

*CATÁLOGO DE POSIBLES ACTUACIONES LOCALES  
EN MATERIA ENERGÉTICA PARA DESARROLLAR EN  
LOS MUNICIPIOS*

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO ENERGÉTICO SOSTENIBLE Y NORMATIVA APLICABLE</b>	<b>3</b>
1.1	Introducción .....	3
1.2	Fuentes de financiación de apoyo adicionales. ....	8
<b>2</b>	<b>CATALOGO PROPUESTO DE POSIBLES ACTUACIONES A PROMOVER DENTRO DE LOS MUNICIPIOS</b> .....	<b>9</b>
2.1	ALUMBRADO PÚBLICO: .....	10
2.1.1	Limpieza y mantenimiento del AP: .....	10
2.1.2	Cambio de luminarias para adaptarlas a la Protección del Cielo Nocturno, y/o cambio de luminarias completas por luminarias con tecnología LED: .....	10
2.1.3	Cambio de lámparas de Alumbrado Público por otras más eficientes y/o instalación de reguladores de flujo: .....	10
2.1.4	Instalación de equipos de encendido y apagado del A. Público: .....	11
2.1.5	Actuación sobre cuadros de mando obsoletos y/o reguladores-estabilizadores de tensión: 11	11
2.1.6	Instalación de Farolas solares de Alumbrado Público: .....	11
2.1.7	Instalación de sistemas de regulación y control: .....	12
2.1.8	Actuaciones de implantación de sistemas antirrobo de cables: .....	12
2.1.9	Soterramiento de cableado en los centros urbanos antiguos: .....	12
2.1.10	Actuaciones integrales de renovación del AP: .....	12
2.2	CALLES Y CARRETERAS: .....	12
2.3	BIOMASA: .....	13
2.4	CULTIVOS ENERGETICOS: .....	15
2.5	JARDINES: .....	16
2.6	PLANES FORESTALES: .....	17
2.7	EDIFICIOS PÚBLICOS: .....	18
2.8	GESTION DEL AGUA: .....	21
2.8.1	Captación .....	22
2.8.2	Potabilización.....	24
2.8.3	Distribución, consumo y recogida de agua residual.....	24
2.8.4	Depuración.....	25
2.8.5	Regeneración y reutilización del agua .....	27
2.8.6	Otras oportunidades de mejora .....	28
2.9	RESIDUOS: .....	29
2.10	OTROS: .....	29

## 1 INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO ENERGÉTICO SOSTENIBLE Y NORMATIVA APLICABLE

El desarrollo experimentado por los municipios andaluces lleva implícito un importante incremento de los gastos relacionados con el consumo energético de las instalaciones, ya sean de alumbrado público, de bombeo, dependencias municipales o servicios en general.

*\*Fuente: Programa AUDGRA de Diputación de Granada*

Granada cuenta con importantes recursos renovables en explotación (sol, eólica, hidráulica y biomasa) y un potencial elevado de geotermia que en un futuro permitirán el desarrollo de proyectos. La provincia no posee generación eléctrica convencional, esto unido a que su nivel de industrialización es medio-bajo origina que el consumo per cápita sea un 26% inferior a la media de Andalucía.

El desarrollo de la tecnología termosolar ha sido muy importante en la provincia, en 2008 se puso en funcionamiento la primera planta comercial en el mundo que disponía de almacenamiento térmico.

*\*Fuente: Agencia Andaluza de la Energía*

La propuesta de la Red Granadina de Municipios hacia la Sostenibilidad (GRAMAS), promovida por la Diputación de Granada, se instaura en el marco de la *Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana*. Así como, en los principios y directrices establecidos en la *Estrategia Temática de la Unión Europea sobre Medio Ambiente Urbano* y en la *Estrategia Nacional de Medio Ambiente*. El principal **objetivo** de esta Red será la de **facilitar la cooperación y el intercambio de experiencias**, en materia de sostenibilidad, **entre los municipios**, así como la coordinación con la *Red de Redes Estatal de Desarrollo Local Sostenible*, así como con otras redes de objetivos similares.

Dentro de los diferentes objetivos propuestos por la red, está el del desarrollo energético sostenible, del que se ha formado un grupo específico de participación en la provincia, que aborda los diferentes intereses de las entidades locales en torno a esta temática. Es a través de este grupo de trabajo que surge la necesidad de elaborar una guía tipo que ayude a los municipios en su toma de decisiones en torno a desarrollos vinculados al ahorro y la eficiencia energética y a las energías renovables.

Por todo ello se desarrolla este documento guía para los municipios, de cara a que conozcan de forma rápida y sencilla, las principales posibilidades de actuación en lo referente a energías renovables y técnicas de ahorro y eficiencia energética dentro de los servicios municipales.

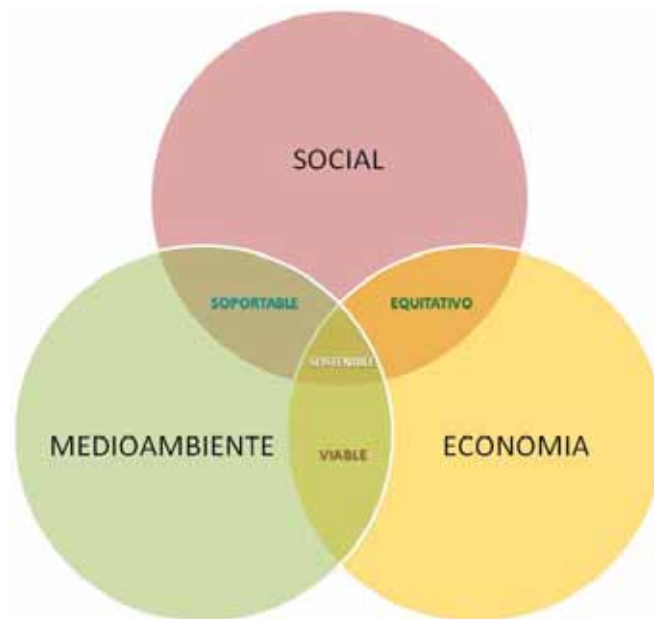
### 1.1 Introducción

Por tanto, el primer paso para poder llegar a este objetivo es conocer bien de lo que estamos hablando. Empezaremos viendo que es eso que oímos tan a menudo en nuestros días sobre la sostenibilidad. El **Desarrollo Sostenible** es un patrón de uso de los recursos que tiene como objetivo satisfacer las necesidades humanas, preservando el medio ambiente para que estas necesidades pueden ser atendidas no sólo en el presente, sino también para las generaciones

futuras. El término fue utilizado por la Comisión Brundtland, que acuñó lo que se ha convertido en la definición más frecuentemente citada de desarrollo sostenible como:

*el desarrollo que "satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"*

El concepto del desarrollo sostenible vincula la preocupación por la capacidad de los sistemas naturales con los desafíos sociales a los que se enfrenta la humanidad. Ya en la década de 1970 la "sostenibilidad" se emplea para describir una economía "en equilibrio con los sistemas básicos de apoyo ecológico". Los ecologistas han señalado "los límites del crecimiento", y han presentado la alternativa de una "economía de estado estable" para poder abordar los problemas ambientales.



El campo del desarrollo sostenible puede ser conceptualmente dividido en tres partes constitutivas: la sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica y sostenibilidad socio-política.

De este modo los proyectos pueden ser de los siguientes tipos:

**SOPORTABLE:** Bueno social y medioambientalmente. Nos gusta a todos, pero no hay actividad económica asociada que nos permita tener un medio de vida. Ejemplo que se podría discutir, cierre de las minas de Alquife sin buscar una alternativa económica para la zona.

**VIABLE:** Bueno medioambiental y económicamente. Es viable, pero por algún motivo concreto tienen contestación social. Ejemplo que se podría discutir, implantación de parque eólico en zona turística donde los comerciantes tienen miedo al impacto que pueda provocar.

**EQUITATIVO:** Bueno social y económicamente. Desde un punto de vista de sostenibilidad se entiende la economía equitativa aquella que tiene en cuenta las necesidades básicas humanas, generando actividad económica para repartir los recursos económicos entre los actores para alcanzar dichas necesidades básicas. Ejemplo que se podría discutir, un campo de golf en una zona con pocos recursos hídricos, donde gustará a la sociedad en general, podrá generar empleo,

pero consumirá unos recursos escasos que entrarán en competencia con otros usos de los mismos, así como con necesidades básicas para el medioambiente.

**SOSTENIBLE:** Correcto para los 3 factores, por tanto este es el tipo de proyecto que más posibilidades de sostenerse en el tiempo tiene. Este es un término más bien utópico, del que será difícil encontrar un ejemplo claro, pero al que sí que podemos acercarnos.

Por todo ello, para hablar con propiedad de desarrollo sostenible, desarrollo energético sostenible, o sostenibilidad, siempre habrá que tener en cuenta que cualquier proyecto deberá contemplar estas 3 variables (social, económico, y medioambiental), sin perder de vista ninguna de ellas.

