

DOCUMENTO FINAL DEL GRUPO DE TRABAJO



CONAMA2012
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

GT-20. Smart Cities proyectando el futuro desde el presente

Documento del Grupo de Trabajo de Conama 2012
SMART CITIES PROYECTANDO EL FUTURO DESDE EL
PRESENTE

ENTIDAD COORGANIZADORA:

Consejo General de la Ingeriría Técnica Industrial.

PARTICIPANTES

Coordinadores:

- Manuel Nicolás COGITI/CETIB

Relatores:

- Josep Manuel Esteban Diputación de Barcelona
- Santiago Losada Suárez, URBASER

Colaboradores técnicos:

- Virginia Guinda Energía Local.
- Maurici Cruzate Energía Local.
- Albert Alcalá, Consultor y Manager de Proyecto, Energía Local.
- Javier Rodríguez ACOGEN.
- Cristina Díaz Van Swaay, ACOGEN.
- Jordi Serra Ademar, CIRCUTOR.
- Joan Josep Escobar Sánchez, ICAEN.
- Oscar Sánchez Regeras, ICAEN.
- Ixtebe Portabella R&D i 2CAT UPC.
- José Enrique Vázquez Grup Gestors Energetics.
- Adolfo Nadal Serrano, Profesor, IE Universidad.
- Santiago Losada Suárez URBASER.
- Lydia Navarro Ayuntamiento de Madrid.
- Juan Armindo Hernández, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.
- Isaac Sanz, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.
- Vicente Galván Ferroviales Servicios.
- Ana Barroso Bosqued, Técnico Red de Ciudades Españolas por el clima (FEMP).
- José Luis Alfranca DRAGADOS.
- Jordi Català CETIB.
- Nuria Cardellach, CEEC (Clúster Eficiencia Energética de Catalunya).
- Miguel Cruz Zambrano, IREC (Institut de Recerca en Energia de Catalunya).
- Cristina Paraira Beser, Ajuntament Sant Cugat.
- Carlos Cantudo Tamorejo, AENA.
- Alfonso Calvillo Gómez, BIOPLAT.

ÍNDICE DEL DOCUMENTO

1. La Ciudad Autogenerativa.
2. Integración de la generación distribuida en las ciudades.
3. Gestión eficiente de las infraestructuras TIC en las ciudades.
4. La gestión energética a través del modelo de servicios energéticos.
5. Movilidad Eléctrica e integración de las renovables.
6. Sistemas de gestión de energía y telegestión en edificios en las administraciones públicas, un paso hacia las smart cities.
7. De la gestión de la generación a la gestión de la demanda.
8. Cogeneración en las ciudades. Presente y futuro.
9. Gestión integral de residuos en Barcelona, recogida neumática, la movilidad eléctrica de la flota y su gestión.
10. Servicios Inteligentes para Smart Cities: Como conseguir mayores eficiencias en las ciudades.
11. Energía Térmica de distrito.
12. Innovación y buenas prácticas en los servicios concesionados.
13. Energías renovables: Casos prácticos con Biomasa y Geotermia.
14. Aeropuerto Verde.
15. Ejemplo de renovación y actualización energética de un barrio de Madrid.

RESUMEN

En el Grupo de Trabajo se estudia la ciudad desde un punto de vista autosuficiente. Se parte de un sistema que permite predecir i proponer formas de crecimiento urbano. Estudia autogeneración y los sistemas de gestión adaptados a las nuevas tecnologías y a las TIC. También se desarrollan aplicaciones prácticas de la administración y las empresas. En principio los aspectos de seguridad y video control ciudadano precisaría de un tratamiento específico en un GT ad hoc.

Dentro de los temas específicos tratados en el GT figuran la ciudad auto sostenible energéticamente con aspectos como la autogeneración y la generación distribuida. La telegestión energética como forma de control i adaptación al concepto de smart city energética con aplicación a las infraestructuras y a la gestión de los servicios municipales.

La gestión de la demanda y la eficiencia energética comporta un paso más que únicamente la aportación de oferta energética.

Dentro de la autosuficiencia y control energético las redes de climatización de barrio suponen un aporte importante a una Smart City.

Los residuos que genera la ciudad pueden suponer o un problema o parte de la solución si se gestionan adecuadamente.

Es evidente que todos los sistemas aplicados deberían tener una componente tecnológica que permita gestionarlos de manera global lo que implica adecuar los diferentes protocolos para que sea inteligibles entre ellos y puedan si se desea aportar toda la información a un órgano centralizado.

Uno de los temas planteados incide en desarrollar una herramienta de análisis y planteamiento desde el punto de vista “holístico” del diseñador de la Smart City mediante la intermediación directa de otros agentes del proceso urbano.

OBJETIVOS

El objetivo fundamental del GT es dentro de lo complejo que puede suponer el integrar los diferentes aspectos que abarca una ciudad con criterios SMART desarrollar los más significativos y concretar con ejemplos reales de aplicación como van a evolucionar para conseguir que las ciudades, que no olvidemos acogerán en el 2050 más del 75 % de la población mundial, sean sostenibles y racionales con la ayuda de la tecnología y sobretodo de la concienciación de sus habitantes.

Las ciudades SMART deben pensarse y proyectarse ahora pensando en el futuro.

Autor: Adolfo Nadal Serrano
Entidad: IE Universidad

1. La Ciudad Autogenerativa.

1.1. Agencias invisibles.

“Cities happen to be problems in organized complexity, like the neurosciences. They present situations in which half a dozen or several dozen quantities are all varying simultaneously and in subtly interconnected ways... The variables are many but they are not shelter skelter, they are ‘interrelated into an organic whole’”
[1] Jane Jacobs, *“The Death and Life of Great American Cities”* (1961)

“La ciudad autoorganizativa” es tanto una investigación sobre fenómenos no lineales en el entorno urbano como un proyecto aplicado que pretende aprovechar y emplear los datos obtenidos en aquél para la redefinición del entendimiento del espacio urbano, desde su uso y su diseño o planeamiento. El proyecto busca explorar y redefinir las lógicas subyacentes en la morfología del medio urbano a través de un estudio pormenorizado de las múltiples agencias que dan razón a dichos medios, así como a la ya conocida como “hibridación de capitales”.

Como se ha dicho anteriormente, “La Ciudad Autoorganizativa” es, por un lado, una investigación sobre morfología urbana y sus modos de representación; por otro, una especulación sobre cómo las nuevas tecnologías de información facilitan el desarrollo y la promulgación de aquellas lógicas.

Este artículo se basa en la idea que ad-hoc software no sólo es relevante, sino necesario, en la descripción de dinámicas urbanas, y ofrece una explicación en profundidad de cuestiones de valor en torno a algunos de los agentes fundamentales presentes en las dinámicas urbanas, tales como la relación de espacio público y privado, programa y densidad, e infraestructuras tales como aquéllas de comunicación y sistema de basuras. Esto se ejemplifica mediante el estudio de las intrincadas relaciones entre basura y la estructura socioeconómica de las ciudades [casos de estudio de Madrid y Nueva York], y ofreciendo una metodología de trabajo ampliable a otros entornos urbanos existentes. En definitiva, se trata de demostrar la tesis anteriormente expuesta a través de una serie de modelos digitales y simulaciones para finalizar proponiendo una aplicación “crowd-sourcing” que cambie de manera efectiva cómo se perciben, entienden, planean, y viven nuestras ciudades.

Así pues, se hace necesaria una descripción de dichas relaciones para entender la importancia de la tecnología y sus aplicaciones prácticas en el desarrollo de la metodología. A esto atienden los siguientes apartados.

1.2. Sistemas de Interrelaciones en espacios urbanos

Arrojar luz sobre los fenómenos urbanos y sus dinámicas requiere un estudio concienzudo de las múltiples agencias -lo que Keller Easterling denomina “infraestructura”- implicadas en aquéllas, así como un análisis crítico de su influencia en la ciudad como sistema abierto. En términos de “teoría de complejidad” -término introducido originalmente por Ilya Prigogine en 1997, las estructuras disipativas se caracterizan por la aparición espontánea de estados antrópicos y la formación de estructuras complejas que exhiben un ancho rango de interrelaciones retroalimentadas.

Desde esta perspectiva, las ciudades pueden entenderse como instancias muy particulares de dichas estructuras disipativas, ya que están expuestas no sólo a condiciones evolutivas basadas en su propia lógica estructural, sino también a limitaciones externas -en sentido amplio, información y varios modos de flujos energéticos, entre otras.

Tradicionalmente, el término “*infraestructura*” se refería a transporte, intercambio económico, calificaciones de suelo, sanidad, y otros agentes. Los modelos generados por ordenador aplicados a la “*teoría de complejidad*” expanden su “*frustum*” o alcance, alcanzando fundamentos escondidos o invisibles: corrientes migratorias, flujos de desechos, energía, cultura, comportamiento humano e inteligencia colectiva -por mencionar sólo algunos- parecen hoy en día términos más apropiados para definir y englobar sistemas urbanos.

Nuestra percepción de los sistemas urbanos está, por otro lado, inevitablemente unida a nuestros modos de representación -reducciones de la realidad afectadas por limitaciones temporales, políticas, culturales y tecnológicas. De hecho, muchas de las teorías clásicas [tales como “*location theory*”, “*Central Place*” de Christaller, y otras] sobre el funcionamiento de fenómenos urbanos cayeron en una noción excesivamente simplificada de las mismas, dejando de lado influencias de pequeña escala, así como sus interrelaciones y consecuencias en aquellas más obvias -economía y estructura social a nivel macroscópico.

Los modelos clásicos producen ciudades excesivamente diagramáticas que, a su vez, se convierten en modelos cuyas relaciones son cerradas, lineales, y estáticas. Lineales porque dichas interrelaciones son unívocas -carecen de feedback; cerradas porque estas descripciones *naïve* no toman en consideración condiciones de borde e

intercambio de información a nivel sistémico -están meramente basadas en interpretaciones que premian mecanismos internos de formación y comportamiento; estáticas en tanto en cuanto las relaciones se ven inalteradas en el tiempo. La teoría del Central Place, por ejemplo, caracteriza las ciudades como agregaciones concéntricas, en las cuales densidad y distribución son una función lineal de la distancia al centro, con absoluta independencia de cualquier otra condición ambiental en el tiempo.

1.3. El papel de la tecnología en la morfología urbana

Pero el fenómeno urbano no está ligado solamente a nuestros modos de representación. Existen infinitos agentes implicados en el funcionamiento de la ciudad. Tradicionalmente, sólo algunos han sido considerados relevantes para la morfología de entornos urbanos, principalmente por dos razones: su presencia física y vínculo con la tecnología. Infraestructura, uso y calificación de suelo, función [programa], racimos [agrupaciones arracimadas], *network*, son todos conceptos que describen las relaciones entre las diferentes áreas de las ciudades, su movimiento, e intercambio de información. Todas ellas conllevan una gran presencia física -ferrocarriles, autopistas, intercambiadores- y están relacionadas con tecnologías muy específicas -motor, construcción en acero u hormigón, tuneladoras, y otras. Esta facilidad a la hora de reconocerlas es, en mi opinión, una de las razones principales por las que los sistemas mencionados han sido tratados tradicionalmente como los agentes principales en la transformación urbana.

Como consecuencia directa, otros instrumentos y mecanismos de transformación se han ignorado sistemáticamente en los retratos del entorno urbano. Relaciones menos obvias y etéreas [inmateriales], subyacentes en articulaciones más sutiles -económicas, sociales o culturales- requieren para su estudio un acercamiento metodológico diferente, así como una tecnología innovadora.

Este proyecto busca definir precisamente dichas tecnologías y las agencias que éstas pueden identificar, describir, y modificar. Así pues, la tecnología precisa y permite una revisión de los valores socioculturales: accesibilidad a datos, espacio informado, y feedback en tiempo real son características y realidades que pueden ser usadas para este propósito. La tecnología de la información puede tener un impacto profundo en el entorno urbano: (i) es capaz de redefinir cómo se diseña dicho espacio en torno a ciertas relaciones económicas; (ii) influye en la su percepción como interfaces sociales, lectura como sistemas y modos de habitación a través de meta-entidades sociales y culturales. Dichas tecnologías hacen posible feedback instantáneo y facilitan el acceso a la información, permitiendo un conocimiento antes imposible. Al contrario que “modelos de descripción estáticos” [aquellos nombrados anteriormente], el espacio informado permite relaciones espaciales dinámicas -tales como leer y escribir datos en tiempo real.

El reto es, por tanto, múltiple y diverso: (i) identificar y poner en práctica las agencias relevantes en la descripción del espacio y su particular implementación mediante bucles retroalimentados, y(ii) vincular aquéllos al escenario actual de entornos creados por humanos, sus implicaciones políticas y sus consecuencias sociales. Este proyecto lo consigue mediante la creación de software específico. Los modelos abstractos “multi-agente” posibilitan vías para la toma de decisiones a través de visualización algorítmica de información y la auto-adaptación del sistema. Esta información es aplicada posteriormente como punto de partida para una descripción detallada de la ciudad, y busca ampliar su alcance transformando e influenciando la morfología urbana a través de aplicaciones para dispositivos móviles que facultan al grueso de la población desarrollada para cambiar radicalmente sus modos de interacción con su entorno más inmediato.

1.4. Residuos e hibridación de capital: el papel socioeconómico de la basura

“Capitalist production collects the population together in great centres, and causes the urban population to achieve an ever-growing preponderance. This has two results. On the one hand it concentrates the historical motive power of society; on the other hand, it disturbs the metabolic interaction between man and the earth, i.e. it prevents the return to the soil of its constituent elements consumed by man in the form of food and clothing; hence it hinders the operation of the eternal natural condition of the lasting fertility of the soil” [2] Karl Marx, “Capital”, Vol1 (1961), p 637[], in Heather Rogers, “Gone Tomorrow”, pp 35-36.*

Desde un punto de vista social -según Marx, los residuos no es el resultado del desarrollo humano orgánico, sino el producto de un largo devaneo con la lucha social, económica y política. Esta investigación se centra en los residuos urbanos como un agente que permitiría un cambio radical en el entendimiento de las propiedades espaciales de las ciudades, incluida su morfología. La puesta en valor de la información es, como hemos explicado con anterioridad, un paso fundamental en el despliegue de una novedosa forma de representación urbana y constituye una novedosa instrumentación de la interfaz urbana.

