incluirlas sin demasiada dificultad en su programación. Conocer sus ideas previas y conocimientos del tema permite definir las actividades de acuerdo con sus necesidades y evita pérdidas de energías.

En los centros educativos el año escolar se perfila entre la segunda quincena de septiembre y la primera de octubre: es el momento de presentar de forma personalizada nuestras propuestas a la dirección y los responsables de las actividades extraescolares y de Ciencias.

Sin duda las actividades que mayor éxito de convocatoria alcanzan son las festivas, los eventos imaginativos en los que se combinan actividades de ocio y divertimento. Es primordial regalar algún detalle como refrescos o plantas si queremos asegurarnos la presencia de participantes. Las fiestas de carnaval, ferias de diferente índole o una muestra de teatro local pueden ser foros idóneos.