Es decir, cualquier proyecto que se quiera hacer más “sostenible” deberá mejorar el impacto medioambiental, la aceptación social, y el beneficio económico o la actividad económica generada. No se trata de cuidar el medioambiente a coste de actividad económica, o generando contestación social.



En el caso del desarrollo **energético** sostenible nos referimos a aplicar en la medida de lo posible criterios de sostenibilidad en el ámbito del uso de la energía, y dentro de este campo podemos actuar en el lado del consumo (**ahorro y eficiencia**), o en el lado de la producción (**energías renovables**). Es importante comprender que el principal motivo que propulsa que nuestros gobiernos apuesten por el cambio de modelo energético actual, es la “finitud” de las fuentes energéticas usadas de forma mayoritaria actualmente, con el consecuente riesgo económico que esto conlleva, por ello también se habla de **diversificación** de fuentes energéticas para eliminar dependencias demasiado grandes de alguna fuente energética concreta. Además las energías renovables van acompañadas de una mejora medioambiental importante, y no están geo localizadas en lugares tan específicos como las fuentes de energía convencional, y su potencial de uso es enorme.

Aproximadamente el 2% de la energía del sol se convierte en energía cinética de los vientos de la atmósfera, el 35% de esta energía se disipa en la capa de la atmósfera sólo una milla por encima del suelo. También se estima que por su aleatoriedad y dispersión puede ser utilizada



sólo una treceava parte, suficiente para abastecer 10 veces el actual consumo de energía primaria en todo el mundo. De ahí su enorme potencial e interés.

En la provincia de Granada disponemos de potenciales contrastados de Energía Solar, Eólica, y de la Biomasa muy importantes, y no aprovechar un recurso endógeno tan abundante sería un grave error estratégico.

Vamos a ver una breve descripción de las diferentes fuentes de energía actualmente disponibles a nivel comercial que pudieran utilizarse en proyectos desarrollados a nivel municipal:

- **Energía Solar:** La Energía Solar se puede aprovechar de muchas formas, existen actualmente equipos que producen frío a partir del sol, equipos termodinámicos, grandes centrales, etc. Sin embargo en el caso de actuaciones a nivel municipal, hablaremos de actuaciones solares básicas como son las instalaciones Solares Térmicas para cubrir una cierta demanda térmica, e Instalaciones Solares Fotovoltaicas para cubrir una cierta demanda de electricidad (conectada a red o autónoma, para bombeos, para edificios, para estaciones de señalización, etc.).



- **Energía Eólica:** La Energía Eólica se puede aprovechar de diferentes maneras, conociendo principalmente los parques eólicos que actualmente abundan en nuestro país. Sin embargo en el caso de actuaciones a nivel municipal, hablaremos de actuaciones eólicas de pequeña y mediana potencia, para producción de trabajos mecánicos (típicamente bombeo de agua), o para producción de electricidad asociada a un consumo existente (conectadas a red o autónomas, para bombeos, para edificios, para estaciones de señalización, etc.).



- **Energía de la Biomasa:** La Energía de la Biomasa abre un campo de trabajo enorme, pudiendo encontrarnos con biocombustibles líquidos, gaseosos, y sólidos, procedentes de diferentes tipos de fuentes. Sin embargo en el caso de actuaciones a nivel municipal, hablaremos de actuaciones de aprovechamiento de la Biomasa sólida para cubrir una cierta demanda térmica (principalmente aprovechamiento de recursos locales para producir combustible para el municipio). También se puede optar por biocarburantes para flotas de transporte, pero actualmente su disponibilidad va asociada al tamaño de la flota al no existir demasiadas estaciones de servicio, y en la provincia de Granada son pocos los municipios con grandes flotas de transporte.



- **Energía Geotermia:** La Energía Geotérmica puede aprovecharse según el recurso disponible en el subsuelo, pudiendo hacer aprovechamientos a alta temperatura (no detectados en la provincia), a media temperatura (existen varios yacimientos en la provincia donde sería posible este tipo de actuación), y de baja temperatura (prácticamente viables en todo el territorio de la provincia). Sin embargo en el caso de actuaciones a nivel municipal, hablaremos de actuaciones de baja temperatura, aprovechando un efecto similar al de las casas cueva que tenemos en nuestra región, donde la inercia térmica del terreno puede conseguir aportarnos la energía necesaria para cubrir principalmente demandas de climatización.
- **Energía Mini hidráulica:** La Energía Mini hidráulica viene aprovechándose principalmente en los cauces de ríos con un cierto potencial de aprovechamiento de energía. Sin embargo, son cada vez más las empresas que desarrollan nuevos productos capaces de producir energía eléctrica (también mecánica, pero menos habitual) con muy pequeños caudales y presiones, yendo desde aplicaciones para cargar el móvil en los riachuelos, hasta aplicaciones que aprovechan las bajantes de las tuberías de instalaciones de abastecimiento para producir parte de los consumos asociados a los sistemas de bombeo.
- **Combustibles fósiles:** Los combustibles fósiles siguen siendo una opción, sin embargo los problemas asociados a este tipo de combustibles pesan cada vez más, y **lo ideal en nuevas actuaciones sería utilizarlos solo en forma de apoyo en instalaciones antiguas.** Si es cierto, que en aquellos casos donde nos llega la red de Gas Natural, este tipo de combustible si es interesante considerarlo debido a que los precios de este combustible son bastante competitivos, y las emisiones que produce este combustible son mucho menores que las producidas por el resto de combustibles fósiles. En todo caso sería siempre interesante combinarlo con una instalación de energía solar térmica y/o biomasa de apoyo.
- **Suministro eléctrico:** Para cubrir una cierta demanda energética en una instalación municipal, aunque no se trate de una fuente energética como tal, siempre existe la opción

de comprar equipos que utilicen electricidad, y consumir la electricidad producida de la red eléctrica. En los casos que existan de este tipo, se pueden desarrollar actividades de ajuste de los contratos eléctricos, adhesión a cooperativas de producción eléctrica, **o compra de electricidad verde**, que siempre pueden mejorar las condiciones de impacto ambiental que produce el uso de este tipo de servicio.

En el caso del ahorro y la eficiencia energética, también existe un importante potencial de ahorro en los municipios, muchas veces asociado a la implementación de tecnología innovadora. Sin embargo existen múltiples actuaciones de cambio de comportamiento que han demostrado que se pueden conseguir ahorros muy importantes sin inversión alguna (la Agencia Provincial de la Energía de Granada ha trabajado dentro del proyecto Europeo ENERGY NEIGHBOURHOODS II con varios municipios de la provincia, habiendo demostrado que con cambios de comportamiento se puede llegar a ahorrar un 20% de la energía, y en algunos casos cuotas mayores).

## **1.2 Fuentes de financiación de apoyo adicionales.**

1-. Autofinanciación de instalaciones térmicas en edificios (compatibles con las siguientes), Programas SOLCASA, BIOMCASA, y GEOTCASA:

- <http://www.idae.es/index.php/idpag.521/mod.pags/mem.detalle>
- <http://www.idae.es/index.php/idpag.477/relmenu.384/mod.pags/mem.detalle>
- <http://www.idae.es/index.php/id.522/mod.pags/mem.detalle>

*\*Para las instalaciones mini eólicas en edificios no hay ningún programa de autofinanciación como los anteriores, sin embargo es probable que estén incluidas en la nueva legislación de autoconsumo que tienen que aprobarse, en España tenemos ya muchos ejemplos de instalaciones y en países como Portugal existe ya desde hace años una ley que incentiva la incorporación de energía minieólica en las casas.*

2-. Subvenciones para obras de rehabilitación energética de más de 30.000 euros según el programa PAREER-CRECE del IDAE:

<http://www.idae.es/index.php/id.858/relmenu.409/mod.pags/mem.detalle>

3-. Financiación a empresas que no estén participadas en más de un 25% por la administración pública, Fondos Reembolsables: <http://www.agenciaidea.es/cocoon/ai-estatico-.html?p=/Inicio/Incentivos/&s=/Inicio/Incentivos/JeremieAndalucia/JeremieFondoImpulso/&c=JeremieFondoImpulso>

4-. Próxima apertura de nuevas líneas de subvención-financiación por parte de la Agencia Andaluza de la Energía: <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es>

5-. Próxima apertura de nuevas líneas de subvención-financiación por parte del IDAE (Incluida la convocatoria de Economía Baja de Carbono para municipios de menos de 20.000 habitantes): <http://www.idae.es>



6-. Otra serie de fondos específicos de agricultura, desarrollo rural, innovación, ayudas de la PAC, financiación a través de programas como el JESSICA FIDAE, o fondos estructurales de la Unión Europea.



7-. Existen múltiples opciones de financiación para proyectos de energía sostenible, desde bancos, esquemas de renting/leasing de equipos, ayudas financieras de administración pública, o **Empresas de Servicios Energéticos**.