Como señala Heather Rogers, existe una relación muy cercana entre tecnología, producción, política y espacio. Este proyecto especula sobre las posibles influencias de la tecnología sobre los espacios urbanos y el comportamiento de su población a través del desarrollo de aplicaciones que permiten la interacción en tiempo real de dicha masa poblacional. De esta manera, el objetivo es múltiple: (i) facilitar acceso en tiempo real a datos de residuos en la ciudad [de Nueva York en concreto]; (ii) permitir

a cualquier usuario subir información sobre producción y desecho de residuos; (iii) influenciar la percepción de los mismos sobre el valor espacial y económico de la basura -hasta el extremo de reinterpretar nuestros modos de consumo; (iv) finalmente, crear conciencia social en torno a esta realidad a través de un intercambiador de datos global.

“Radical and unanticipated forms of public space, communication and subjectivity are emerging in the technologically mediated spaces of today’s cities. It can be argued that an information and economic revolution is taking place due to emerging technologies, through the emergence of crowd-sourced collective intelligence [...] and ultimately the formation of a global political ‘multitude’” [4], a kind of global social awareness.
[3]Ed Keller, “Shockwave Riders: Collective Intelligence & TransDisciplinary Pedagogy”,
Conference at Parsons, the New School of Design, New York, 2010.

Como resultado de lo anterior, “La Ciudad Autoorganizativa” participa de la hibridación de capital a través de un potente soporte tecnológico. Los residuos urbanos están, no sorprendentemente, intrínsecamente ligados a diversas “capas” de la ciudad: se refiere a actividad económica, niveles culturales, agregación urbana, y coyunturas políticas. Así, se pretende llenar un importante hueco en el conocimiento de la ciudad y sus lógicas internas: mediante la correlación de valores culturales y económicos, coyunturas políticas y oportunidades tecnológicas con datos de residuos nos proveerá con un punto de vista único sobre cómo esos capitales interactúan y se hibridan, y arrojará luz sobre el funcionamiento interno de los espacios urbanos.

1.4.1. La cultura del exceso contra la cultura de la optimización: una realidad dual

Los residuos, en sus múltiples manifestaciones, pueden considerarse no como objeto en un estado particular, sino como una propiedad adjunta al mismo mediante campos informacionales, bien relacionados con tiempo, uso, bien con un cierto estado físico. En todo caso, la basura es un producto derivado de la cultura de consumo, una cultura de excesivo desarraigo del desarrollo orgánico, sostenido y sostenible. En gran medida esta cultura del exceso es una consecuencia de procedimientos económicos radicales que obligan a dichos sistemas a requerir un crecimiento continuo y explotación de recursos solamente para mantenerse a ellos mismos. El exceso, relacionado con la noción de industrialización -un crecimiento explosivo de tecnología mecánica es contrario a los fenómenos naturales. Esta dicotomía, forzada por métodos de producción mejorados artificialmente -cultivos, minería, pozos- ha dañado el balance ente producción y consumo. El crecimiento económico industrializado

únicamente ocurre mediante la sobreexplotación de recursos, desechando consecuencias medioambientales muy sustanciales que pueden afectar el futuro acceso a esos mismos recursos -y al sistema mismo.

Otra característica de la basura es su condición de producto. La basura conlleva una industria tecnológica potente y participa de ciclos largos, tanto políticos como económicos. Los vertederos, por ejemplo, constituyen un ejemplo de su paradójica naturaleza tecnológica: por un lado, son un excelso ejercicio de “descontaminación quirúrgica” de residuos, objetos indeseables y materia orgánica en descomposición. Por otro lado, son una acumulación en continua expansión de objetos artificiales, una extraña oda a la excreción humana. Las instalaciones y equipamientos de gestión de residuos sólidos urbanos deben someterse regularmente a inspecciones, cumplir restrictivas normativas medioambientales que las obligan a actualizarse. Este hecho tiene un doble efecto en la cadena de producción: primero, requiere la introducción de nuevas tecnologías e instrumentos que hacen otros obsoletos, incrementando la producción de basura. Segundo, las diferentes normativas afectan a los objetos en sí mismos a través de especificaciones que limitan su funcionalidad, provocando que sean incapaces de absorber cambios de uso o demanda. Curiosamente, el negocio de la basura se contrapone a la noción de optimización precisamente a través del despliegue de protocolos de control, cuyo fin es forzar y cumplir criterios de optimización.

En líneas generales, optimización se refiere al proceso de encontrar valores máximos y mínimos en un muestreo de datos determinado. Encontramos optimización en muchos ámbitos de nuestra vida diaria. Energía, espacio, tiempo, optimización económica y conceptos similares, describen la actitud humana hacia cualquier tipo de recurso. En diseño urbano, optimización espacial puede referirse a uso de suelo, huella, energía y consumo de recursos, impacto económico y conciencia social, todas instancias particulares que deben ser optimizadas. Pero, ¿qué significaría pensar en optimización social o cultural? ¿Qué pasaría si minimizar y maximizar no fueran recetas apropiadas para la optimización? ¿Es la optimización un fin deseable?

Desde un punto de vista histórico, la optimización de basura es un concepto relativamente nuevo, y sigue la tradicional percepción industrial de crecimiento económico. La arquitectura vernácula se beneficiaba de los residuos de formas tan reales como variadas y específicas: (i) el lodo se usaba como fertilizante y material de construcción, (ii) el agua de lluvia se usaba para regar plantas y mantener cultivos, y (iii) los materiales de construcción se reutilizaban como tales en otros edificios; (iv) mercados informales también encontraban su sitio en las cada vez más extensas ciudades de la industrialización: los pobres, condenados a vivir entre mugre y desperdicios, se vieron forzados a reconocer el valor de la descomposición. En muchas ciudades industrializadas del mundo, los niños pobres e inmigrantes se ganaban [y aún lo hacen] la vida gracias a transeúntes a cambio de barrer la acumulación de polvo y ceniza de las aceras; mientras muchos otros caminaban sin

rumbo tratando de encontrar instrumentos y objetos inservibles que pudieran revender o reusar. Antes de la industrialización, un modo simbiótico de producción-consumo tenía consecuencias muy beneficiosas: era un bucle de reciclaje retroalimentado, en el que los bienes consumidos se rehusaban para el mismo fin o para generar nuevos productos.

La sociedad occidental se basa en un modelo de producción que más allá de premiar el reciclaje, deniega las propiedades sistémicas que hicieron posibles aquellos bucles de producción y aprovechamiento. Los productos se fabrican monofuncionales, para durar más que lo probablemente deseable, y con materiales tratados cuyo estado dista mucho de su forma más reciclable o reusable. Así pues, los residuos nos permiten estudiar los flujos entrópicos -protocolos bien definidos, normativas y ordenanzas- y no entrópicos -los residuos aún son agentes escasamente regulados- en entornos urbanos.

Imaginemos ahora que una ciudad puede reaccionar ante sus propias condiciones en tiempo real. Imaginemos que podemos describir y entender todos esos procesos, y que podemos interactuar con ellos mediante tecnologías de información. Imaginemos que podemos asignar valor a los residuos, y afectar procesos económicos y sociales en escalas locales y globales.

1.5. DESARROLLO DE APLICACIONES: SISTEMAS MULTIAGENTE E INFORMACIÓN RETROALIMENTADA

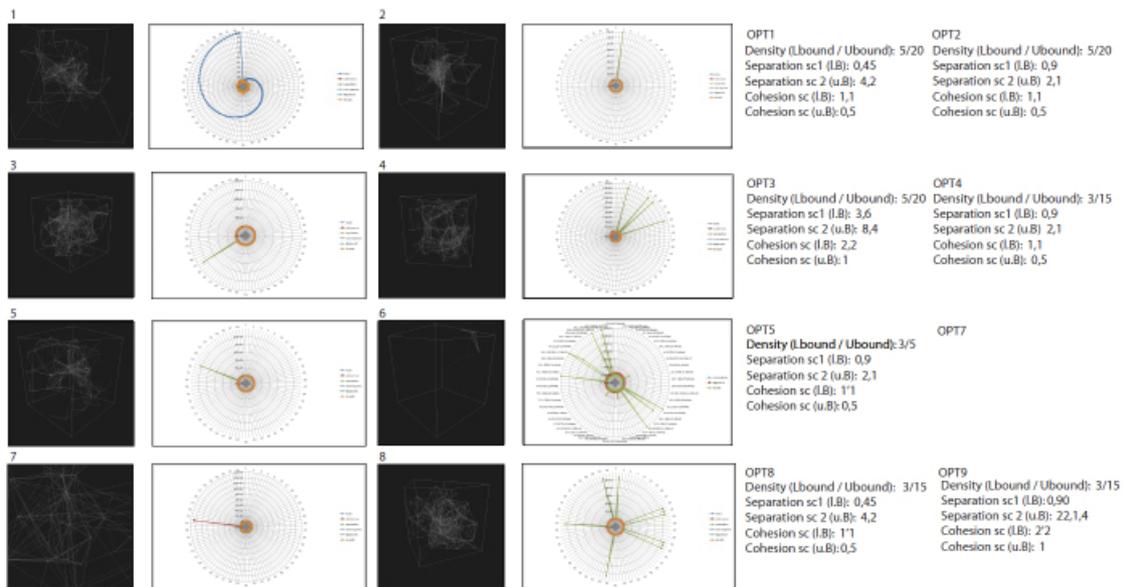
“The physics of far-from-equilibrium structures is important, as is the notion of decentralized decision making. Processes that lead to surprising events, to emergent structures not directly obvious from the elements of their process but hidden within their mechanism. , new forms of geometry associated with fractal patterns, and chaotic dynamics –all are combining to provide theories that are applicable to highly complex systems such as cities”

[4] Michael Batty 2007, “Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent Based Modeling, and Fractals” (2007)

1.5.1. Modelos abstractos

La implementación del proyecto comienza con una exploración de sistemas aparentemente desorganizados que resultan de estados evolutivos sucesivos de un algoritmo determinado. Dicho algoritmo evalúa la “aptitud” o “idoneidad” del sistema, adaptando tanto variables como condiciones en cada una de las iteraciones [fotogramas], lo que permite la emergencia de la dimensión temporal. Los datos globales y locales se reinterpretan y visualizan por separado. De este modo, el

conjunto de reglas, inicialmente invisible y estático que define -y es definido por- el algoritmo se asemeja a la generación de un nuevo conocimiento a través de feedback directo. Los comportamientos se prueban mediante estas interacciones retroactivas comparándolas con ellas mismas, e intentando encontrar una lógica subyacente que prevalezca en la evolución temporal del modelo.



[fig1/iteraciones de un algoritmo simulando una “bandada” o “rebaño” de agentes/]

El gráfico superior muestra diferentes iteraciones de un típico algoritmo de sistema “multiagente”. Se usa para modelar y representar simultáneamente qué lógica interna es capaz de auto-adaptarse a sus cambiantes condiciones. Hay muchas maneras en las que este tipo de sistemas se asemejan a entornos urbanos, y su comportamiento:

- (i) ambos se desarrollan en el tiempo -una dimensión particularmente relevante en el desarrollo de procesos urbanos;
- (ii) ambos satisfacen la implementación de ruido e imperfecciones sistémicas - lo que juega un papel fundamental en la creación de entidades individuales o extraordinarias a partir de sistemas genéricos;
- (iii) ambos adoptan dinámicas variadas -evolución-, y
- (iv) especificidad de localización -condiciones de contorno particulares.

Christopher Alexander también nos dota de una valiosa perspectiva sobre esta introducción de dinámica en modelos estáticos. En “Notas sobre la síntesis de la forma”, el autor razona que, para alcanzar un conocimiento exhaustivo de las dinámicas complejas presentes en entornos urbanos, el planeamiento debe primero aprender cómo, en eras más simples, emergieron estructuras “bottom-up”. Partiendo de dichos procesos, podríamos afirmar -teniendo en consideración el cambio tecnológico producido por la posibilidad de incluir procesos computacionales- que los

modelos “multiagente” incluyen los procesos implicados en la transformación de una instancia de diseño digital a una concreta y bien definida. A través de este proceso, los sistemas algorítmicos invocan una lógica regulada a nivel sistémico, donde la coherencia interna representa valores reales -tales como densidad poblacional, dimensiones de huella, tráfico-, y validan el entendimiento de entornos urbanos como sistemas dinámicos. Según Alexander, los subsistemas de la ciudad ya existían en la era premoderna, y han ido evolucionando en complejidad sucesivamente hasta alcanzar su actual estructura, que, homogénea, monolítica y continua, articula e integra estas lógicas.

Precisamente el estudio de estos [a veces persistentes] comportamientos y características constituye el potencial más agudo del razonamiento algorítmico de modelos creados por ordenador. Asimismo, es crucial en el estudio de las lógicas generativas que éstos implican. En modelos de diseño implícitos -tales como el algoritmo descrito anteriormente-, “*la generación de forma está mezclada con un considerable nivel de abstracción de los parámetros o conjunto de reglas de que constan sus puntos de partida*” [5, Roland Snooks, “Observations on the algorithmic emergence of character”, in *Models*, 306090 Books, Volume11, pp 96]. Esta lógica no es, a pesar de ello, unívoca ni unidireccional, sino una que puede reinterpretarse desde la estética resultante del proceso de diseño. En otras palabras, parece que hay una oportunidad para leer y escribir ésta lógica desde ambos extremos, diseño y realidad, para enriquecer e influenciar ambos mutuamente. Los modelos algorítmicos permiten una aproximación positivista y basada en datos al estudio de la realidad urbana, lo que no solamente favorece, sino parece la única vía posible para manejar y gestionar la enorme cantidad de información embebida en estos sistemas.

“The form problem, from the time of the pre-Socratics to the late twentieth century is, in fact, an almost unbroken concern with the mechanisms of formation, the processes by which discernable patterns come to dissociate themselves from a less finely-ordered field. Form, when seen from this perspective, is ordering action, a logic deployed, while the object is merely the latter’s sectional image, a manifest variation on an always somewhat distant theme. The form of the object (or the form of the expression) and the form of the theme (form of the content) are in truth in continual dynamic resonance, and, when grasped together by formalist analysis, open up onto a field of limitless communication and transmission.”
[6] Sanford Kwinter, “Who is afraid of form?”