Las Empresas de servicios energéticos son empresas que venden servicios de energía, y no equipamientos energéticos. Estas empresas apoyan inversiones en energía sostenible ofreciendo ayuda técnica y financiera. La idea de estas empresas es la de invertir directamente en los equipos de mejora energética, y firmar un contrato a un plazo que permita amortizar las inversiones iniciales. Dicho contrato establece las características de las inversiones a acometer, los ahorros que se deben conseguir, y las cuotas de pago a la empresa por venta de energía, amortización de la inversión, y gestión de los equipamientos energéticos. La cuota de pago a la empresa debe ser siempre menor que el gasto actual en el que incurre el propietario de las instalaciones (energía y mantenimiento).

## 2 CATALOGO PROPUESTO DE POSIBLES ACTUACIONES A PROMOVER DENTRO DE LOS MUNICIPIOS

De cara a motivar a los trabajadores, es interesante explicarles, dentro de su horario de trabajo, para que vaya a servir cada una de las actuaciones que van a realizar, que posibilidades nos ofrecen en su conjunto, y porque apostamos por estas actuaciones.



Los municipios integrantes del grupo de trabajo de Energía de la red GRAMAS indicaban que era interesante incluir en un posible catalogo actuaciones que no fueran demasiado concretas, de cara a que se pudiesen diseñar proyectos de actuación para la casuística de cada convocatoria y lugar donde se realice la actuación. De este modo se presenta a continuación un catálogo de

actuaciones genéricas tipo donde se entiende que el municipio puede desarrollar su actividad en relación con Energía Sostenible.

## **2.1 ALUMBRADO PÚBLICO:**

Tal y como indican las Auditorías Energéticas municipales en la mayor parte de los municipios de la provincia, el Alumbrado Público constituye el principal gasto energético en los municipios granadinos, seguido por los consumos en edificios (principalmente calefacción y climatización de piscinas en caso de existir) y en bombeo de agua.

En lo que respecta a Alumbrado Público caben actuaciones del tipo integral, hasta actuaciones simples y necesarias como puede ser la simple limpieza y mantenimiento mínimo de los equipos. Hay que tener en cuenta que estos trabajos se deberán coordinar en todo momento con las personas encargadas del mantenimiento/gestión del alumbrado público en el municipio. Subdividiremos esta actuación en varias de las que se han visto viables:

### **2.1.1 Limpieza y mantenimiento del Alumbrado Público:**

El grado de iluminación en la calzada donde transitan los vecinos depende en gran medida de los equipos instalados, pero en muchos casos se reduce considerablemente, o no se dirige correctamente debido a defectos en la limpieza y mantenimiento de los equipos. Existen farolas completamente ocultas por la vegetación circundante, equipos sucios que dejan pasar muy poca luz, orientaciones de las luminarias defectuosas, y materiales de cierre de luminarias viejos que dejan pasar poca luz. Todo este tipo de defectos se pueden solventar con trabajos que no requieren de mucha técnica y que conseguirán una mejor iluminación de las calles de los municipios y una mayor vida de los equipos. Se pueden desarrollar también en este campo trabajos de inspección (acompañados de cursos sencillos de una jornada) para detectar posibles deficiencias de limpieza y mantenimiento.

### **2.1.2 Cambio de luminarias para adaptarlas a la Protección del Cielo Nocturno, y/o cambio de luminarias completas por luminarias con tecnología LED:**

La normativa Andaluza actual obliga a los municipios a cambiar todas aquellas luminarias de Alumbrado Público que emitan mucha luz hacia el cielo (FHS<sup>1</sup>>25%, como las villa con la lámpara en vertical, las tipo globo, las fernandinas con la lámpara vertical, etc.) antes del 2020 y sustituirlas por otras con una mínima emisión de luz hacia el cielo (FHS<1%). De este modo el cambio de luminarias completas en el Alumbrado Público es un trabajo que no desempeña una dificultad especial.

### **2.1.3 Cambio de lámparas de Alumbrado Público por otras más eficientes y/o instalación de reguladores de flujo:**

Este caso sería parecido a la actuación anterior, pero con una complicación añadida, al tener que ver el tipo de casquillo disponible en las luminarias actuales, la adaptación y

---

<sup>1</sup> Flujo Hemisférico Superior

homologación de las nuevas lámparas a las antiguas luminarias, y la posible desconexión de los equipos de encendido, y la disipación de calor dentro de la luminaria. Este tipo de actuación es viable en casos muy sencillos donde solo se cambian bombillas de la misma tecnología por otras más nuevas y con mejor eficiencia, o en sitios donde las bombillas antiguas se han roto o se han fundido. En casos más complicados habría que ver la viabilidad concreta.



#### **2.1.4 Instalación de equipos de encendido y apagado del A. Público:**

Se trataría de hacer instalación de estos equipos o bien en cabecera, o bien punto a punto, según la tecnología actual existente en las instalaciones municipales. Ya existen muchas instalaciones con este tipo de equipos, de modo que se podría plantear una actuación de este tipo en aquellos casos donde no existan este tipo de equipos, o estén obsoletos los existentes.

#### **2.1.5 Actuación sobre cuadros de mando obsoletos y/o reguladores-estabilizadores de tensión:**

De los datos extraídos de las Auditorías Energéticas municipales realizadas por la Diputación de Granada, a través de la Agencia Provincial de la Energía de Granada, se extrae la conclusión de que en el Alumbrado Público de los municipios granadinos existen multitud de cuadros de mando bastante antiguos, con malas protecciones eléctricas, o protecciones inexistentes, y en unas condiciones bastante malas. Los trabajos de mejora de los cuadros de mando no se justifican fácilmente con ahorros de energía, pero siguen siendo igualmente necesarios para un correcto funcionamiento de las instalaciones. Siendo los trabajos necesarios de mejora de los cuadros de mando, y adaptación a la nueva normativa. De igual manera, los trabajos para instalar reguladores/estabilizadores de tensión en los cuadros de mando son similares, y este tipo de actuación si conlleva ahorros energéticos, y una mejora en la vida útil en los equipos instalados.

#### **2.1.6 Instalación de Farolas solares de Alumbrado Público:**

En aquellos núcleos urbanos donde no llega la red eléctrica y existen necesidades de iluminación, pueden instalarse farolas solares



fotovoltaicas. La instalación de este tipo de farolas consiste principalmente en la cimentación del ligar, atornillar la farola a la cimentación, y ponerla en funcionamiento. De este modo es un trabajo viable a desarrollar dentro del programa. En cualquier caso las indicaciones de seguridad antirrobo de los equipos deberán quedar a cargo de las personas encargadas del mantenimiento de las instalaciones.

### **2.1.7 Instalación de sistemas de regulación y control:**

Cada vez se habla más de las Smart Cities, y de los sistemas inteligentes de control de las instalaciones. El Alumbrado Público es una instalación ideal donde se puede hacer este tipo de instalaciones, dotando de un sistema de alarma temprana, encendido/apagado de presencia, sensorización de servicios, y de gestión y control del servicio al Ayuntamiento. Sin embargo para la parametrización de los equipos y la sincronización de los mismos es necesario un soporte directo de la empresa distribuidora de los equipos. De este modo se podría estudiar este tipo de actuación.

### **2.1.8 Actuaciones de implantación de sistemas antirrobo de cables:**

Ante la preocupación existente por el robo de cables de instalaciones públicas, cada vez más empresas diseñan sistemas antirrobo de cables a menor coste y mayor facilidad de instalación. De este modo, no es necesaria una cualificación muy alta para instalar equipos individuales de señal en diferentes tramos del cableado, y el municipio puede disponer de un sistema de alarma rápida que identifique si se está produciendo este hecho las 24 horas del día.

### **2.1.9 Soterramiento de cableado en los centros urbanos antiguos:**

Este tipo de actuación englobaría principalmente trabajos de albañilería y electricidad, siendo viable realizarlo, y cumpliendo con una mejora paisajística y una renovación del cableado muy necesarias. Este tipo de actuación deberá hacerse en coordinación con la compañía de distribución eléctrica de la zona, intentando aprovechar otras actuaciones que se vayan a realizar de actualización de carreteras, red de saneamiento, etc. Se procurará la eliminación de las instalaciones aéreas, cables posados o tensados, cajas de conexión, contadores y cajas de registro, y centros de transformación en el entorno urbano en la medida de lo posible. Asimismo, se podrá corregir aquellos elementos que se encuentren en mal estado o presenten un estado deficiente, reemplazando los componentes deteriorados o reponiendo los existentes.

### **2.1.10 Actuaciones integrales de renovación del AP:**

Este tipo de actuación englobaría todas o varias de las anteriores actuaciones de forma conjunta en algún barrio o zona del municipio. Este tipo de actuaciones necesitará de una mayor asistencia técnica de los responsables municipales y de la propia Diputación.

## **2.2 CALLES Y CARRETERAS:**

Este tipo de actuaciones son plenamente asumibles y sólo bastaría una dirección técnica orientada a la sostenibilidad y eficiencia. En este caso, el personal técnico contratado, tales como arquitectos o aparejadores, son los que deben tener en cuenta los criterios de

sostenibilidad y eficiencia energética en sus proyectos. Por ejemplo, acerados mayores, peatonalización, zonas de calmado de tráfico, carriles bici, o caminos rurales.

Dentro de este tipo de actuación, los trabajos que ya se vienen haciendo de este tipo de obras, pueden encaminarse a actuaciones de adecuación de los viales a políticas de movilidad en los municipios, como amplitud en los acerados, vías peatonales, zonas calmadas de tráfico, carril bici, caminos rurales para fomentar el acceso entre municipios, senderos señalizados, zonas de aparcamiento preferencial para vehículos menos contaminantes, etc.

Además se pueden acometer labores de limpieza de márgenes de caminos rurales y senderos de tierra, así como carriles bici, carreteras locales, etc, para mejorar la capacidad de paso y el uso de estas infraestructuras.

Para fomentar el cambio a otros modelos de transporte y potenciar modos como la bicicleta o andar, es interesante acompañar estas actuaciones con la implementación de una correcta señalización que acompañe las infraestructuras renovadas.

Por último, estas actuaciones se pueden complementar con la utilización de materiales innovadores y/o reciclados, como el asfaltado mediante mezclas que integran neumáticos fuera de uso (NFU), materiales que son capaces de absorber CO<sub>2</sub>, elementos que integren energía solar, sensorización/señalización de algunos elementos de estas infraestructuras, sistemas de drenaje y recogida de aguas pluviales innovadores anejos a estas infraestructuras, etc.

### **2.3 BIOMASA:**

En este caso es difícil que se lleven a cabo instalaciones completas de calderas de biomasa, sin embargo si es perfectamente viable realizar obras de adecuación de los espacios, construcción del espacio de almacenaje (silo), y/o adecuación de los accesos a estas zonas en coordinación con los operarios que posteriormente queden de encargados del mantenimiento de la calefacción. Muchas veces falta acondicionar los espacios y actualizarlos a las exigencias del RITE<sup>2</sup>, o hay problemas en el acceso para suministrar Biomasa.

También se pueden realizar los trabajos de fontanería necesarios para renovar aquellas bombas del circuito existente que estén en mal estado, o mejorara/actualizar los sistemas existentes de fontanería de calefacción y ACS.

Por último, sería interesante acometer trabajos de mejora de la sala de calderas, entre los que instalar un sistema de Bypass que permita seguir funcionando con la caldera actual, y a su vez permita acoplar una posible caldera de biomasa en el futuro que mantenga la caldera actual como sistema de apoyo en caso de incidencias y/o trabajos de mantenimiento.

Todos estos trabajos no entran dentro de las ayudas que se vienen dando periódicamente a la instalación de calderas de biomasa, y después resultan en complicaciones o malfuncionamiento de las nuevas calderas.

En lo que respecta a otros campos relacionados con la biomasa, como es la propia producción de combustible para el ayuntamiento, existen varias actuaciones a estudiar:

- Limpieza y mantenimiento de jardines, espacios verdes públicos, así como arboledas ubicadas en espacios públicos, de cara a mejorar su aspecto paisajístico ó en el caso de

<sup>2</sup> Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.



arboledas evitar en lo posible la propagación de incendios. Estudio de aprovechamiento de estos residuos como biomasa con astilladora y secado natural.

- Limpieza y desbrozado de solares municipales y espacios que se encuentren en desuso, de manera que se evite el peligro de incendio, contaminación o proliferación de plagas. Estudio de aprovechamiento de estos residuos como biomasa con astilladora y secado natural.
- Acción de limpieza y puesta en valor de márgenes de ríos, contemplando una actuación de siembra de especies autóctonas adecuadas, consiguiendo por un lado el valor paisajístico rural, y por otro lado el valor de utilidad natural para evitar la degradación del terreno. Del material de limpieza de márgenes de ríos se puede evaluar el aprovechamiento de estos residuos como biomasa con astilladora y secado natural.

Asociado a estas últimas actuaciones, y de acuerdo a otras posibles actuaciones como el acopio de Biomasa forestal y/o cultivos energéticos, puede ser interesante también realizar las obras necesarias para construir un almacén, centro logístico, y/o silo (en función de la capacidad de generación de biomasa del municipio donde se actúe) que pueda servir para gestionar la biomasa que se consuma/produzca a nivel municipal.

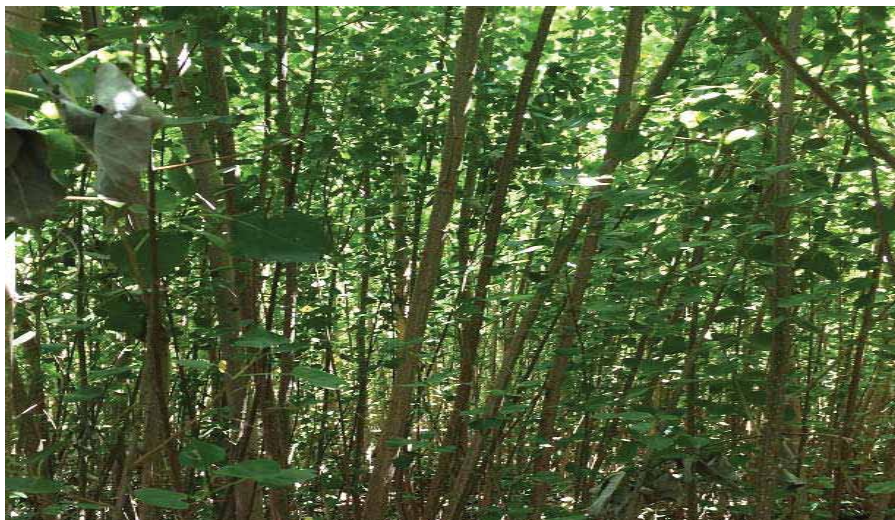


Dadas las posibilidades actuales de acometer instalaciones de calefacción de distrito con Biomasa de producción local, otra actuación interesante puede ser el diseño y ejecución de una red de calor. De este modo el municipio podría acometer por otro lado la instalación de la caldera de Biomasa a través de un programa de ayudas y/o un contrato de servicios energéticos.

Además, dentro de las actuaciones relacionadas con la Biomasa, dada la importancia y la singularidad de las actuaciones, en los siguientes 3 apartados se recogen 3 posibles actuaciones relacionadas con la Biomasa, como son los “Cultivos Energéticos”, las actuaciones en “Jardines” y zonas verdes en general, y los “Planes Forestales” en los municipios con una cierta cantidad de monte público forestal.

## **2.4 CULTIVOS ENERGETICOS:**

Dentro del sector de la Biomasa, el de los cultivos energéticos es uno de los sectores que mejor podrían conseguir la producción de biomasa local en cantidad suficiente para cubrir la demanda que fuera necesaria. Poder producir nuestro combustible de forma local es uno de los retos a los que se enfrenta la sociedad de hoy en día. Sin embargo, el campo de los cultivos energéticos es amplísimo, y existe una cierta controversia en el uso de ciertos cultivos energéticos según el lugar y la intensidad con que se haga.



Sea como sea, los cultivos energéticos leñosos son una posibilidad interesante en nuestra provincia, y llevan asociados múltiples ventajas. Dentro de las diferentes especies que se han demostrado que pueden tener un buen rendimiento en la provincia están el Chopo, el Olmo o la Robinia (según los últimos resultados experimentales obtenidos en el Patronato Rodríguez Penalva). También se podría utilizar la Pawlonia en determinados municipios, aunque no está dando los resultados esperados inicialmente. Este tipo de cultivos tienen un periodo de preparación de terrenos y siembra típico en primavera y verano, y un periodo de corta típico en otoño.

En la Comunidad de Castilla y León existe un ejemplo claro de plantaciones forestales públicas (principalmente Chopo) a través de la empresa SOMACYL (<http://www.somacyl.es/>). Dicha empresa pública gestiona diferentes plantaciones forestales y promueve entre los municipios de la comunidad instalaciones de calefacción por distrito en edificios municipales, suministrándoles Biomasa local a bajo precio a través de sus plantaciones.

De esta manera, es perfectamente replicable, pudiendo desarrollar acciones de plantación de este tipo de cultivos en terrenos públicos, y posteriormente trabajos de gestión y mantenimiento de estas plantaciones. Es una actividad que puede repercutir en la creación de empresas locales de distribución de Biomasa, o en la producción de biocombustible local para el propio ayuntamiento.

Además de la producción de Biomasa de forma local, y la obtención de combustible barato para posibles redes públicas de calefacción de distrito, la apuesta por los cultivos energéticos leñosos puede crear otro tipo de sinergias, en zonas verdes y jardines, en corredores verdes alrededor de los núcleos urbanos, en zonas de mejora paisajística, o en zonas con erosión, en zonas con peligro de inundación, en zonas donde se necesiten barreras naturales contra el viento, o en creación de senderos turísticos o de recreo para los ciudadanos del municipio.