Esta definición de forma difiere de la clasificación de sistemas por procedimientos [“*procedural systems*”], los cuales se apropian de un catálogo de analogías, generalmente relacionadas con sus correspondencias explícitas en el proceso de

diseño -"folding", "cracking", "tiling", "extruding" y otras. Los procesos y modelos discutidos aquí involucran la extracción de unos comportamientos y la creación inherente al sistema de otros, más que la aplicación directa de un principio de diseño o conjunto estático de reglas. Dicho de otro modo, se premia la lógica interna sobre la lógica impuesta, el diseño de los comportamientos sobre el diseño final del objeto, el metadiseño.

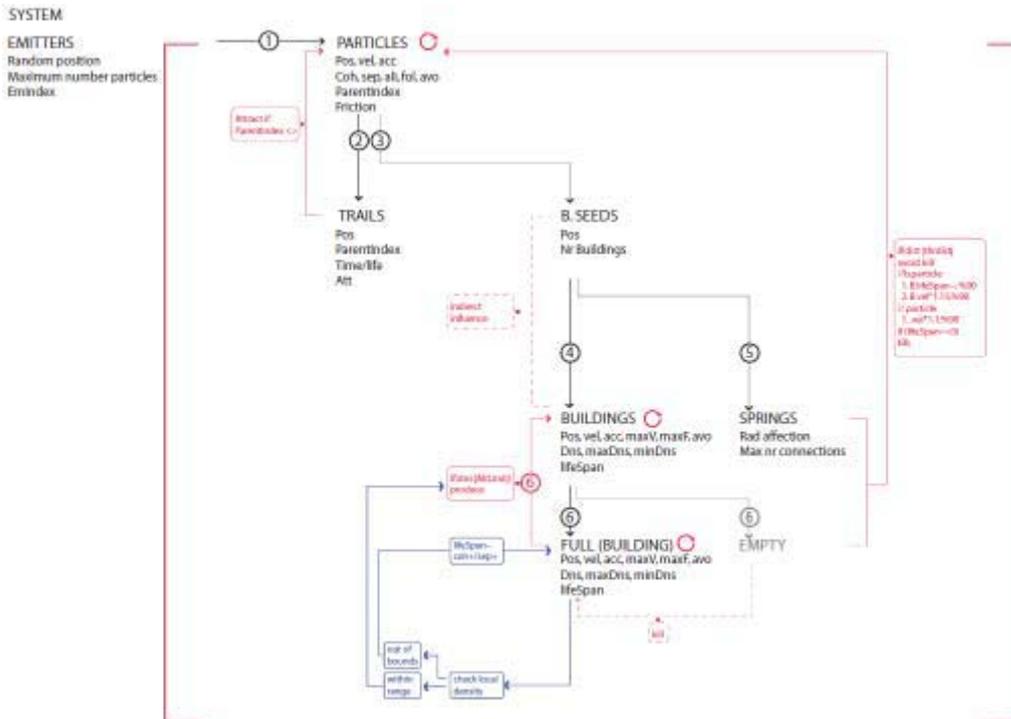
1.5.2. Implementaciones específicas

Modelos concretos y específicos abarcan y expresan las características de sistemas urbanos específicos. Un estudio cuidadoso de dinámicas urbanas muestra cómo, debido a su alta complejidad, no pueden reproducirse mediante modelos algorítmicos, con independencia de lo completos que éstos aspiren a ser. Sin embargo, es posible construir modelos de aproximación muy significativos a través de (i) una selección cuidadosa de los agentes, (ii) una caracterización bien definida, y (iii) un método eficaz para extraer forma. En este proyecto, el valor se encuentra en el despliegue simultáneo de modelos de pensamiento anteriormente divergentes, sacrificando el valor de cada uno independientemente. Así pues, "La Ciudad Autoorganizativa" cuestiona críticamente la habilidad de pensar más allá de los modelos aceptados por la disciplina. De esta manera, pretendo proponer una alternativa convincente.

Según Jonathan Solomon, *"The focus on computation and rejection of form which has been the legacy of the tree and semilattice has left us saturated in data but ill-equipped to produce multivariate, evidentiary models. The problem of the urban model is now representational, not computational."*

[7] Jonathan Solomon, "Seeing the City for the Trees", in Models

Desde su punto de vista, hay una necesidad de "nuevos modelos capaces de integrar los múltiples, superpuestos, y abiertamente contradictorios estados de la ciudad contemporánea en términos que puedan afectar la forma".

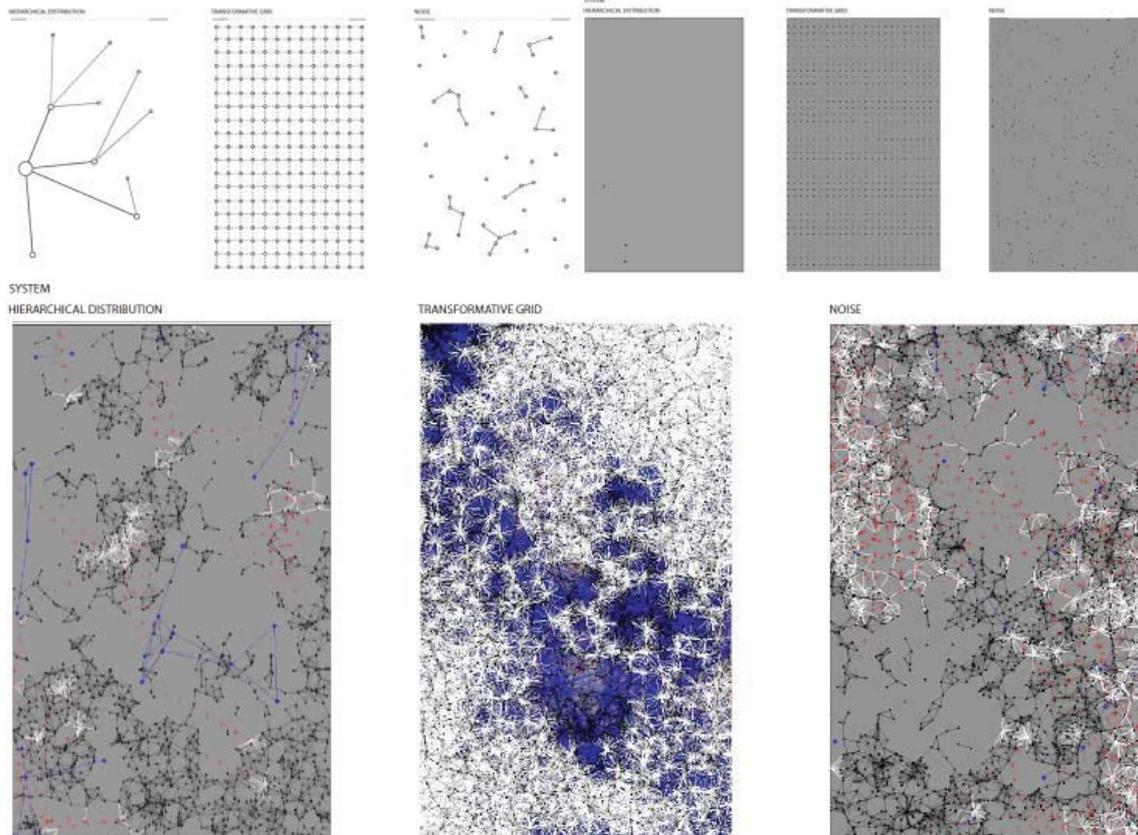


[fig2/Primera instancia. Relaciones internas sistémicas globales. Estado de agentes y funciones de comprobación/]

El modelo que propone “La Ciudad Autoorganizativa” juega con la idea que ciertos agentes urbanos pueden describirse en términos de intereses conflictivos o chocantes, sus características, y sus implicaciones morfoespaciales. La manifestación de tal modelo va más allá que una simple dicotomía estática, y busca una amplificación de esta perspectiva a través de la marca de lógicas asociativas dependientes de la dimensión temporal. Mediante

- (i) la oposición de las características, “intenciones”, y “deseos” de los agentes,
- y (ii) la síntesis de dichas lógicas en entidades geométricas y espaciales altamente evolucionadas constituye la base del modelo propuesto.

La primera instancia del modelo considera tres agentes, y los prueba inicialmente en un espacio abstracto. En modelos evolutivos, la primera diapositiva [“frame”] es generalmente ignorada, ya que el peso específico de los mismos yace sobre todas las estructuras una vez que todas están interactuando. Sin embargo, es crucial tener un conocimiento, al menos básico, de las consecuencias de desplegar el sistema de diversas maneras, así como de su influencia en etapas subsiguientes del proceso evolutivo.



[fig3/Rol temporal de la distribución inicial en sistemas multiagente en espacio abstracto finito/]

Para conseguir este extremo, se validan tres instancias diferentes del modelo:

- (i) una condición de malla,
- (ii) una distribución aleatoria, y
- (iii) una distribución jerárquica, o propagación piramidal.

La última será seleccionada por su “efecto cascada” y similitud con procesos reales en los que algunos agentes precisan de la presencia de otros para su aparición.

Edificios, calles, espacio público, y programa constituyen la base para el estudio de las lógicas contrapuestas que regulan el comportamiento socio-económico de la ciudad -a través de feedback positivo y negativo. En el modelo propuesto, edificios y flujos de comunicación ejercen mutuamente fuerzas opuestas, en un intento de alcanzar una distribución óptima de conectividad, densidad, uso, y diversidad programática. El “área de afección” de cada agente se calcula relativo al tamaño del entorno. Además, la densidad y conectividad de los edificios están emparejados con el programa: cuando la masa edificada [fábrica urbana] ha alcanzado una masa crítica suficiente, ésta sufre un proceso de subdivisión, lo que conlleva a una mayor conectividad debido a la mayor producción de agentes “calle” y “espacio público”. El estudio de estos fenómenos muestra que, en la mayoría de los casos, esto ocurre cuando se alcanza

aproximadamente el 70% de la máxima densidad permitida [la cual, por su parte, es establecida por el usuario como condición de partida previamente al inicio de la simulación]. Adicionalmente, los objetos “edificio” tienden a estabilizarse con el tiempo, lo que concierne a su estado de entidades estáticas en el mundo real, lo que implica la existencia de rozamiento en el sistema. El modelo responde inicialmente a condiciones rápidamente cambiantes, una representación de protocolos potencialmente activos. Según esos protocolos ganan presencia -y los objetos “edificio” solidifican, una serie de relaciones más sutiles toman lugar. La densidad local y complejidad programática juegan un papel fundamental en el espacio, una vez que otras formas de interacción más noveles se han estabilizado.



[fig4/Sanchinarro/]

Los desechos, leídos como un subproducto de los anteriores, puede informar significativamente el sistema si se toma como criterio de evaluación del mismo. Esto no quiere decir necesariamente que el sistema deba optimizarse alrededor de la idea de producción de residuos y sus flujos, y sirve como enlace a las ideas anteriormente expuestas. Tras el estado “alejado de equilibrio” [inestable, o definido como “far-from equilibrium”], una bifurcación -o reacción catalítica- toma lugar. Como resultado, los sistemas parecen producir una forma “auto-ordenada”. Este proceso de salto entre complejidad y estabilidad se repite continuamente hasta que el sistema se estanca. Este comportamiento es típico de sistemas “alejados del equilibrio”. Sin duda, el proyecto prevé sistemas no ideales -con fricción, que tienen en cuenta diversos niveles de interacción y toma de decisiones descentralizada. Dichos modelos se han denominado generalmente como “bottom-up”, ya que provienen de una cultura donde el planeamiento y el diseño emergen del conocimiento e implicación de cada individuo. Los urbanistas se dieron cuenta del potencial de dichos modelos para interpretar comportamientos complejos y organizados. Asimismo, el proceso de parametrización de ciudades que comenzó en los setenta, esta nueva vista de los sistemas ayudaría finalmente a formar y enmarcar las dinámicas esenciales de procesos urbanos.

5.3. Desarrollo del modelo

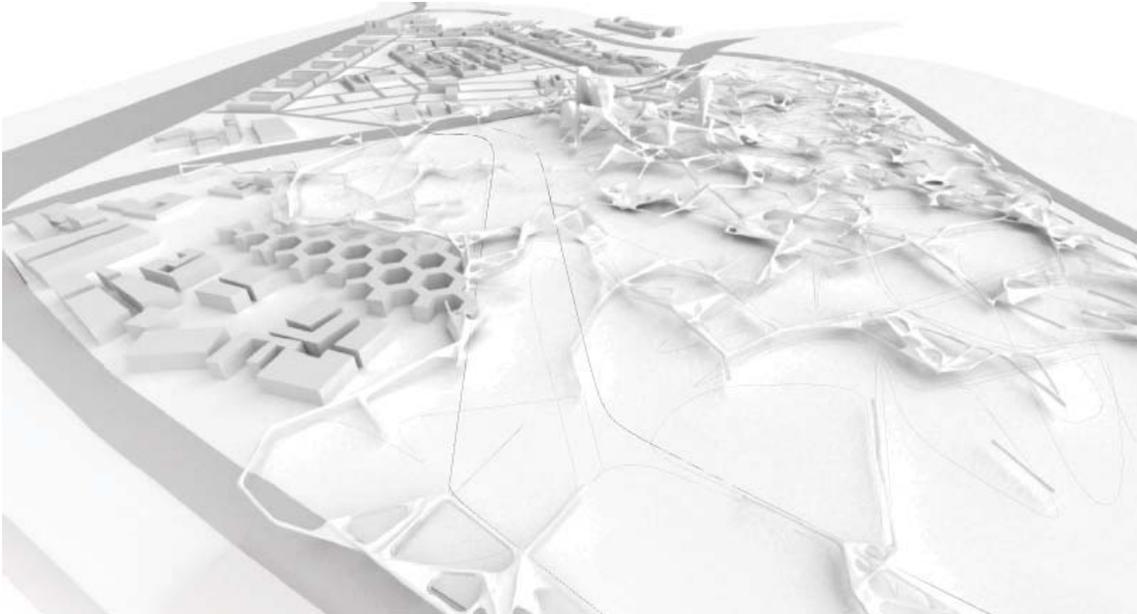


[fig5/Instancias de la simulación en Sanchinarro/]

Una segunda instancia del proyecto requiere una interacción más compleja con condiciones de contorno y limitaciones ambientales. Por ejemplo, elementos infraestructurales clásicos, tales como autopistas y calles, se toman en consideración, además de otros como fábrica urbana existente, uso de suelo, zonificación, y nivel socioeconómico. La primera aplicación del modelo lo pone a prueba con Sanchinarro, una de las zonas de expansión más extensas del norte de Madrid. Este desarrollo personifica la actitud de Madrid respecto del planeamiento urbano y del negocio inmobiliario durante los últimos 20 años. Las 400 hectáreas de suelo albergarán más de 40000 personas en 13000 viviendas, 8000 de los cuales deberán alojar vivienda pública. Sanchinarro es, a pesar de ello, una serie de bloques cerrados, sobredimensionados, monofuncionales y desconectados que debía convertirse en el buque insignia de la política del gobierno municipal respecto de la vivienda pública. Es, sin duda, un terreno perfecto para probar nuevas ideas y proponer implementaciones del modelo aquí presentado.