Este tipo de cultivos se pueden utilizar también a la salida de aguas de una industria y/o EDAR, de manera que puedan ayudar a mejorar la purificación de aguas de este tipo de vertidos (existen diferentes proyectos Europeos con experiencias contrastadas de mejora de los rendimientos de este tipo de cultivos y de viabilidad de riego parcial con este tipo de agua, aunque hay que estudiar cada caso para ver la viabilidad real).



Dentro de las actividades relacionadas con la plantación de estos

cultivos sería interesante la realización de cursos específicos sobre su plantación que puedan apoyar a que la actuación se desarrolle correctamente, y a que los agricultores aprendan más sobre este tipo de cultivos y sobre la posibilidad de dedicar parte de sus tierras al mismo aprovechando la diversificación de cultivos que solicita la UE a través de la PAC.

*\*La Diputación de Granada, y la Agencia Provincial de la Energía de Granada han participado en el proyecto Europeo ROKWOOD sobre este tipo de cultivos, y se puede encontrar mucha información relativa a los mismos en la web oficial del proyecto ([www.rokwood.eu](http://www.rokwood.eu)) y en la de la Agencia ([www.apegr.org](http://www.apegr.org)).*

## 2.5 JARDINES:

Arreglos y mantenimiento de los jardines de los pueblos. De esta manera en los jardines públicos, se pueden diseñar las zonas verdes para minimizar el consumo de agua con especies autóctonas o especies adaptadas al clima local, o utilizando técnicas de riego eficiente como uso de aguas grises, depósitos de aguas pluviales, si es posible riego por caída o con bombas básicas, riego por goteo y con válvulas reguladoras de horario, etc.

Tal y como se ha apuntado anteriormente, las zonas verdes pueden incluir áreas destinadas a Huertos Urbanos y/o a Cultivos Energéticos, combinando zonas de ocio, con otro tipo de servicios a la ciudadanía, como producción de alimentos, protección de viento, creación de senderos y vías de paso, etc.



Un caso interesante es el de Durcal, en el que los vecinos de una de las calles principales del pueblo se pusieron de acuerdo y cultivan en las macetas destinadas al arbolado de la calle principal con excelentes resultados.

También se han probado diferentes experiencias de compostaje en colaboración con la delegación de Medio Ambiente de Diputación de Granada, donde se han implementado zonas de compostaje y/o composteras asociadas a zonas verdes y jardines o huertos urbanos.

Es interesante también aplicar actuaciones donde se sustituya en lo posible en determinados espacios, los pavimentos rígidos habituales (terrazos, hormigón impreso...) por alberos/gravillas u otro tipo de equipamientos, que requieran menos gasto energético para su producción y además actúen como pavimentos filtrantes, lo que permite por un lado recuperar parte del agua para el aporte a veneros subterráneos y disminuye el volumen de agua en las redes de saneamiento (con su posterior evacuación y depuración).

## 2.6 PLANES FORESTALES:

En determinados municipios con mayor superficie de monte sería muy aconsejable la generación de biomasa procedente de la limpieza de dichos montes donde se puede utilizar mano de obra no cualificada para dichas tareas.

De hecho, en el PFEA ha habido ya varias solicitudes de PFEA especiales cuyo objeto era la limpieza de montes, ya que es una necesidad de muchos municipios granadinos preocupados con las posibilidades de incendios forestales y el mantenimiento de sus bosques.

Este trabajo es ideal, ya que a la vez que se realiza una buena labor medioambiental, se obtiene recursos energéticos para calefacciones (que podrían emplearse en edificios públicos como colegios, consultorios, ayuntamientos, aunque principalmente en pequeñas redes de distrito que aúnen varios de estos edificios). De hecho en varios países Europeos existen redes gestionadas por el propio municipio que permiten engancharse a la red de distribución de calor a los vecinos del municipio, previo pago de los costes de enganche y con el pago mensual de las facturas de consumo.

La recogida y logística de otros tipos de biomasa para suministro local del municipio es otra tarea ideal a desarrollar, pudiéndose promover centros de acopio y/o tratamiento de Biomasa. Con una trituradora y suficiente mano de obra se puede mantener superficies considerables de terreno en condiciones óptimas que, de otro modo, son pasto fácil de incendios, por la falta de dicha limpieza. Al triturar este volumen de combustible se puede cuantificar un nivel de producción que constituya un eslabón en la economía productiva.



Estos trabajos se pueden combinar con otros de carácter eminentemente agrícola, por ejemplo en trabajos de poda de diferentes árboles.

Por último, cabe señalar que desde los propios municipios se puede impulsar la creación de modelos de gestión forestal sostenible con los bosques para producción de biomasa y otros posibles productos, y de hecho es posible utilizar los estándares internacionales de gestión forestal para aplicarlos en los montes públicos y proponer a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía propuestas de explotación de los bosques gestionados por ellos, de manera que se participe de forma activa en los planes forestales que esta administración publica periódicamente para cada zona.

## **2.7 EDIFICIOS PÚBLICOS:**

Los Edificios Públicos tienen en general un potencial de ahorro energético muy importante, siendo los Colegios (por su gasto en calefacción), los Polideportivos (por su gasto en ACS y/o en piscinas), y los Ayuntamientos (por ser los edificios de oficinas que más se utilizan), los principales edificios donde en casi todos los municipios se pueden acometer actuaciones de mejora.

Los municipios pueden tener proyectos de construcción de nuevos edificios, en cuyo caso deberán cumplir con la normativa vigente y hacer edificios con pocas necesidades de consumo energético, sin embargo, es en la rehabilitación de edificios donde existe un mayor potencial de trabajo.

Es importante resaltar que **Rehabilitar un edificio puede suponer un ahorro energético del 60% respecto a derribarlo y construir uno nuevo** (el coste de construcción de una vivienda media en España se evalúa en unos 150.000 kWh). Además evita numerosos impactos ambientales.

El despilfarro de un edificio se produce cuando se dan dos circunstancias:

1. Uso intensivo de las instalaciones
2. Comportamiento disipativo del edificio (mal aislamiento y/o sin inercia)

Proporción del gasto energético en nueva edificación:

- Estructura: 42,25 %
- Albañilería: 23,75 %
- Carpintería: 11,10 %

En rehabilitación:

- Mantenemos la estructura: Ahorramos 42,25%
- Mantenemos al menos el 50% de la albañilería:
- Ahorramos  $23,75 / 2 = 11,87$  %

\*Datos del Colegio Superior de los Colegios de Arquitectos de España.

Existen múltiples tipos de actuaciones a desarrollar en los edificios a la hora de acometer su rehabilitación energética:



Reducción de la demanda de la energía de forma pasiva:

- Orientación, compacidad, color
- Energía solar pasiva
- Sistemas de ganancia de energía
- Acristalamientos más eficientes
- Aislamiento térmico, exterior, interior, por inyección, etc.
- Actuaciones en la epidermis
- Aislamiento Cubiertas
- Protecciones solares
- Almacenamiento térmico
- Refrigeración natural
- Iluminación natural
- Cubierta vegetal
- Vegetación protectora



Equipamientos eficientes:

- Regulación de temperatura interior
- Válvulas termostáticas
- Sistemas integrados de calefacción
- Sistemas individualizados y centralizados
- Sectorización energética.
- Calderas de baja temperatura
- Calderas de condensación
- Calefacción por suelo radiante
- Calefacción por paneles radiantes
- Bombas de calor eficientes
- Iluminación interior eficiente
- Aprovechamiento de luz natural
- Sensorización y Regulación de sistemas, zonificación
- Mejoras energéticas de grupos de bombeo de agua
- Ventilación eficiente
- Microgeneración

Integración de Energías Renovables:

- Estufas y calderas de biomasa
- Energía solar térmica para ACS

- Energía solar fotovoltaica para autoconsumo
- Energía geotérmica de baja temperatura
- Energía mini-eólica y/o minihidráulica (solo en determinados edificios)

Gestión de instalaciones y mejora continua:

- El gestor energético
- Actuación del gestor de la energía
- Contratos de suministro
- Contabilidad energética
- Información del estado de los equipos
- Acciones divulgativas de Ahorro Energético dirigidas a los Ciudadanos/Consumidores/Usuarios
- Requerimientos de energía
- Registro y archivo de datos
- Adhesión a norma de calidad ISO 14.001 y otras similares



Este tipo de actuaciones se pueden realizar junto con otras no estrictamente energéticas, pero si en pro de la menor utilización de recursos en los edificios, como son equipos de ahorro de agua en los edificios, recogida y reutilización de aguas pluviales, sistemas de drenaje, etc. Además se pueden llevar a cabo un control de los materiales que se utilizan para un menor consumo de recursos (entre ellos energía), pasando por el diseño de los espacios y el uso asociado a los mismos, hasta actuaciones de reducción de residuos, u otras actuaciones encaminadas a reducir/reutilizar los residuos producidos en las reformas y/o en los derribos finales de los edificios. Un ejemplo puede ser el edificio del Clúster de Construcción Sostenible en Padul, en la imagen.

Sea como sea, en lo que respecta al consumo de energía, y dejando aparte los materiales utilizados, es importante pasar por las siguientes fases principales en la construcción del edificio, en este orden:

- Proyecto inicial, Orientación y colores, compacidad, gestión de usos, aislamientos, sombreamientos, sistemas de ventilación.
- Inteligencia/sensores
- Iluminación natural/eficiente
- Equipos eficientes
- Integración de Energías Renovables
- Gestión de las instalaciones y mejora continua

#### **Ejemplo de utilización de energía geotérmica de forma pasiva:**

Utilización de casa-cuevas para ubicar el Centro Guadalinfo de la localidad. Se trata de una habitación con varios ordenadores conectados a la red, y con un monitor para resolver dudas y orientar en el correcto uso de las nuevas tecnologías. Debido al calor que desprenden los ordenadores, que están encendidos durante 4 horas diarias, sería interesante la idea de que estas instalaciones se encuentren en cuevas, en los municipios que existan claro, ya que al ser excavadas en la tierra, mantienen una temperatura casi constante todo el año en torno a los 18°, con el consiguiente ahorro energético que supondría en climatización. Este tipo de energía de media temperatura es también aprovechada en muchos de nuestros pueblos sobretodo como balnearios donde el agua sale a una temperatura constante a lo largo del año. Sea como sea existen hoy en día modernas bombas de calor que suministran la calefacción y la climatización necesarias en los edificios de manera mucho más eficiente a las bombas de calor convencionales, al utilizar la energía geotérmica de baja temperatura como recurso en su intercambio de calor con el exterior.

Para poder evaluar mejor todas las posibles actuaciones a desarrollar en los edificios municipales, adjuntamos a este documento la Guía de Construcción Sostenible editada por la Agencia Andaluza de la Energía<sup>3</sup>, en ella queda recogida prácticamente cualquier actuación que se puede realizar en este ámbito, con las características mínimas de cada una de las actuaciones.

#### **2.8 GESTION DEL AGUA:**

Existen múltiples actuaciones posibles de mejora energética dentro de este campo (además de otras actuaciones de mejora del servicio y de ahorro de agua con las que se pueden crear sinergias).

Las instalaciones de potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales, demandan una considerable cantidad de energía, en su mayor parte eléctrica, que conviene reducir en lo posible.

La inexistencia de una normativa que establezca un nivel de eficiencia energética mínima a cumplir por estas instalaciones; el desconocimiento de las posibilidades de ahorro, así como la elevada inversión económica necesaria en algunos casos, son los mayores obstáculos de cara a alcanzar una mayor eficiencia energética municipal.

---

<sup>3</sup> Documento adjunto.

La mayoría de estas instalaciones son explotadas por empresas de servicios privadas o mixtas, contratadas por los Ayuntamientos, Diputaciones provinciales o la Comunidad Autónoma, aunque en el caso de la provincia de Granada se da el caso “atípico” de que muchas instalaciones están directamente gestionadas por los propios municipios.

Los objetivos de ahorro y eficiencia en este tipo de instalaciones, con un apreciable consumo de energía eléctrica, se circunscriben a la mejora de la eficiencia en equipos y sistemas, propiciando el ahorro y reduciendo la intensidad de consumo energético, sin comprometer la calidad de estos servicios. En este sentido de eficiencia, se encuentra también la implementación de sistemas que usen fuentes de energía renovables, como pueden ser los bombeos fotovoltaicos.

En general el bombeo es la tecnología de mayor consumo, seguida de la aireación de balsas biológicas en depuradoras. Los equipos destinados a la manipulación de fluidos (agua, aire o lodos) absorben la mayor parte del consumo energético. Son las bombas, compresores, turbinas y centrifugadoras, todos equipos consumidores de electricidad. Están dimensionados para cubrir las necesidades máximas, situación que solo se presenta durante un cierto número de horas al año. El resto del tiempo únicamente se requiere una parte de la capacidad instalada. El rendimiento energético medio de estos sistemas se sitúa como máximo en un 80%.

La utilización de **tecnologías de regulación electrónica** permitiría ajustar de modo más preciso la capacidad de los equipos a la demanda real, obteniendo rendimientos energéticos medios de hasta un 96%, de ahí la importancia de su utilización en estas instalaciones. El consumo energético puede ser reducido mediante variadores de velocidad, lo que supondrían ahorros energéticos de hasta el 30%.

A continuación se describen las diferentes áreas en las que se pueden actuar para la mejora del ciclo integral del Agua:

### 2.8.1 Captación

En muchas ocasiones este proceso se puede llevar a cabo sin necesidad de bombeos ni otros procesos consumidores de energía, pues se aprovecha un salto de agua. De hecho, en algunos casos, se puede instalar una central hidroeléctrica destinada a generar la suficiente electricidad para satisfacer el consumo energético de la planta y suministrar excedentes a las compañías distribuidoras de electricidad.

Los consumos energéticos asociados a esta etapa, en caso de existir, se deben al uso de bombas y/o accionamiento de compuertas.

#### Sistemas de velocidad variables, bombas más eficientes

Cuando se hace necesario trabajar con distintas presiones, se puede usar un sistema de velocidad ajustable en los grupos de presión. Se trata de dispositivos que ajustan la velocidad de la bomba a las necesidades específicas de un sistema en un momento determinado. De entre estos sistemas destaca el Variador de Frecuencia, que utiliza controles electrónicos para regular la velocidad del motor.

#### Válvulas

Son los elementos que controlan el flujo y la presión, por tanto su papel es crítico. La elección de la válvula adecuada tiene un claro impacto en la eficacia del equipo. Como norma general es más eficiente usar motores de velocidad variable que válvulas. Además, las válvulas de derivación controlan el flujo introduciendo pérdidas, por tanto es preferible usar válvulas reguladoras.

#### Baterías de condensadores

Son elementos usados para corregir los bajos factores de carga (potencia reactiva) de algunos elementos como transformadores, motores o iluminación de alta intensidad.

#### Potencia Adecuada y consumo en horas valle

Las bombas y motores deben estar correctamente dimensionadas. Si la potencia demandada es muy inferior a la nominal, la bomba trabaja por debajo de las condiciones de diseño, y en consecuencia el rendimiento baja mucho. Con el motor eléctrico sucede lo mismo, a menores cargas, menor rendimiento. En un conjunto bomba – motor mal dimensionado el rendimiento global puede desplomarse hasta el 50% o menos.

#### Instalación Fotovoltaica asociada al consumo de bombeo (o instalación mixta con eólica)

Si el consumo es elevado puede ser posible la instalación en dependencias anexas de una instalación fotovoltaica de la mejor tipología adecuada al caso concreto para compensar y/o auto consumir la energía que necesita el sistema de bombeo.



La forma de instalación depende del uso que se quiera dar. Si es abastecimiento, la bomba debe funcionar día y noche, haya o no radiación solar para cubrir los servicios, luego es necesaria la instalación de acumuladores y regulador. Este es un tipo de bombeo solar de accionamiento indirecto. Otro tipo de bombeo solar, llamado de accionamiento directo, es usado más para usos agrícolas, como el regadío o ganaderos. Requiere pocos elementos, normalmente no lleva baterías puesto que el agua es bombeada a un depósito, para usarla cuando sea necesario. Este tipo de instalación se puede hacer también con energía eólica solo, o complementándolo con energía eólica (en granada tenemos empresas que construyen molinos multipala específicos para bombeo).



## 2.8.2 Potabilización

El agua, antes de ser distribuida en los puntos de consumo, ha de ser conducida a una estación de tratamiento de agua potable (ETAP). Este proceso, cuyo objetivo es eliminar sustancias indeseables como materia mineral, materiales orgánicos (fenoles, hidrocarburos, detergentes, etc.) o contaminantes biológicos (protozoos, virus, etc..) consta a su vez de todas o alguna de las siguientes fases:

- **Percloración:** Con este proceso se eliminan organismos como algas, que puedan perjudicar tanto a la calidad del agua como a los procesos sucesivos.
- **Decantación:** El agua se introduce en un decantador y se adicionan reactivos que provocan la coagulación y floculación de los coloides. Con este proceso además se mejora la dureza del agua.
- **Filtración:** Mediante lechos de arena.

La potabilidad del agua se comprueba mediante análisis, disponiendo Diputación de Granada de un laboratorio acreditado para llevar a cabo dichos análisis.



Esta etapa presenta los siguientes consumos:

- En la cloración, se necesita calentar la disolución de cloro para que éste pase a gas. Normalmente se utilizan resistencias eléctricas para este fin.
- Bombas y agitadores (motores) para la dosificación de reactivos.
- Motores para los decantadores.
- Bombas para lodos.