La forma triangular de Sanchinarro está circunscrita por tres autopistas de entidad. Por el oeste, el área bordea con la A1, mientras que la M-11 y M-40 definen sus límites sur y este, respectivamente. Conecta con estructuras urbanas existentes tanto al norte

como al sur, y con Las Tablas, un área de nuevo planeamiento, al oeste. El este del área se prevé para un futuro desarrollo residencial.



[fig6/Propuesta para el nuevo desarrollo a partir de la traducción de variables del modelo en parámetros espaciales/]

Además de las características mencionadas con anterioridad, este segundo paso en la implementación del proceso exhibe la capacidad de absorber intenciones del diseñador durante el proceso de modelado, permitiendo feedback directo y constante entre los componentes más relevantes del proceso de diseño: diseñador, diseño, modelo, y visualización de información. El modelo logra este extremo incluyendo herramientas de control de infraestructuras de conexión, regulación de densidad máxima y mínima, variabilidad de programa, generación aleatoria de condiciones a nivel de rasante, gestión de comportamiento en zonas limítrofes, y una mejorada relación y manejo de de las relaciones entre densidad, programa y espacio público, así como una visualización continua de todas estas variables globales y locales, incluyendo producción de residuos -función del número total de edificios y su distribución espacial, población total y huella de espacios públicos. Estos modelos muestran que la producción de residuos se minimiza cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- (i) las agrupaciones residenciales tienen densidad media;
- (ii) se minimizan las conexiones entre ellas;
- (iii) se maximiza el espacio público intersticial entre agregaciones de edificios;
- (iv) se distribuyen unidades de edificación en los bordes con fábrica urbana existente.

Estos atributos funcionan de manera sinérgica, enriqueciéndose y beneficiándose mutuamente.

1.6. HACIA UN SUEÑO DIGITAL: INFLUENCIANDO ESPACIALIDAD A PARTIR DE MODELOS INFORMACIONALES

Tras explorar la idoneidad de modelos multi-agente para describir las distintas formas de acción que tienen lugar en entornos urbanos, y haberlos probado positivamente como una valiosa herramienta para el enriquecimiento y mejora de interacciones ficticias ente sintaxis espacial, datos, diseños de procesos y sus implicaciones en asuntos socioeconómicos y culturales.

El último paso del proceso se engarza directamente con la discusión alrededor de la redefinición del pensamiento espacial a partir de modelos informacionales, y el nacimiento de una base de datos online que permitiría una lectura diferente del espacio a través de su accesibilidad mediante aparatos portátiles.

Como sugiere Jonathan Solomon, “Las señales [de carreteras] son modelos. Los impuestos sobre tráfico son un modelo. El iPhone es un modelo. Es hora de que bajemos de los árboles” [8 Jonathan Solomon, “Seeing the City for the Trees”, in Models]. Las ciudades, enormemente pobladas de dichos dispositivos, son capaces de modificar su comportamiento y el de sus habitantes gracias a la inmediatez del acceso a la información. Es el paso hacia un sueño digital.

Entendamos primero la relación entre generación de basura y la estructura socioespacial de la ciudad de Nueva York, si bien en una breve discusión*. De acuerdo a información del Departamento de Sanidad de NY, y sus “2008 Waste Characterization Report” y “New York State Solid Waste Management Plan 1999-2000 Update”, la ciudad de Nueva York produce una media de 13000 toneladas de residuo sólido no reciclable, y es el líder de exportación de residuos de EEUU, con un total de 5600000 toneladas al año [datos de la Agencia Medioambiental de EEUU]. Cruzando los datos del censo con ratios de generación de basura obtenemos numerosa y valiosa información sobre cómo relacionar la basura con los niveles socioeconómicos de la ciudad, así de sobre cómo se mezcla con la médula espinal de una sociedad.

	GRAND TOTAL	HD	HD	HD	MD	MD	MD	LD	LD
S.I.	0.4558031	0.0487535	0.0332201	0.0870129	0.0176186	0.0792221	0.0683158	0.0887027	0.0329664
QNS	1.6818754	0.1798963	0.1225793	0.3210703	0.0650113	0.2923228	0.2520796	0.3273054	0.1216431
BRK	1.8419697	0.1970203	0.1342474	0.3516323	0.0711996	0.3201484	0.2760745	0.3584609	0.1332221
BRX	0.9091051	0.0972395	0.0662579	0.1735483	0.0351406	0.1580094	0.1362567	0.1769186	0.0657518
MHT	1.0473396	0.1120253	0.0763328	0.1999373	0.0404839	0.1820356	0.1569753	0.20382	0.0757498
		HI	MI	LI	HI	MI	LI	MI	LI

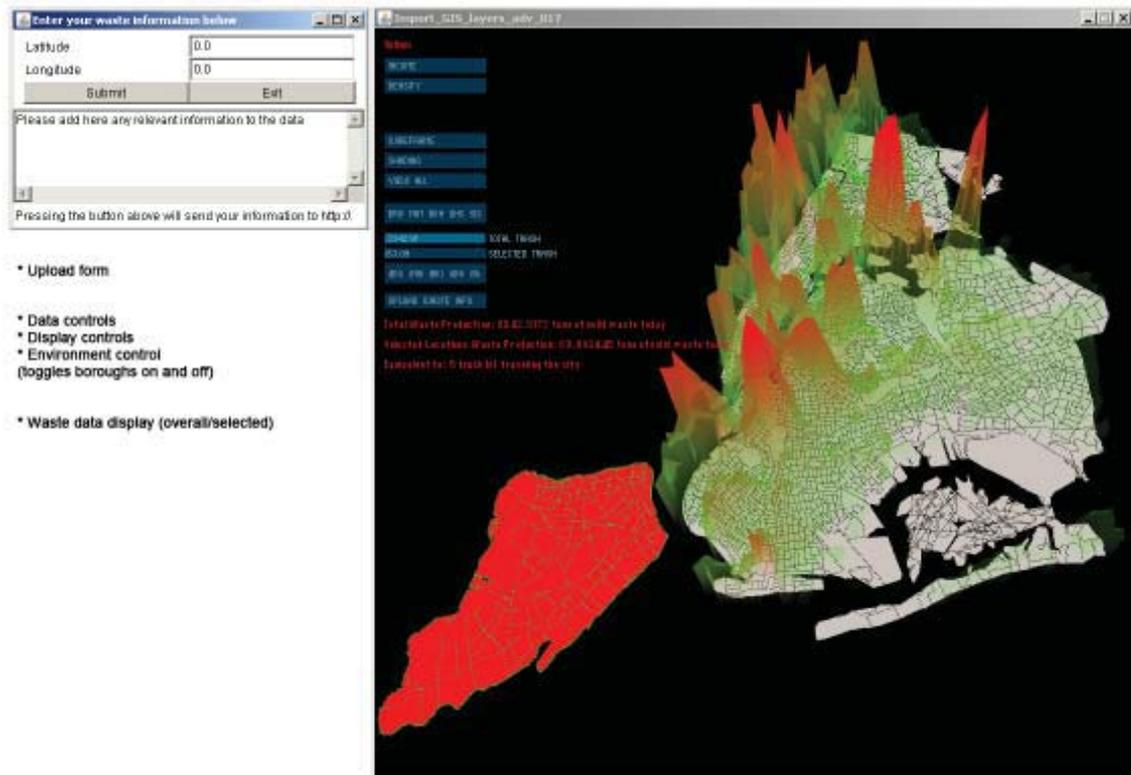
[fig7/Proyección anual de residuos sólidos urbanos per capita para cada barrio de NY, de acuerdo a información de NYSD, elaboración propia/]

La tabla 7 muestra un sumario de los ratios de generación de residuos sólidos urbanos de acuerdo a datos de ingresos y densidad para la ciudad de Nueva York.

Comparando áreas de alta densidad, el mayor ratio de generación se encuentra en población con bajos ingresos, seguido de altos y medios. Mientras, una comparación entre áreas con igual nivel muestra que zonas densamente pobladas generan más residuos que zonas de media o baja-densidad en general. Estos resultados son coherentes con los obtenidos del estudio de la morfología y tipología urbanas. Por ejemplo, una mirada rápida a la tipología de bloque de apartamentos muestra una alta generación, debido principalmente a los siguientes factores:

- (i) el alto número de propietarios o inquilinos [al contrario que unidades monofamiliares];
- (ii) la recogida de basura centralizada [que juega un papel psicológico fundamental]; y
- (iii) otros factores morfológicos del edificio, así como
- (iv) su localización en zonas normalmente altamente pobladas.

Así pues, hay una relación muy sutil entre desechos y morfología urbana, una relación que requiere un estudio en profundidad y una exploración detallada. La propuesta inicial no solamente pretende encontrar datos relevantes para la definición de las ciudades desde el punto de vista de los residuos y sus implicaciones socioeconómicas, sino además explorar las posibilidades de sondear los intrincados mecanismos de la morfología urbana en la esperanza de crear conciencia social y producir conocimiento gracias al “crowd-sourcing”. La producción de una herramienta de software -aún en desarrollo- cuestiona nuestra perspectiva de la basura, y tiene como finalidad poner en duda cómo se perciben, viven, y gestionan las ciudades. “La Ciudad Autoorganizativa” intenta arrojar luz sobre la evolución de las ciudades y sus habitantes con el actual ritmo de creación de desechos, y cómo ésta se verá afectada por la implementación de mecanismos que se permitan cuantificar y cualificar dicha producción públicamente. Precisamente esta democratización a través del acceso a la información y feedback lo que, desde mi punto de vista, producirá un cambio radical en la percepción de los residuos, y redefinirá, en última instancia, el valor cultural de los mismos, permitiendo una mutación del código genético de la ciudad que altere el balance de capital actual.



[fig8/Desarrollo preliminar de aplicación de software. La implementación para iPhone se ha iniciado/]

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jane Jacobs, “The Death and Life of Great American Cities” (1961)
- Keller Easterling, “Enduring Innocence: Global Architecture and Its Political Masquerades”, (2007)
- Karl Marx, “Capital”, Vol1 (1961), p 637[*], in Heather Rogers, “Gone Tomorrow”, pp 35-36.
- Ed Keller, “Shockwave Riders: Collective Intelligence & TransDisciplinary Pedagogy”, Conference at Parsons, the New School of Design, New York, 2010.
- William McDonough and Michael Braungart, “Cradle to Cradle, Remaking the way we make things”, North Point Press, 2002
- Michael Batty 2007, “Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent Based Modeling, and Fractals” (2007)
- Christopher Alexander, “Notes on the Synthesis of Form”, 1964
- Roland Snooks, “Observations on the algorithmic emergence of character”, in Models, 306090 Books, Volume11, pp 96
- Sanford Kwinter, “Who is afraid of form”, in “Far from Equilibrium”, 2008
- Jonathan Solomon, “Seeing the City for the Trees”, in Models, 306090 Books, Volume11, pp 182

TERMINOLOGÍA

Sistema abierto: sistema que puede ser influenciado por otros externos o por sus condiciones de contorno.

Agencia/agente: cualquier elemento interviniente en un proceso que pueda definirse mediante una serie de características y un conjunto de comportamientos.

Feedback: término inglés empleado para definir retroalimentación o procesos retroalimentados -aquéllos en los que el resultado afecta el punto de partida, en un modelo iterativo.

Feedback positivo: tipo de retroalimentación en el cual el sistema responde en una dirección opuesta a la perturbación. La combinación de feedback o retroalimentación positiva y negativa crea propiedades de sistemas complejos.

Feedback negativo: tipo de retroalimentación en el cual el sistema responde en la misma dirección de la perturbación.

Área de afección: superficie de cálculo de un proceso determinado, o afectada por éste.

Auto-ordenada o self-sorting: dicese de una estructura cuyo orden emerge sin imposición de una regla exterior a ella misma.

Crowd-sourcing: término empleado para describir el fenómeno mediante el cual, y gracias a las tecnologías de la información, es posible que un amplio grupo de personas (público) se organice en torno a la resolución de una tarea específica. El término se relaciona con computación humana y metodologías de resolución de problemas, debido a la autoselección del proceso abierto.

Procedural system: sistema por procedimientos o un sistema que funciona mediante instrucciones secuenciales.

Algoritmo: conjunto finito de pasos definidos, estructurados en el tiempo y formulados con base a un conjunto finito de reglas no ambiguas, que proveen un procedimiento para dar la solución correcta o indicar la falta de esta a un problema en un tiempo determinado.

Sistema multiagente: sistema basado en la interacción de varios tipos distintos de agentes.

Fitness criteria: criterios de evaluación de un modelo determinado.

Autor: Albert Alcalá
Entidad: Energía Local

2. Integración de la generación distribuida en las ciudades

2.1. La ciudad como ente consumidor de energía y generador de residuos valorizables.

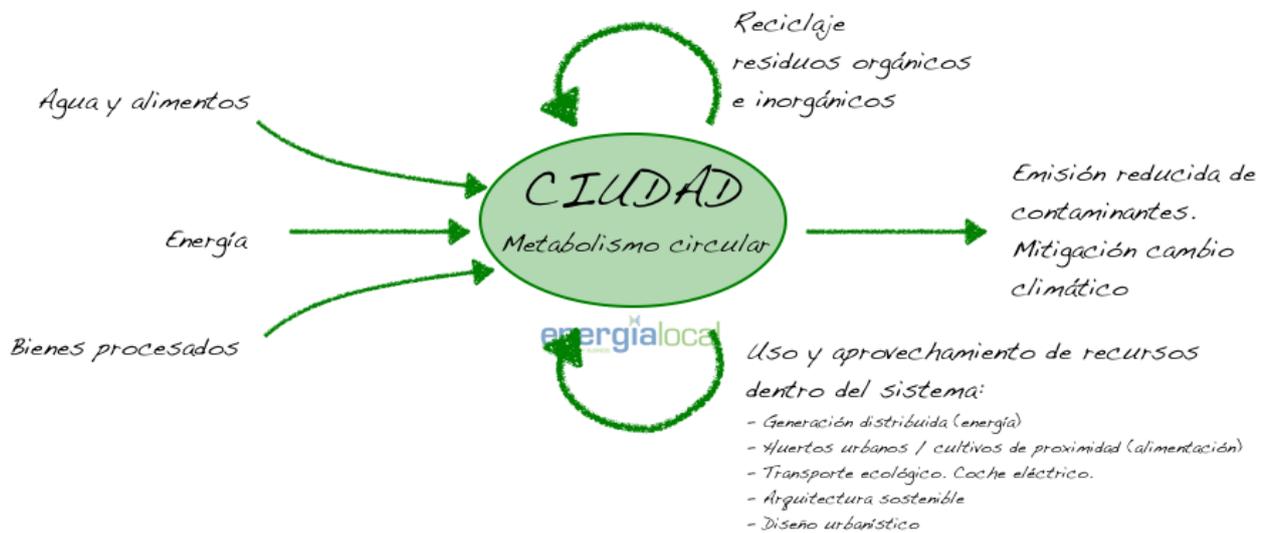
La sociedad actual está cada vez más organizada alrededor de las ciudades por lo que éstas se han convertido en grandes consumidores energéticos. De hecho se estima que un 75% de la energía a nivel mundial se destina al consumo urbano. Por otro lado, el desarrollo urbanístico en las ciudades no incorporó el debate energético hasta las últimas décadas del siglo XX lo que ha significado que las ciudades no hayan sido construidas con criterios de eficiencia energética.

Así pues, uno de los retos principales del siglo XXI es el abastecimiento energético de las ciudades de forma sostenible.

Las ciudades actuales presentan lo que se ha venido a llamar un metabolismo lineal en el que la ciudad consume una serie de recursos y produce unos residuos que hay que tratar. La alternativa es el metabolismo circular que persigue disminuir la demanda de recursos, manejándolos de forma eficiente, y reduciendo de esta forma la generación de residuos. Comprende además la reutilización así como la captación de recursos renovables buscando aumentar el nivel de autosuficiencia en la ciudad en relación con el territorio que ocupa.

Actualmente, las nuevas teorías urbanas de eco-ciudad o ciudad sostenible plantean el reto que supone acercarse al modelo urbano circular.





De acuerdo al modelo de ciudad sostenible, la ciudad debe pensarse y construirse en base al clima, la humedad, la insolación y los vientos de la región donde esté asentada. Integrando el aprovechamiento de las energías renovables. Son los criterios bioclimáticos y ecológicos los que limitarán el diseño arquitectónico y urbano en el futuro.

En este contexto, el desarrollo de fuentes de energía renovables en el interior de las ciudades debe basarse en los siguientes principios:

- ✓ Promover la diversificación de fuentes energéticas.
- ✓ Estudiar el potencial energético renovable a escala urbana.
- ✓ Fomentar un modelo energético distribuido o descentralizado.
- ✓ Fomentar la instalación de centrales de generación a pequeña escala.
- ✓ Definir normas de construcción y esquemas legales que favorezcan la implantación de estas energías.
- ✓ Aprovechar siempre que sea posible formas alternativas de energía como geotérmica, eólica, hidráulica de pequeña escala.
- ✓ Integrar la política urbanística y el uso de energía renovables.
- ✓ Actuar sobre la demanda de energía, reduciendo los picos de consumo. Introducción del coche eléctrico lo que implica un incremento notable del consumo nocturno.

- ✓ Apoyarse en las nuevas arquitecturas de red, “smart grids”, que proponen una progresiva deslocalización del control de la red, multiplicando la interconexión entre los distintos puntos e incorporando dispositivos y mecanismos de control a cada uno de los nodos de la misma, de tal manera que estos controlen en todo momento los propios parámetros de la red que lo rodea compartiendo la responsabilidad de garantizar la estabilidad y seguridad de la red.

La generación distribuida se postula como una alternativa a los sistemas convencionales, que reduce las pérdidas en las líneas de distribución, ahorra energía primaria, mejora la diversificación energética y reduce las emisiones contaminantes a la atmosfera.

En los siguientes apartados se analizan las principales características y la integración de las distintas tecnologías de generación distribuida en las ciudades.

2.2. La ciudad del futuro como ente productor y consumidor de energía. La generación distribuida.

La generación distribuida, es decir la producción de energía eléctrica conectada a la red de distribución o la red del propio consumidor, debe jugar un papel fundamental en incrementar la sostenibilidad energética de las ciudades minimizando pérdidas de transporte y mejorando la calidad y seguridad del sistema eléctrico.

La generación distribuida engloba una amplio abanico de tecnologías que podemos dividir entre aquellas que proporcionan energía térmica en forma de calefacción y/o refrigeración, aquellas que proporcionan energía eléctrica y, por último, aquellas que puedan suministrar una combinación de ambas.

2.2.1. Espectro de tecnologías de producción distribuida. Una visión global.

Las principales tecnologías de producción distribuida son:

- Energía solar térmica
- Energía solar fotovoltaica
- Energía mini-eólica
- Energía de la biomasa
- Energía mini-hidráulica
- Aprovechamiento del freático
- Energía geotérmica

La eficiencia energética constituye el segundo gran eje de medidas de producción sostenible. Este grupo no tiene carácter renovable pero sí tiene capacidad de aportar un ahorro de energía primaria en la ciudad relevante.

Las técnicas de eficiencia energética consideradas son:

- Cogeneración y microcogeneración
- Conexión a redes urbanas de distribución de calor y frío

2.2.1.1. Energía solar térmica

La energía solar térmica se basa en el aprovechamiento de la energía solar para producir calor útil, normalmente en forma de agua caliente para diversos usos: agua caliente sanitaria (ACS), calefacción e incluso refrigeración mediante una máquina de absorción (técnica denominada refrigeración solar).

Se empezó a desarrollar durante los años 70 y 80 debido principalmente a la crisis del petróleo. Actualmente se puede afirmar que la tecnología asociada a la energía solar térmica es madura y se está implementando de forma generalizada en el sector terciario.

La energía solar térmica está, por lo tanto, ampliamente consolidada.

Las instalaciones de solar térmica suelen ser proyectos de ámbito privado con economías a largo plazo. El periodo de retorno de la inversión suele situarse en el entorno de los quince-veinte años dependiendo del combustible desplazado (gas o fuel).

La inversión en una instalación solar térmica es del orden de 800 – 1.000 EUR por metro cuadrado de placa. Para cubrir las necesidades de una vivienda unifamiliar se estima que se necesitan del orden de 2 a 4 metros cuadrados. El coste de mantenimiento de las instalaciones se puede considerar no relevante frente al de inversión.

Se trata pues de una tecnología consolidada y rentable a largo plazo. Es aplicable a cualquier tipo de edificio sin condicionantes especiales salvo la disponibilidad de espacios libres y soleados para su instalación.

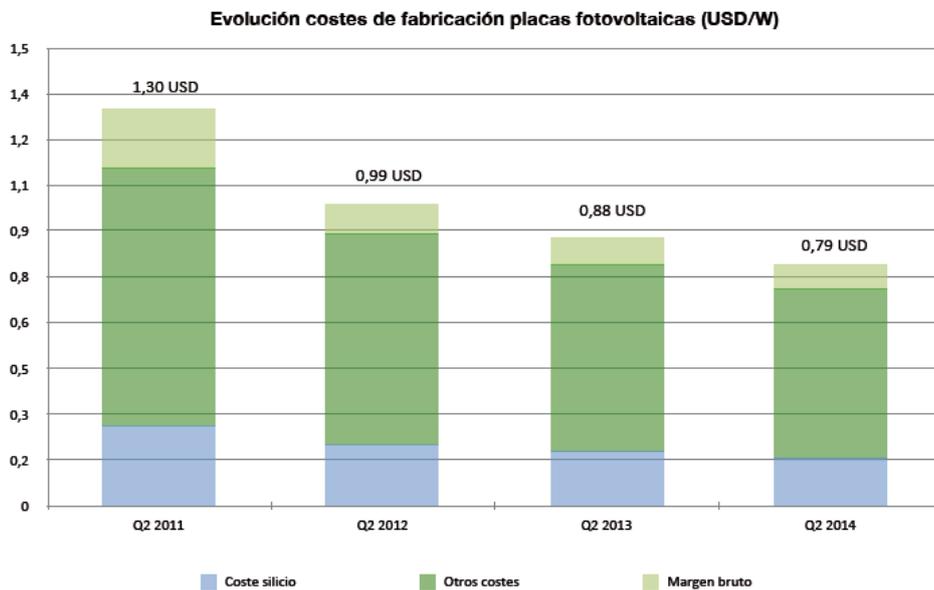
2.2.1.2. Energía solar fotovoltaica

Los paneles solares fotovoltaicos producen electricidad a partir de la luz solar que incide sobre el conjunto de celdas que los componen. Existen tres tipos básicos de placas solares fotovoltaicas, las monocristalinas (formadas por un único cristal de silicio, son las que presentan el mejor rendimiento del mercado); las policristalinas (formadas por pequeños cristales, más económicas pero con peor rendimiento) y las amorfas (formadas por silicio sin cristalizar, son las más económicas pero su rendimiento es el más bajo). El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20% mientras que el de las últimas puede no llegar al 10%.

Adicionalmente las instalaciones fotovoltaicas pueden clasificarse de acuerdo a si las placas disponen de seguidor solar, un dispositivo mecánico que permite la orientación de los paneles hacia el Sol. La producción con este sistema se ve incrementada un 30-40% mientras el precio de la instalación se ve incrementado en un 10-20%.

Es actualmente una tecnología madura pese a que sigue la investigación para mejorar los rendimientos obtenidos. De hecho, tal y como se muestra en el siguiente gráfico, al igual que durante los últimos años, durante los siguientes se va a ir reduciendo el coste de producción de las placas solares y, a su vez, aumentando la eficiencia de la tecnología.

En España hay instalados actualmente más de 4.000 MW de fotovoltaica por lo que



puede afirmarse que es una tecnología extendida y asentada en el Estado.

Fuente: IHS iSuppli Research, June 2011

La economía de un proyecto solar fotovoltaico está basada casi exclusivamente en el coste de la inversión y de la venta de electricidad a la red. No existen gastos relevantes de mantenimiento ni de personal de supervisión.

El coste actual para instalaciones de menos de 100 kW se sitúa en el orden de los 2.500 – 3.500 EUR por kW instalado. No obstante cabe señalar que dicho precio está disminuyendo aproximadamente un 10% anual.

La misma ASIF (Asociación de la Industria Fotovoltaica) sitúa la *grid parity* de la energía fotovoltaica entre el 2013 y el 2015 lo que unido a las nuevas *smart grids* y a una reglamentación que facilite la inyección de la energía eléctrica generada a la red puede suponer una nueva aceleración de las instalaciones fotovoltaicas sin necesidad de ningún incentivo estatal.

Los principales condicionantes técnicos para su instalación son los mismos que para la tecnología solar térmica: disponibilidad de espacio en tejado y ausencia de sombras por parte de otros edificios o antenas.

2.2.1.3 Energía mini-eólica

El principio de funcionamiento de la energía eólica es el movimiento del viento que hace mover las palas de un molino, que conectado a un alternador genera electricidad.

Entendemos por energía mini-eólica las instalaciones de potencia inferior a 100 kW aunque raramente supera los 20 kW. La energía eléctrica producida se puede inyectar en la red o bien auto consumirse (en zonas rurales o aisladas).

Así como la tecnología eólica ha sabido situarse como la energía renovable con mayor participación en el mix eléctrico, la mini-eólica no ha tenido un desarrollo paralelo.

Actualmente la energía mini-eólica no tiene un estado de madurez como lo puede tener la propia eólica a gran escala. Varios motivos son los que han llevado a esta situación que se pueden resumir en los bajos rendimientos obtenidos, la gran inversión inicial y el ruido y vibraciones provocados por el molino.



Mini-aerogenerador de eje horizontal (Fuente: Prqu, 2009)

Se puede decir, por lo tanto, que la mini-eólica aún no es una realidad en España salvo a nivel experimental.

La inversión de una instalación mini-eólica se sitúa en el orden de los 3.000 EUR por kW.

En España, el Plan de Energía Renovables 2011-2020 establece alcanzar los 370 MW mini eólicos lo que supone un gran avance ya que por primera vez se establece un objetivo para la mini eólica. Es un campo en el que todo el potencial está aún por explotar.

Los principales condicionantes para la implantación de centrales mini eólicas es que son necesarios espacios disponibles en las zonas elevadas de los edificios (tejados básicamente) ya ocupados por otras instalaciones como fotovoltaica, termosolar o instalaciones propias del edificio. En el caso de la mini eólica además las posibles interferencias entre varias unidades deben ser estudiadas con especial atención.

Por último presentan el inconveniente añadido y ya comentado del ruido y las vibraciones procedentes de la turbina que no son admisibles en un entorno urbano.

2.2.1.4 Energía de la biomasa

La energía de la biomasa es la que se extrae de todo tipo de residuos vegetales o animales y que normalmente se aprovecha mediante combustión directa para obtener electricidad y/o energía térmica. Son ejemplos de biomasa los restos vegetales de parques y jardines o el biogás procedente de estaciones de depuración de aguas residuales.

La biomasa se considera neutra en cuanto a emisiones de CO₂ ya que en su génesis se absorbió el mismo CO₂ que se emitirá en su combustión.

En España, el consumo de biomasa no está demasiado extendido (según IDAE sólo un 3% de la energía consumida en el Estado proviene de la biomasa), especialmente en núcleos urbanos ya que requieren un importante espacio y existe un cierto recelo en cuanto a emisiones y tratamiento de gases.

El uso más generalizado de la biomasa es para la generación de energía térmica, especialmente en entornos rurales domésticos. No obstante también puede ser utilizada para la generación de electricidad habitualmente en grandes o medianas instalaciones fuera del entorno urbano (generación centralizada).

La instalación de una caldera de biomasa tiene una inversión asociada de unos 300 EUR por kWt lo que supone aproximadamente el triple que una instalación equivalente de gas o de fuel-oil.

El periodo de retorno de la inversión variará en función del combustible utilizado, usualmente pellets o astillas y el combustible sustituido. En todo caso se sitúa en el orden de los 6 años si sustituye diesel y de los 15 años si sustituye gas natural.

El entorno de precios actual hace que un proyecto de biomasa solo sea atractivo en equipamientos de alto consumo energético como gimnasios, centros deportivos o escuelas.