Si la desinfección del agua se hace por ozonización se requiere aplicar una diferencia de potencial de 12.000 V. De forma aproximada, se consume 8 kWh para preparar 1 kg de O<sub>3</sub>.

## 2.8.3 Distribución, consumo y recogida de agua residual

Tras salir de la planta potabilizadora, el agua se almacena en los depósitos de cabecera que normalmente están situados en la propia planta. Desde allí se transporta hacia los diferentes sectores de la red de distribución, ya sea por gravedad o por estaciones de bombeo en algunos puntos.

Si la red de distribución está bien diseñada, no debería hacerse necesario ningún consumo energético en esta etapa, no obstante, en muchas ocasiones se recurre a grupos de presión para la correcta distribución del agua por las filtraciones que pueden aparecer en las tuberías y las pérdidas de carga existentes en el circuito.

### Fugas

Entre estas medidas adquieren especial importancia aquellas destinadas a evitar fugas y pérdidas. Se debe entender una fuga como pérdida no solo de agua sino también de energía. Las fugas pueden presentarse en muchas áreas diferentes, pero las más propensas a fugas son:

- Cabezales de distribución de agua y tuberías
- Conexiones de la tubería y del equipo
- Válvulas
- Medidores
- Áreas dañadas o con corrosión

#### Tuberías de menor fricción y revestimientos

- Las tuberías hechas con materiales suaves, en comparación con las tuberías tradicionales, pueden reducir las pérdidas por fricción hasta el 8%. Además, un revestimiento de resina u otro polímero puede proporcionar mejoras adicionales de hasta el 3%.

#### Reducción de presión

Además del manual de procedimientos descrito, hay que tener en cuenta que la reducción de la presión de suministro, tiene varios impactos positivos desde el punto de vista de la eficiencia energética:

- Disminución de fugas, así como posibles fugas evitadas al reducir la presión en juntas y tuberías.
- Se alarga la vida de los equipos porque disminuye su deterioro. Además se ahorra en gasto en reparaciones.

También existen otras posibilidades asociadas al aprovechamiento de energía en bajantes con picoturbinas de energía minihidráulica o incluso sistemas de ariete hidráulico en zonas donde se vea más interesante esta opción.

## **2.8.4 Depuración**

Por depuración entendemos el proceso mediante el cual se eliminan las materias de desecho que hay en el agua utilizada en las casas, fábricas y comercios llamada agua residual. Para realizar esta tarea es necesario recoger el agua a través de una serie de colectores y conducir las aguas residuales a las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales.

El coste energético de una EDAR puede llegar a estar entre el 25 y 50 % del presupuesto operativo de la planta. De todos los procesos que se dan por norma general en una EDAR, la fase biológica del tratamiento de fangos puede suponer hasta el 80 % de los costos de energía de la planta. Normalmente las EDARs disponen de una línea de aguas, que porta el agua depurada y una línea de fangos donde se extraen los desechos producidos durante la depuración. Además, en algunos casos se obtiene también una línea de gas que puede usarse para producir energía eléctrica y/o calórica.

Los procesos que afectan a cada una de las líneas mencionadas son los siguientes:

1. Línea de aguas:

- Pretratamiento: mediante el cual los sólidos materiales flotantes son retirados de los tanques de sedimentación. Para reducir los costes eléctricos asociados a esta fase se puede actuar de la siguiente forma:
  - Retirar del agua la mayor cantidad posible de desechos a fin de evitar costos operativos más altos durante el tratamiento secundario.
  - Reducir los volúmenes de agua (por ejemplo evitando infiltraciones) pues eso reduce el coste de bombeo.
  - Utilizar sistemas de velocidad variable en los sopladores de la cámara de sedimentación aireada.
- Tratamiento secundario: Incluye procesos de origen biológico. Es un tratamiento que consume bastante más energía que el tratamiento primario, por lo que las mejoras en eficiencia pueden suponer ahorros considerables, ya que elementos como los dispositivos de aireación (toberas, difusores o agitadores mecánicos) son grandes consumidores de energía.
  - Respecto a este punto, se puede decir de manera general que los difusores de burbujas pequeñas tienden a ser más eficientes que los de burbujas grandes, gracias a que las burbujas pequeñas transfieren mayor cantidad de oxígeno. Se estima que el ahorro obtenido por la sustitución de difusores puede llegar a ser del 25 % del consumo inicial. No obstante, a veces no son la mejor opción, pues necesitan más costes de mantenimiento y limpieza.

Otras medidas implementables en estos procesos son:

- Instalar sistemas de control de la aireación.
  - Cuando la planta trabaje con sistemas de laguna, considerar el uso de fosas de oxidación.
  - Optimizar el flujo del agua cuando haya procesos de filtrado.
  - Reducir los volúmenes de agua (por ejemplo evitando infiltraciones) pues eso reduce el coste de bombeo y disposición final de los desechos.
  - Cuando exista terreno disponible se puede implantar un sistema de estanque facultativo y anaerobio en lugar de estanque aireado.
- Tratamientos terciarios (desinfección): Los principales procesos de desinfección son la cloración, la ozonización y la radiación ultravioleta. De todas las opciones la más utilizada es la cloración, que aunque eficaz, tiene consecuencias negativas sobre la salud pública y el medio ambiente debido a los subproductos generados. Desde el punto de vista energético, la opción más favorable es la desinfección ultravioleta.

## 2. Línea de fangos

- Espesamiento
- Digestión
- Deshidratación

## 3. Línea de gas

La digestión para el procesamiento de lodos produce metano que puede quemarse como fuente de combustible. La captura de gas en el digestor puede producir tanto calor como electricidad a través de sistemas de cogeneración.



### 2.8.5 Regeneración y reutilización del agua

La reutilización de aguas grises o pluviales presenta un alto potencial de ahorro, pero a cambio de un alto coste pues implica el desdoblamiento de las redes de saneamiento, tanto a nivel municipal como doméstico. En los nuevos desarrollos urbanísticos deberían exigirse la implantación de este tipo de instalaciones.

#### Reutilización de aguas grises

El agua proveniente de una planta, que no es potable, pero tiene una calidad aceptable (aguas grises) tiene una gama de posibilidades muy variada. La reutilización del agua gris supone un ahorro de energía y reduce los costos de tratamiento para ese tipo de agua. El agua reutilizada debe cumplir todos los estándares de calidad para evitar tanto problemas de salud pública como la contaminación de aguas superficiales.

Algunos usos del agua reutilizados son:

- Recarga de acuíferos de aguas subterráneas
- Suministro para procesos industriales
- Riego para algunos cultivos
- Aumento de la reserva de agua potable

#### Aprovechamiento de aguas pluviales

Además de la reutilización de aguas grises, también se pueden reutilizar las aguas pluviales, para ello los edificios deberían poseer las instalaciones y fontanería requerida.



Esta agua podría utilizarse para riego o para llenado de cisternas de inodoro, por citar algunos ejemplos.

## 2.8.6 Otras oportunidades de mejora

### Oportunidades de mejora del lado del diseño

Un adecuado tratamiento en la fase de diseño, puede ser la clave para obtener ahorros energéticos altos en el tratamiento del agua. A veces, cuando se trata de instalaciones ya existentes, el rediseño de toda la instalación o de los puntos conflictivos de la misma, puede crear oportunidades de ahorro significativas. Las principales actuaciones para llevar a cabo un buen diseño de la instalación se basan en:

1. Sistemas de Información Geográficos (GIS): Se trata de grandes bases de datos sobre información geográfica que pueden ser usadas en tareas de planificación y gestión. Un sistema GIS puede estar alimentado por datos tomados vía satélite, siendo constantemente actualizados, pudiendo predecir fenómenos meteorológicos y tomar medidas adecuadas (por ejemplo, predecir la gota fría y preparar las redes de distribución). La gestión de los datos almacenados en un sistema GIS, puede hacerse a través de SCADA. Además se trata de herramientas especialmente útiles para aspectos como seguimiento de la información relativa a proyectos, gestión de permisos, gestión de órdenes de trabajo, inspecciones, etc.
2. Modelos matemáticos: empleados para simular el comportamiento de la red ante nuevas situaciones u optimizar su rendimiento.
3. Adecuada metodología sistemática de diseño: Se deben establecer unas condiciones de diseño eficientes. Una buena manera de asegurar este hecho sería hacernos las siguientes preguntas a la hora de diseñar:
  - ¿Se necesitan realmente todos los elementos diseñados? Muchas veces existen bombas, válvulas, líneas de derivación, etc., redundantes, que podrían eliminarse.
  - ¿Están todos los elementos bien diseñados? Hay que evitar sobredimensionar las instalaciones. Algunos instaladores sobredimensionan la instalación hasta un 50 %.
  - ¿Se han instalados equipos realmente eficientes? Por ejemplo motores eficientes, sistemas de velocidad variable, impulsores, tuberías de baja fricción, revestimientos, válvulas reguladoras, capacitares, etc.
  - ¿Están bien calculadas las carga totales de las bombas?
  - ¿Se han aprovechado variadores de frecuencia para adaptarse a las cargas variables?
  - ¿Son eficientes los controles? Para ello son muy apropiados los sistemas de monitoreado de las instalaciones como ya se ha comentado.