El principal punto fuerte de las instalaciones de biomasa es el menor coste del combustible respecto a los fósiles y dadas las previsiones de precios de combustible auguran una futura viabilidad económica de las instalaciones. Además, tal y como se ha comentado son instalaciones neutras en cuanto a emisiones de CO₂ lo que supone una ventaja competitiva indudable frente a las instalaciones con combustibles fósiles.

Los principales condicionantes de las instalaciones de biomasa son los espacios requeridos para su implantación y el recelo a colocar instalaciones de combustión en entornos urbanos por los problemas derivados de las emisiones contaminantes o el tratamiento de las cenizas pese a que ambos son problemas técnicamente resueltos.

Otro aspecto condicionante es la energía invertida en transportar el combustible hasta el usuario final, que en el caso de ciudades puede llevar a que el gasto energético invertido en el transporte sea superior al ahorro de energía primaria producido.

2.2.1.5 Energía mini-hidráulica

La energía hidráulica se basa en el aprovechamiento de la energía cinética del agua en movimiento que hace girar una turbina acoplada a un alternador. Se considera una instalación como mini-hidráulica cuando la potencia instalada es inferior a 10 MW.

La tecnología mini-hidráulica es perfecta para zonas habitadas y aisladas con un pequeño salto de agua disponible. En los núcleos urbanos se pueden instalar principalmente en las líneas de alta presión de abastecimiento de agua potable y en ciertos puntos de las redes de alcantarillado aprovechando los saltos de agua existentes.

A diferencia de las grandes instalaciones hidráulicas el impacto ambiental es mínimo al aprovechar, usualmente, saltos de agua ya existentes.

La tecnología se encuentra en una fase de total madurez. Actualmente la mayor parte de instalaciones se ubican en zonas rurales y aisladas, las instalaciones en ciudades

aún no son demasiado comunes pese a que ya existen algunas plantas en funcionamiento.

En cuanto a la inversión, para instalaciones del orden de 100 kW la inversión específica se sitúa en el entorno de los 7.000 EUR por kW. Son instalaciones con periodos de retorno elevados debido a la alta inversión.

2.2.1.6 Aprovechamiento del freático

La energía aprovechable de las aguas freáticas es una técnica relativamente nueva. El agua freática es aquella que se encuentra en el subsuelo a una determinada profundidad. Existen dos formas de aprovechar el freático, un uso no energético (uso agrario, riego de parques y jardines, limpieza, etc.) y uso energético aprovechando la energía contenida en el freático para climatización de edificios mediante un ciclo con bomba de calor haciendo servir el mismo como foco frío o caliente para disipar el calor del condensador de la bomba.

La instalación consiste básicamente en dos pozos, uno de extracción y otro de inyección dispuestos en el mismo sentido que el flujo de la capa freática.

La tecnología de climatización mediante el freático no está demasiado extendida. En España la referencia en instalaciones urbanas es Zaragoza, que dispone de cerca de 90 pozos para climatización. En Barcelona y Sevilla también existen algunas instalaciones.

No existe una base de datos con la potencia instalada en España pero se estima que puede estar cerca de los 50 MWt de capacidad en bombas de calor.

Este tipo de instalaciones requieren una fuerte inversión inicial, especialmente influenciada por las perforaciones a realizar. Debido al buen rendimiento de la bomba de calor asociada permiten un ahorro relevante al usuario en explotación.

El coste total de una instalación tipo incluyendo pozos de extracción e inyección, intercambiadores y estaciones de bombeo puede situarse en el entorno de los 200.000EUR. Teniendo en cuenta el ahorro en electricidad consumida, y la inversión evitada en torres de refrigeración o en una bomba de calor refrigerada por aire, el periodo de inversión se sitúa en el orden de los 10 años.

Los condicionantes asociados a esta tecnología son lógicamente la disponibilidad de una fuente de agua suficientemente grande, los costes de mantenimiento de los pozos y de la instalación.

Medioambientalmente se debe evitar, en la medida de lo posible, alterar el equilibrio físico-químico de la capa freática controlando la temperatura de inyección del agua, el nivel del freático entre otros parámetros.

2.2.1.7 Energía geotérmica

La energía geotérmica de baja temperatura o solar es junto con la freática y la solar térmica una fuente de energía renovable muy adecuada para la climatización.

No debe confundirse esta energía con la conocida como geotérmica de alta temperatura, procedente del calor interior de la Tierra. Este recurso sólo es aprovechable en zonas con unas condiciones geológicas particulares mientras que la disponibilidad de la energía geotérmica de baja entalpía es global.

Esta tecnología tiene un principio de funcionamiento idéntico a la del aprovechamiento del freático, con la diferencia de que dispone de un colector por lo que se trata de un circuito cerrado.

Los referentes tecnológicos son los países nórdicos y Estados Unidos, en dónde se ha alcanzado la madurez. En España esta tecnología también es una realidad pese a no estar tan extendida.

Está en franca expansión tanto en Europa como en España donde algunas fuentes cifran el crecimiento en un 100% anual.

A las ventajas medioambientales y técnicas que presentan las instalaciones con bomba de calor geotérmica puede sumársele un cierto atractivo económico ya que el periodo de retorno de la inversión suele situarse entre los 5 y los 10 años pese a implicar una gran inversión inicial ya que los costes de mantenimiento son muy bajos, el gasto en electricidad es reducida debido al alto rendimiento obtenido y el coste de la energía térmica de entrada al sistema es prácticamente cero.

Por supuesto, la inversión será mas rentable cuanto mas alta sea la demanda térmica y mayor su tiempo de uso estimado.

Los principales condicionantes para aprovechar la energía geotérmica en los núcleos urbanos es el espacio disponible ya que suele resultar complicado realizar perforaciones en un suelo donde ya existen multitud de instalaciones subterráneas.

2.2.1.8 Cogeneración y microcogeneración

El término cogeneración significa la generación simultánea y eficiente de calor y electricidad. Esta tecnología es la mas eficiente entre los distintos sistemas de generación de electricidad a partir de combustibles fósiles.

La generación de electricidad se produce en equipos como motores alternativos, turbinas de gas, turbinas de vapor o pilas de combustible. La alta eficiencia se consigue aprovechando el calor residual que provoca la generación de electricidad transmitiéndolo a un usuario.

La cogeneración es una tecnología completamente madura a nivel industrial y de gran escala. No obstante eso aún no se ha implementado en el sector terciario de forma generalizada debido principalmente a restricciones de tipo legal y a las dificultades para conectar a la red instalaciones de este tipo.

En España la cogeneración representa el 12% de la generación eléctrica. Con una potencia instalada superior a los 6.000 MW.

Un proyecto de cogeneración es notablemente complejo, tanto desde el punto de vista de requerimientos como de conocimientos especializados tanto en fase de ingeniería y construcción como en fase de explotación.

La inversión depende fuertemente de la escala del proyecto que se sitúa alrededor de los 1.000 EUR por kW para centrales de potencias alrededor de 5 MW hasta inversiones de 2.000 a 5.000 EUR/kW para plantas de microcogeneración del orden de 5 a 30 kW. El periodo de retorno de la inversión es de 6 a 8 años.

La cogeneración puede implantarse en todos aquellos centros, industriales o del sector terciario, donde se consuma energía. Los precios energéticos son los que marcarán la decisión económica de invertir en una instalación de estas características.

En el sector terciario los aspectos principales para la instalación de centrales de cogeneración es siempre intentar aprovechar al máximo la energía residual en forma de calor evitando que se disipe en la atmosfera y que el número de horas de funcionamiento de la instalación sea lo más grande posible.

Así por ejemplo la trigeneración suele ser una buena solución en climas templados ya que permite hacer funcionar la instalación tanto en invierno como en verano.

2.2.1.9 District Heating and Cooling (DHC)

Los sistemas urbanos de generación y distribución de calor y frío constan de una central de producción de energía, que es donde se producen los fluidos energéticos bien mediante tecnologías convencionales o con energías renovables, de una red de distribución formada por tuberías aisladas y de distintas subestaciones térmicas en los puntos de consumo formadas por intercambiadores de calor que permiten transferir el calor desde el circuito primario hasta el circuito secundario.

Esta tecnología supone un forma fiable, eficiente y viable económicamente de climatizar edificios. La tecnología presente en la central de generación hará que el sistema sea más o menos contaminante a nivel global. Los sistemas más recomendados son mediante energías renovables (principalmente biomasa) o bien cogeneración.

Los DHC son una tecnología madura y gozan de un momento de expansión en este momento, estando presentes en más de 5000 ciudades europeas. Es una tecnología consolidada en el norte, centro y este de Europa donde superan el 50% de la cuota de mercado de calor.

En todo caso es importante señalar que resulta imprescindible el apoyo de la administración en proyectos de este tipo desde la fase inicial que es la que contempla la inversión necesaria para hacer posible el proyecto y la promoción necesaria para que los clientes se conecten a la nueva red.

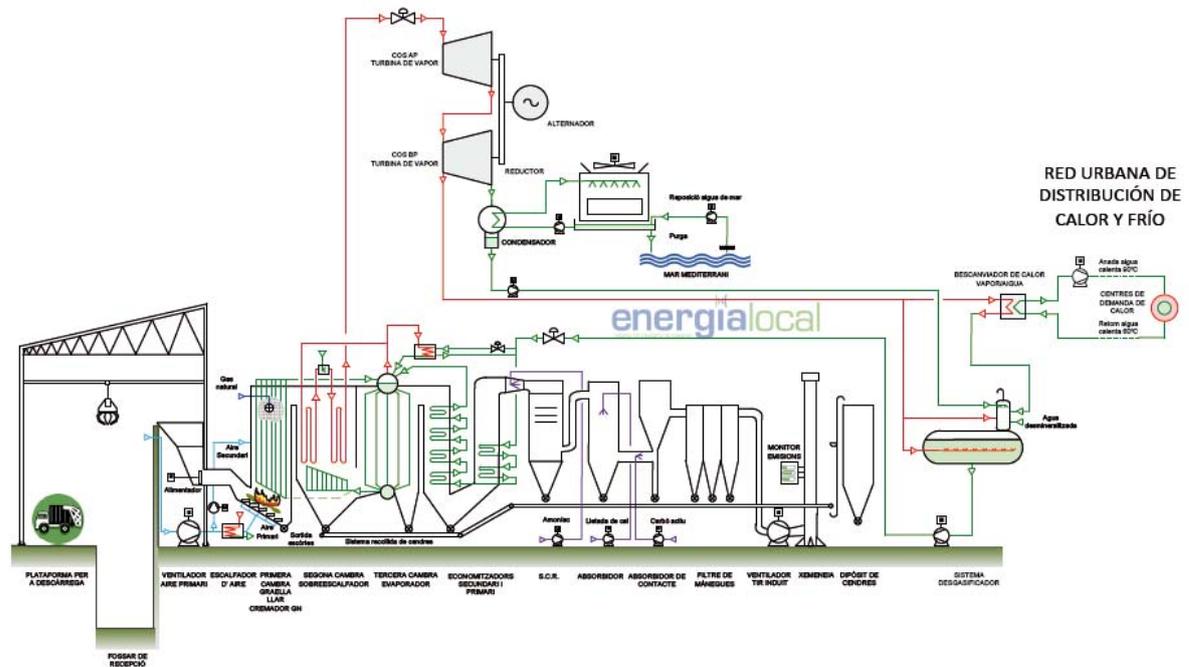
En muchas ocasiones el proyecto se plantea directamente desde un ámbito público o mixto (otorgando una concesión de explotación durante un periodo determinado de tiempo).

Esta tecnología requiere una muy elevada inversión inicial y se plantean como proyectos de larga vida útil (concesiones de 25-30 años), intensivos en capital inicialmente y con periodos de retorno de la inversión a largo plazo.

Por otro lado, permite al usuario térmico beneficios económicos como por ejemplo el hecho de no tener que invertir en equipamientos convencionales en el propio edificio como máquinas de frío, calderas o bombas de calor además del ahorro en espacio que suponen.

El principal aspecto condicionante para implementar una red de DHC es que se trata de una instalación a gran escala por lo que se requiere un gran espacio para colocar la central de producción así como la propia red de distribución, que supone el soterramiento de tuberías con el trabajo que ello comporta.

Es aconsejable plantear los grandes proyecto de DHC desde el inicio de los planes urbanísticos de expansión o remodelación de barrios resultando prácticamente inviables si se plantean sobre barrios ya construidos.

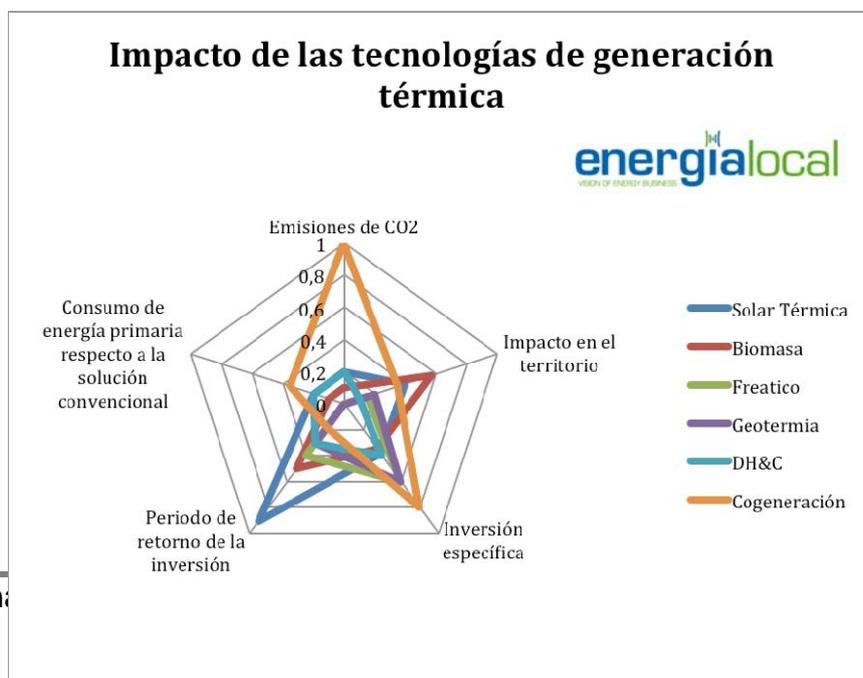


Los parámetros más importantes que influyen en el diseño de una central de DHC es la climatología del sitio y la fuente de calor disponible (renovable o no).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de instalación de DHC aprovechando residuos sólidos urbanos.

2.2.2. Comparativa de las distintas tecnologías de generación distribuida

Con el objetivo de comparar las distintas tecnologías y mostrar los puntos fuertes y



débiles de cada una de ellas, se han parametrizado y comparado en función de distintos aspectos clave: las emisiones in-situ de CO₂, teniendo en cuenta la aportación de energías convencionales para complementar las demandas de los edificios; la inversión específica inicial; el período de retorno de la inversión; el combustible fósil ahorrado respecto a la solución convencional y, por último, el impacto que se genera sobre el entorno urbano: Impacto visual, ocupación de espacios, etc.

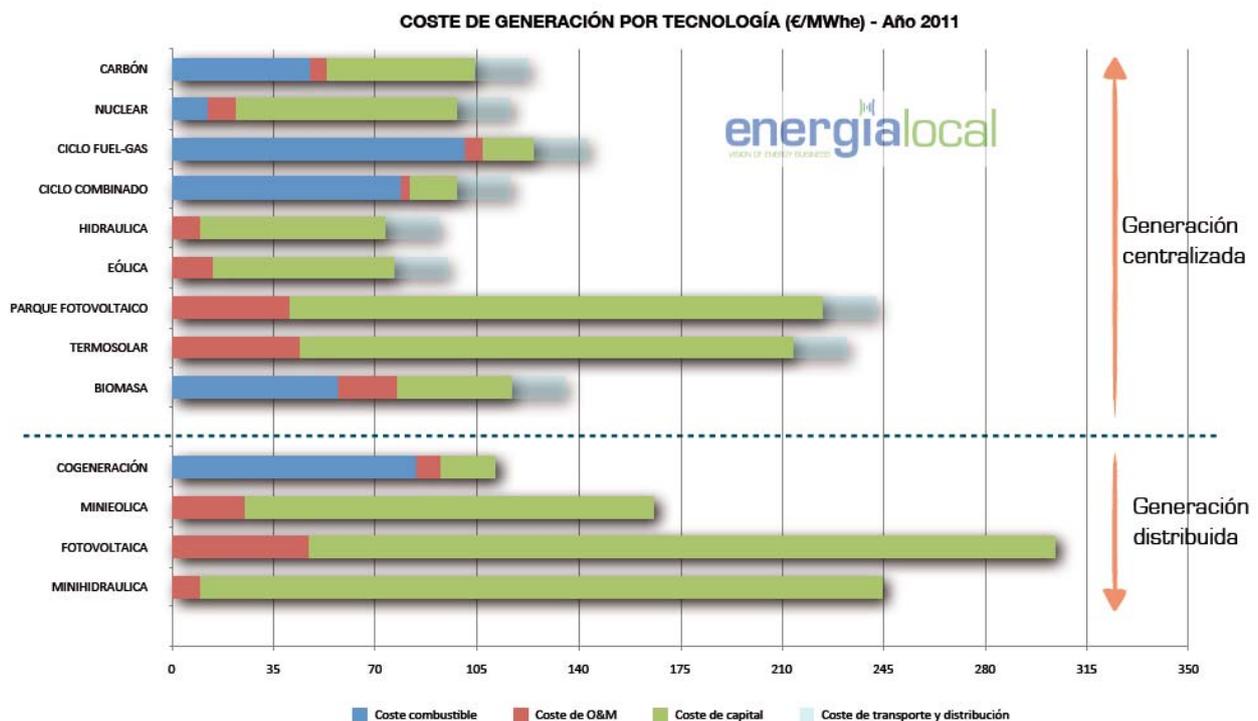
La valoración que se hace de estos parámetros es entre 0 (impacto positivo para la sociedad) y 1 (mayor impacto, efecto negativo). De esta forma la tecnología que aporte menos superficie al gráfico será la que aportará menos impacto y por lo tanto la más beneficiosa para el municipio.

Como puede observarse en los gráficos todas las tecnologías planteadas tienen puntos fuertes y puntos débiles que en función de la localización geográfica, la demanda energética, los condicionantes climáticos, la disponibilidad de espacios, el promotor y, en general el ecosistema que rodea al proyecto van a decantar que tecnología es la óptima para cada aplicación.

Desde un punto de vista urbano global, la solución ideal es contar con un mix energético en el que participen todas ellas en mayor o menor grado de forma que se cuente con una diversificación energética que permita hacer frente a la variación de la demanda siendo flexible en la generación.

2.2.3. Costes de generación eléctrica. Grandes Centrales vs. Generación

Distribuida



En el siguiente gráfico se analizan los costes de generación eléctrica para distintas tecnologías (año 2012). Dichos costes están divididos en las tres partidas más importantes, costes de combustible, costes de operación y mantenimiento y costes de capital o inversión.

Como puede observarse, aparentemente las tecnologías de generación distribuida aún no son competitivas respecto a las grandes centrales de generación eléctrica convencionales.

No obstante, deben tenerse otros factores como por ejemplo las pérdidas de transporte y distribución (que pueden considerarse en el rango de los 18-20 EUR por MWh generado). En este caso alguna de las tecnologías de generación distribuida están cerca de ser competitivas sin necesidad de incentivos.

Cabe señalar además que los costes de inversión de la mayoría de tecnologías renovables están experimentando disminuciones importantes y, en cambio, los costes de combustible de las grandes centrales convencionales van a ir en aumento durante los próximos años. Aunando ambas tendencias está claro que existe un futuro brillante para la generación distribuida en las ciudades.

2.3. Resumen. Rumbo a la ciudad sostenible.

La generación distribuida en las ciudades se postula como una alternativa cada día mas firme frente a los sistemas convencionales. La generación distribuida permite a las ciudades avanzar en el modelo sostenible pues evitan pérdidas al sistema, ahorran infraestructuras de transporte de energía, aportan seguridad de suministro, ahorran energía primaria y reducen la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Hemos repasado de forma global las tecnologías existentes y disponibles actualmente para ser implantadas en ciudades. Todas ellas pueden y deben tener su espacio en la ciudad del futuro porque en realidad es la combinación de tecnologías la que permite la mayor flexibilidad en la generación y consumo de energía.

Cabe añadir además que las nuevas arquitecturas de redes que representan las *Smart Grids* permitirán una integración óptima de las tecnologías de generación distribuida controlando los flujos de entrada y salida de energía.

Además la incorporación en un futuro próximo del vehículo eléctrico a los hogares va a otorgarnos una oportunidad para gestionar mejor el sistema eléctrico permitiendo, mediante la carga en horario nocturno, una mayor eficiencia del sistema integrando las energías renovables. El coche eléctrico permitirá desplazar demanda desde horas punta hasta horas valle y, además, nos permitirá contar con una inmensa capacidad de almacenamiento de energía eléctrica.

Como se ha visto, disponemos ya en la actualidad de un amplio abanico de tecnologías listas para ser utilizadas en las ciudades de forma que permitan un mix tecnológico de acuerdo a las posibilidades y condiciones de cada lugar.

Señalar, por último, que las barreras a las que se deben enfrentar las tecnologías de generación distribuida son cada vez menos de tipo técnico y más de tipo administrativo o regulatorio. Por ello es necesario en primer lugar acabar con la incertidumbre regulatoria que atenaza la expansión de la generación distribuida y por otro lado, es necesario también que se eliminen las restricciones existentes para la conexión a la

red de distribución de instalaciones de micro generación de forma que se permita a los usuarios gestionar su consumo y mejorar la integración de las tecnologías de generación distribuida. En este sentido es importante señalar la importancia que tendrá en el futuro próximo el concepto del **balance neto y el autoconsumo eléctrico**.

El concepto de autoconsumo es sencillo, se trata de que una vivienda, fábrica o empresa genere su propia electricidad. El método para generar dicha electricidad podrá ser en cada caso el más interesante de los analizados en apartados anteriores.

Hoy, el problema principal para la autogeneración de la energía es que hay que almacenar la electricidad generada en horas sin demanda en baterías para aprovecharla en horas sin generación lo que ocasiona un coste de inversión importante y prácticamente multiplicar el coste de mantenimiento de la instalación. Por ello, diversos países están regulando legalmente un sistema llamado net-metering o balance neto. Se trata de que cuando no se consume la electricidad que se genera, ésta se inyecta a la red eléctrica. Esta electricidad es consumida por el sistema y facturada por la compañía eléctrica. A su mismo tiempo, esta electricidad “exportada” es descontada de la factura eléctrica del productor, lo que permite a efectos prácticos usar la red eléctrica como batería.

De esta forma se incentiva el autoconsumo, la responsabilidad energética de los consumidores, el aprovechamiento de los recursos locales, se reduce la dependencia de fuentes de energía primaria del exterior reduciendo el déficit de la balanza comercial y, además, no supone ningún coste adicional asociado al sistema.

Autor: Ixtebe Portabella
Entidad: Fundación i2CAT

3. Gestión eficiente de las infraestructuras TIC en las ciudades

3.1. Introducción

En las ciudades de hoy en día, destacan los múltiples servicios urbanos existentes para satisfacer la calidad de vida de sus habitantes. Estos servicios pueden considerarse verticales debido a su implantación y alcance, como pueden ser la recogida de residuos sólidos urbanos, iluminación pública, transporte, riego de parques y estacionamiento público en superficie.

Las tecnologías TIC pueden unir de forma horizontal todos estos servicios verticales, utilizando toda la información recogida desde los sensores hasta los ciudadanos, transportada por redes Wifi o fibra óptica, hasta las aplicaciones finales para dispositivos móviles (*Smartphones*).

En este momento de auge de las ciudades inteligentes lo que se persigue es diseñar una plataforma de gestión integrada, promoviendo el uso de estándares y tecnologías compatibles, para que ningún municipio este ligado a una sola marca o única tecnología. Para conseguir este objetivo, se tiene que apostar por estándares y tecnologías que permitan, la escalabilidad y replicabilidad de los primeros pilotos, la integración de diferentes fabricantes, acceso a la información existente (*Open Data*), apoyo al desarrollo de aplicaciones de servicios por terceros mediante APIs (*Application Program Interface*), etc.

Para esta nueva forma de gestión administrativa, se habrán de modificar estructuras de trabajo y adaptarse a una nueva forma de redactar las licitaciones.

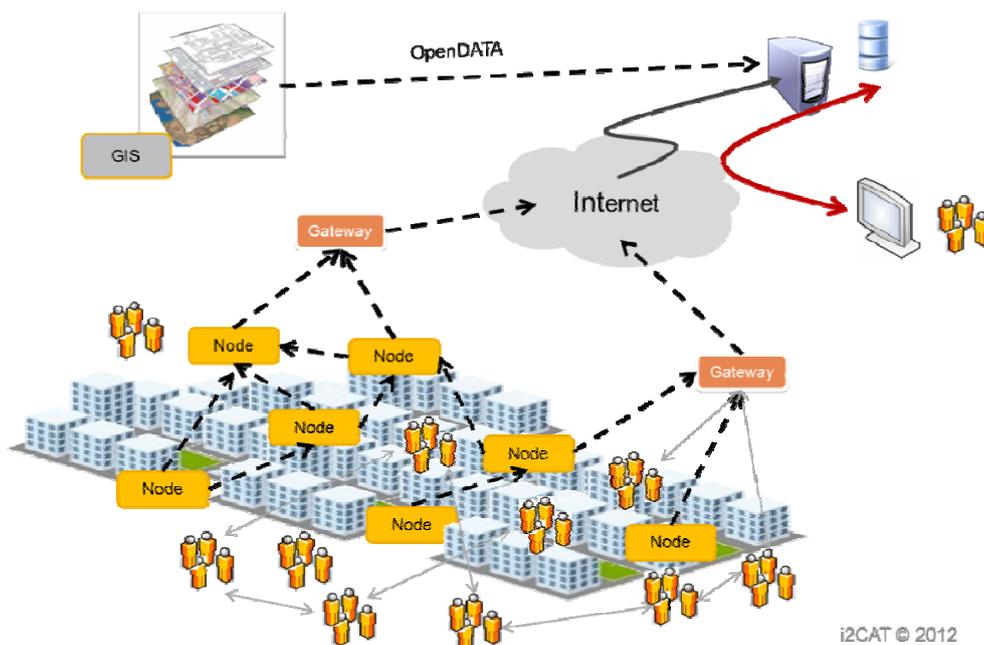


Fig. 1 Esquema general

3.2. Objetivo Smart Cities

El objetivo principal de una Smart City o Ciudad Inteligente tal y como su mismo nombre dice es dotar de una supuesta “inteligencia” a la ciudad que viene a referirse a realizar una gestión más eficiente de sus infraestructuras y servicios.

Sin olvidarnos del usuario final, incentivando su participación y obteniendo información de la calidad del servicio de los ciudadanos. Por lo que hay que considerar a los usuarios de las ciudades inteligentes como una herramienta para tener un retorno informativo de las actuaciones y servicios en las ciudades.

3.3. Redes de Sensores Inalámbricas (WSN)

Una de las formas más eficientes de dotar inteligencia a las infraestructuras y servicios de las ciudades es mediante el uso de sensores sin cables. Las redes de sensores inalámbricas (WSN, *Wireless Sensor Networks* sus siglas en inglés) están compuestas por nodos sensores que pueden actuar entre ellos, que permiten monitorizar parámetros físicos y ofrecer los datos a un nodo que recolecta la información.

3.4. Principales características de las WSN

3.4.1. Elementos de la red

Las redes de sensores inalámbricas (WSN, en adelante) se componen de elementos denominados nodos.

Un nodo es un dispositivo electrónico con capacidad de procesamiento y comunicación (en general, inalámbrica) que puede incluir uno o más sensores y que puede incluir también actuadores.

Los sensores son dispositivos que miden magnitudes físicas, convirtiendo las medidas en señales eléctricas analógicas que mediante un convertidor se codifican en valores digitales. Las magnitudes físicas que pueden medir un sensor abarcan desde medidas ambientales (temperatura, humedad, presión), calidad del aire (concentración gases), valores eléctricos (intensidad y tensión), intensidad sonora, etc.

Los actuadores son dispositivos que permiten llevar a cabo una acción (p.ej. activar/desactivar una carga) en respuesta a un lógica previa.