Como se puede ver existen por tanto múltiples actuaciones a realizar dentro del Ciclo Integral del Agua, aunque las medidas que aparecen en este apartado no son todas y siempre se pueden estudiar otras que redunden en la mejora de la sostenibilidad de las instalaciones existentes. Por ejemplo en Suiza tienen ya varias instalaciones recuperadoras de calor de las aguas grises (de las duchas, de la industria, etc.), o directamente de las EDAR para poder utilizar este calor en

usos que le interesen a la localidad. Asimismo varios municipios Granadinos empiezan a contar con las instalaciones fotovoltaicas aisladas para los equipos cloradores de potabilización en zonas donde hay un difícil acceso de la red eléctrica.

## **2.9 RESIDUOS:**

Además de otros muchos aspectos complejos, el servicio de Recogida y Tratamiento de Residuos Sólidos está en muchos casos relacionado con consumos energéticos y con potenciales de producción de recursos y energía (como la Valorización Energética).

De esta manera, se podrían realizar campañas de información y concienciación ciudadana con el fin de disminuir la generación de residuos, evaluar posibles usos de municipales de determinados “residuos” (por ejemplo maderas aptas para producción de Biomasa, materia orgánica para hacer compost como se está haciendo ya en varios municipios granadinos, o producción de Biogas con residuos agroalimentarios y/o red de distribución), y la discriminación de residuos para su reciclaje en plantas especializadas, consiguiendo así menor gasto energético en el transporte de los residuos y en su tratamiento posterior.

Por ejemplo, a la hora de adecuar el terreno o realizar la excavación necesaria, se podría trasladar los materiales sobrantes a vertedero controlado o bien aprovecharlos para la adecuación de jardines u ornamentación de plazas. También se puede reutilizar todo lo que sea posible de otras obras.

Además, la generación de residuos por parte de la población moderna es uno de los mayores problemas a los que nos enfrentamos, en este campo existen multitud de obras e infraestructuras que pueden ayudar a la mejor gestión de los residuos, y por tanto a conseguir un mayor porcentaje de reciclabilidad que redundaría en un menor uso de energía.

## **2.10 OTROS:**

El uso de energía en nuestros días es vital para el desarrollo de prácticamente todas nuestras actividades, es por ello que este sector se debe trabajar como un eje transversal de cualquier ayuntamiento, pudiéndose acometer bastantes más actuaciones no tan habituales, y más complejas, que necesitan un estudio específico del municipio/instalación donde se vaya a actuar. Este tipo de actuaciones adicionales pueden ser:

- **Concienciación/Educación** en todos los ámbitos.
- **Smart Cities:** Telegestión, nuevas tecnologías, incidencias automáticas a técnicos municipales, interacción con el ciudadano, etc. No se incluyen en esta guía actuaciones específicas de mejora en este ámbito al existir la necesidad de realizar un estudio adaptado a cada caso, y lo extenso de las posibilidades relacionadas con este tipo de actuaciones.

- **Movilidad:** Este tipo de aplicaciones se merece un punto y aparte, es en general muy amplio y caben multitud de actuaciones a acometer en los municipios del área metropolitana de Granada y la costa. Sin embargo en la mayoría de nuestros municipios de pequeña y mediana envergadura situados en zonas rurales, las actuaciones en materia de movilidad sostenible suelen ser más acotadas, dirigiéndose más a transporte público bajo demanda, a gestión de incentivos tributarios y campañas de promoción para que los ciudadanos opten por vehículos más sostenibles, conexión de núcleos urbanos mediante carriles bici seguros, u otros de esta índole. No se incluyen en esta guía actuaciones específicas de mejora en este ámbito al existir la necesidad de realizar un plan de movilidad urbana sostenible y/o un plan director de movilidad, previo a la realización la mayor parte de las actividades. Puede consultarse la guía del IDAE sobre este tipo de estudios en el siguiente enlace: [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10251\\_Guia\\_PMUS\\_06\\_2735e0c1.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10251_Guia_PMUS_06_2735e0c1.pdf)
- **Planeamiento Urbano:** La disponibilidad y suficiencia de los recursos energéticos adecuados a las previsiones de desarrollo urbanístico vienen exigido, además, de por la normativa superior, por la norma 45.4 e) del POT. El Planeamiento urbanístico debe incorporar balances energéticos globales de los ámbitos urbanos y determinaciones en relación con el sistema energético en los siguientes niveles:
  - En relación con el modelo de ciudad
  - En relación con la clasificación y calificación del suelo
  - En relación con las ordenanzas de edificación. (Directriz 84.3 POTA).

De otra parte, el art. 11.3 de la Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y el ahorro y la eficiencia energética de Andalucía, dispone que los planes urbanísticos garantizarán, en el marco establecido en los mismos, que en los espacios vinculados a la generación y transporte de energías renovables previstos en las áreas preferentes contenidas en los programas territoriales de energías renovables tenga preferencia este uso respecto a otros. **Los Municipios tienen la potestad para ir más allá de lo que dice el CTE<sup>4</sup> (ya hay sentencias del tribunal supremo que así lo avalan).**

Queda claro que un adecuado planeamiento urbano puede incidir significativamente en el uso de energía en nuestros núcleos urbanos, teniendo en cuenta la movilidad y las necesidades de transporte, la orientación de las calles, la altura de construcción, etc. Los criterios de planeamiento urbano deben ir diseñados a partir de un estudio previo que tenga en cuenta criterios locales en función de la climatología local y funcionalidad del medio urbano donde se desee actuar. Varios de los puntos clave sobre los que trabajar son:

- **Modelo Urbano:** Limitación de dispersión urbana y de la ocupación masiva del territorio, Disminución de necesidades de desplazamiento (complejidad urbana, mezcla de usos), Estabilidad social, mezcla de rentas, accesibilidad a servicios, autonomía discapacitados, genero.
- **Morfología urbana:** aprovechamiento de radiación solar y nocturna, aprovechamiento de vientos dominantes.
- **Espacio público:** mejora de condiciones ambientales, vegetación, pavimentos adecuados, drenaje, atenuación contaminación acústica, presencia de agua, zonas peatonales, control del uso del automóvil, adecuación de materiales.

<sup>4</sup> Código Técnico de la Edificación

- **Zonas verdes:** eficiencia de plantaciones, conexión ciudad-entorno, mantenimiento, biodiversidad urbana.
- **Redes de infraestructuras:** aguas pluviales y grises, saneamiento separativa, A. publico eficiente, red eléctrica.
- **Edificios:** Influencia demanda recursos, Simulación energética de edificios (Perfil de actividad, protección frente a viento, sombreadamiento, sistemas consumidores de energía, detalles constructivos).
- **Otros:** Jerarquía del viario, distribución de equipamientos, reutilización de aguas grises y otros, protección del cielo nocturno, logística recogida basura, orientación parcelación,
- **Ordenación del territorio:** parques eólicos u otro tipo de instalaciones energéticas.
- **Compra Pública Innovadora:** La Directiva 2014/24/UE del parlamento europeo y del consejo de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE, introduce nuevos criterios de contratación pública para las administraciones, que permiten realizar una compra innovadora y de mayor calidad. No existe por tanto en este ámbito un listado de actuaciones tipo a desarrollar, pero dentro de la compra pública innovadora, sin embargo a través de este tipo de instrumentación si se pueden desarrollar contratos encaminados a la mejora energética:
  - Contratos de Empresas de Servicios Energéticos
  - Compra centralizada (Central de compras)
  - Evaluación de criterios ambientales por encima de criterios económicos
  - Compra innovadora de servicios de ahorro sin criterio técnico específico
  - Etc.
- **Gestión Energética:** La gestión energética de los inmuebles/infraestructuras/servicios de un municipio es importantísima para mantener los ahorros en la administración. Queda claro, que el cambio de equipamientos por otros más eficientes consigue ahorros energéticos inmediatos, sin embargo, una mala gestión/uso/mantenimiento de los mismos puede producir al final mayores consumos. De esta manera, existen diferentes modalidades de abordar este problema, ya sea mediante dedicación directa de personal a estas tareas, a través de equipos medidores de consumo, o implantando un sistema de gestión energética en el ayuntamiento. El Sistema de Gestión Energética es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía (aspectos energéticos). La norma UNE-EN ISO 50001:2011 establece los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones.

Para más información sobre las competencias locales en materia de sostenibilidad energética se puede consultar la “Guía sobre el marco jurídico para la SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA en el ámbito local”: [https://issuu.com/agenciaenergiagranada/docs/libro\\_energia](https://issuu.com/agenciaenergiagranada/docs/libro_energia)