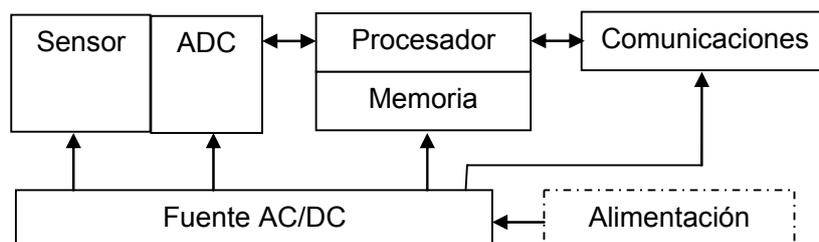


Fig. 2 Esquema de un nodo

3.4.2. Topologías de red

Las WSN pueden ser redes aisladas, aunque no tendrían mucho sentido sino pudieran compartir la información con el exterior, para ello necesitan una pasarela o *gateway* para conectarse a otra red como Internet la red de redes, para su acceso remoto y gestión.

En la Fig. 3 se pueden ver dos de las diferentes tipologías de red, la más utilizada es la mallada debido a su versatilidad al poder ofrecer diferentes caminos entre dos nodos y, por tanto tolerante a caídas de enlaces y nodos, haciendo la red más robusta ante posibles fallos.

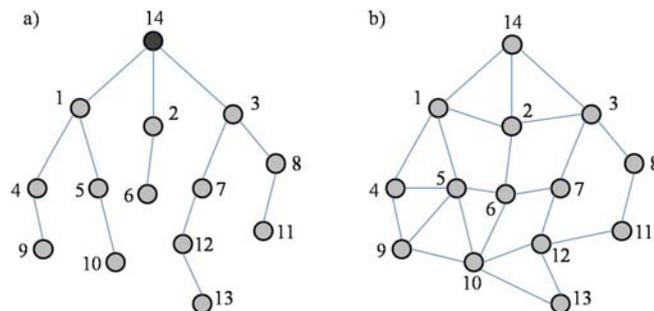


Fig. 3 a) tipología de árbol b) tipología mallada

3.5. Aplicaciones

Las WSNs tienen un gran potencial en diferentes campos de aplicaciones de monitorización y control incluidas por su puesto las *Smart Cities* o ciudades inteligentes que es uno de los grupos de elementos más grandes que engloba diferentes elementos inteligentes como las *Smart Grids*, *Smart Meters*, *Smart Phones*, *Smart Lighting*, *Smart Systems* en resumen, rodeados completamente de *Smart Technologies* sin olvidarnos de los usuarios finales *Smart Citizens*. Estamos rodeados de tecnología ya madura ahora falta que se vaya implantando y que las administraciones, empresas y usuarios se adecuen a utilizar estas herramientas para optimizar los recursos, ahorrando medios y tiempo.

Dentro de las *Smart Cities*, la gestión urbana engloba aspectos como:

- Gestión de equipamientos
- Riego de zonas verdes
- Recogida de residuos sólidos
- Transporte público
- Tráfico rodado
- Aparcamiento en superficie
- e iluminación por citar algunos.

Para gestionar estos servicios de las ciudades las redes de sensores pueden ayudar a monitorizar el correcto funcionamiento de los diferentes servicios, en general las empresas que ofrecen el servicio es mediante licitaciones, los ayuntamientos pueden supervisar si están cumpliendo con lo acordado.

A parte de monitorizar se pueden crear reglas para automatizar acciones. Se puede controlar el riego de zonas verdes según la humedad del terreno, obtener un ahorro energético en iluminación en zonas sin presencia de personas, planificar la ruta de recogida de residuos reciclables según la ocupación de los contenedores o avisar de las zonas libres de aparcamiento en la vía pública a conductores.

Esta información puede ayudar en la reducción de personal y una nueva fuente de información para el ciudadano.

3.6. Iniciativas de estandarización

Los principales fabricantes de circuitos integrados de comunicaciones inalámbricas crearon el foro de estandarización *ZigBee Alliance* (Basado en la *WiFi Alliance*). En el que se han especificado una pila completa de protocolos usando las dos capas inferiores OSI (en inglés *open system interconnection*), Física y MAC, definidos por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.15.4.

Dentro del ZigBee se definen diferentes *profiles* según su aplicación *Building Automation, Energy, Home Automation, etc.*

Como otra asociación a destacar sería el IETF (*Internet Engineering Task Force*) que adaptó la capa de transporte a IP, concretamente a su versión 6 (*6LowPan*).

Otros estándares de tecnologías inalámbricas son el *Bluetooth* de bajo consumo *Low Energy* o *Z-Wave* este último propio del fabricante de Hardware.

3.7. Seguridad

Las comunicaciones inalámbricas son susceptibles a ataques de seguridad, la introducción de mensajes malintencionados puede causar graves problemas.

Existen mecanismos de seguridad como el cifrado y la autenticación basadas en métodos criptográficos. Estos métodos requieren un procesado extra por lo que se tiene que llegar a un equilibrio entre seguridad y las limitaciones hardware de los dispositivos.

3.8. Tecnologías en Smart Cities

Los diferentes componentes que forman parte de una red de sensores se pueden dividir en tres grandes grupos, Hardware, Comunicaciones y Aplicaciones finales.

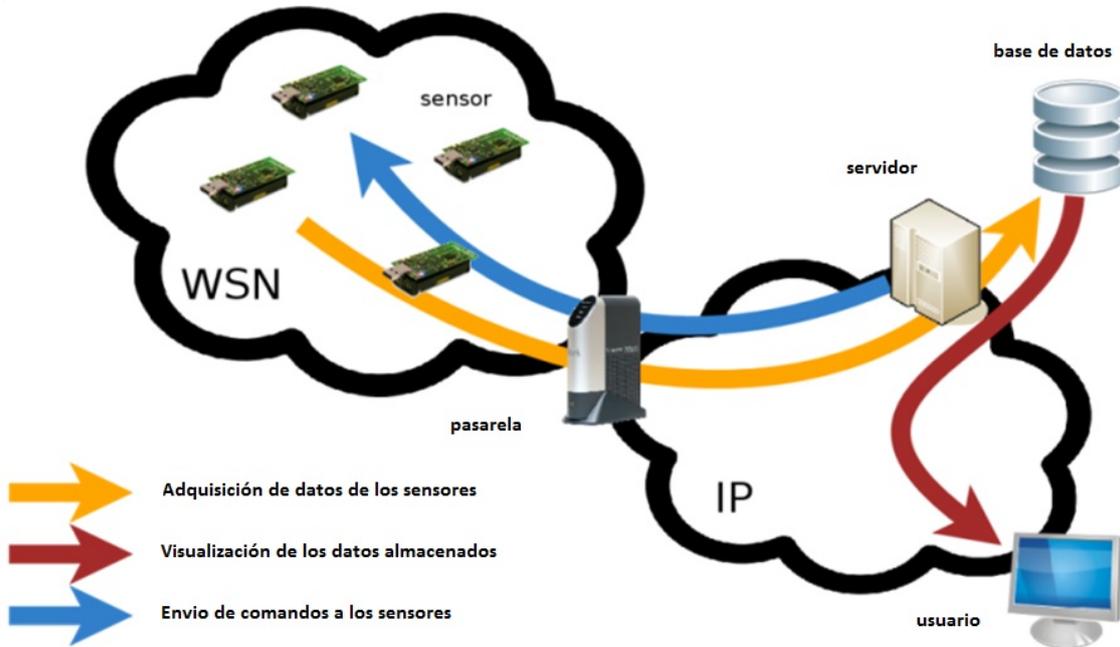


Fig. 4 Flujo de información

3.8.1. Hardware o Dispositivos

Es el grupo físico donde se encuentran los sensores, con aquella electrónica o fuentes de alimentación necesarias como pudieran ser elementos de *Energy Harvesting* para alimentarse, placas solares, baterías.



Fig. 5 y 6 Prototipo de Sensor y Sensor alimentado por modulo fotovoltaico

3.8.2. Comunicaciones o Red

La topología y la arquitectura de la red dependerán de la red troncal de comunicaciones que ya disponga el municipio. Será el camino hacia el exterior que utilizaran las redes de sensores para comunicarse con otras redes.

Troncales más habituales:

- WiFi
- Ethernet, ADSL, Fibra Óptica

Siempre utilizando tecnologías estándares.

- Física
 - IEEE 802.15.4 (ZigBee)
 - IEEE 802.11 (WiFi)
 - Comunicaciones móviles (GPRS, UMTS)
- Enlace
 - IETF 6LowPan
 - IETF ROLL (Routing Over Lower power and Lossy networks working group)
- Transporte
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - UDP (User Datagram Protocol)
- Aplicación
 - SOAP, SNMP, HTTP, DHCP, TLS/SSL, etc.

3.8.3. Aplicaciones

Los datos se representaran siguiendo un esquema para seguir el mismo orden por los diferentes integradores.

Sistema unificado para todos los elementos de red:

- Nodos sensores, repetidores y concentradores.

Semántica y sintaxis:

- Identificadores, localizadores, características, propiedades, valores, etc.

Protocolo de gestión de red:

- Sistemas basados en agentes distribuidos o centralizados.
- Mecanismos de autodiagnos de los elementos de red (Batería, CPU, RAM).
- Especificaciones de protocolo (tipos de mensajes, campos de datos, temporizadores, medida mensaje).

3.9. Consumo y recolección de energía

Un aspecto fundamental en el diseño inicial y en el despliegue de las WSN es el consumo de energía para alimentar los nodos. Si llega la alimentación no tiene que haber ningún problema, pero este caso es limitado. En aplicaciones más amplias se tiene que recurrir al uso de baterías, aunque el remplazamiento de las mismas de forma periódica puede llegar a ser una solución inviable o poco practica.

El elemento de los nodos que más energía consume es la comunicación del mismo (tanto al transmitir como al recepcionar señales). La potencia empleada en las comunicaciones depende linealmente de la frecuencia.

Dependiendo de la aplicación se puede llegar a obtener energía suficiente para alimentar los nodos, obteniendo energía de diferentes fuentes como la radiación solar o energía mecánica (movimiento, presión, temperatura, flujos de viento, radiación electromagnética)

3.10. Conclusiones

Los sensores conectados a Internet son una fuente importante de datos dinámicos (*Internet of Things*). Por lo que hay que convertir estos datos en información útil para el usuario, mediante su procesado, creación de alarmas, representación gráfica, geo referencias, etc.

La tecnología empieza a estar madura, las redes de sensores pueden hacer de catalizador aglutinando toda la información obtenida, facilitando un contexto y a partir de la información obtenida obtener servicios enriquecedores e innovadores para las personas o empresas.

3.11. Resumen Ideas Conceptos del tema tratado:

Gestión eficiente de las infraestructuras TIC en las ciudades

- Objetivo:
 - Hacer una gestión más eficiente de la ciudad
 - Optimizar la participación o información ciudadana
- Que tipos de servicios se pueden gestionar?
 - Gestión del riego en parques y jardines
 - Mapas e históricos de temperatura y humedad ambiente
 - Monitorización del transporte público urbano
 - Optimización del servicio de recogida selectiva de residuos
 - Medida tránsito urbano
 - Mejora de la gestión de zonas de aparcamiento público
 - Etc.
- Conclusiones
 - Tecnología madura.
 - Hay que cambiar las licitaciones para que tengan en cuenta el control y monitorización durante el servicio.

Autor: Juan José Escobar Sánchez
Oscar Sánchez Regeras
Entidad: Institut Català d'Energia

4. La gestión energética a través del modelo de servicios energéticos.

4.1. Abstracto.

La aplicación de medidas de gestión energética presenta un gran potencial de ahorro energético y no requiere de una gran inversión en equipos. Mediante estas medidas se consigue un uso más racional de la energía, optimizando el funcionamiento de los equipos existentes y adecuándolo a las necesidades reales del edificio, tanto en intensidad como en el tiempo de utilización.

La aplicación de estas medidas requiere un conocimiento de las necesidades y horarios del centro así como de las capacidades de los equipos instalados y sus puntos de funcionamiento óptimos. Si bien estas medidas pueden internalizarse en la organización, requieren por un lado un asesoramiento experto y por otro la implicación del centro, motivos por los cuales no están implantadas de forma usual.

Con la aparición de los nuevos modelos de contratos de garantías de ahorro se abre una oportunidad para la aplicación de estas medidas de gestión energética a través de empresas de servicios energéticos, que son remuneradas con los propios ahorros energéticos conseguidos. Con este modelo el centro se asegura que los ahorros energéticos cubren la remuneración del servicio de la empresa de servicios energéticos y, en función del potencial, beneficiarse también de parte de los ahorros desde el primer momento. Este nuevo modelo abre también una puerta para aprovechar las nuevas oportunidades que brindan las redes inteligentes i el autoconsumo.

4.2. Antecedentes

La Generalitat de Catalunya ha aprobado el Plan de la Energía y Cambio Climático de Catalunya 2012-2020. Este Plan tiene como finalidad, entre otras, optimizar el ahorro, la eficiencia energética y la aportación de las energías renovables, mediante la reducción de los gastos innecesarios de energía, la introducción de tecnologías energéticas más eficientes que permitan obtener los mismos servicios con menor consumo e impulsar las aplicaciones de las energías renovables al conjunto de la sociedad catalana.

Este esfuerzo es beneficioso en un doble sentido. Por un lado, porque permitirá incrementar la competitividad de las empresas mediante la reducción de los consumos específicos de energía en un escenario de incremento de coste de los vectores energéticos. Esta competitividad permitirá la producción de riqueza y de puestos de trabajo. Por otra parte, reducirá la dependencia energética, la necesidad de importación de combustibles y mitigará cambio climático a través de las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero. No hay que olvidar que los procesos

energéticos de generación y consumo son los responsables de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El Plan de la Energía y Cambio Climático de Cataluña 2012-2020 prevé enfatizar el papel ejemplificador que debe dar la propia Generalitat de Cataluña optimizando el consumo de energía en sus edificios y equipamientos. Este papel ejemplificador es aún más importante y necesario considerando que el conjunto de Departamentos y entidades de la Generalitat de Cataluña son uno de los mayores consumidores de energía de Cataluña, muy por encima de muchas de las empresas que se consideran de consumo energético intensivo. Así, el consumo anual de energía del conjunto de la Generalidad de Cataluña se puede evaluar en unos 1000GWh/any, con una factura energética anual en torno a los 110M €.

La aplicación del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los edificios de la Generalidad de Cataluña tiene como antecedente el Acuerdo de Gobierno aprobado el pasado 24 de abril de 2007 para promover el ahorro y eficiencia energética en los edificios y equipamientos de la Generalitat de Cataluña, que tenía por objetivo alcanzar un ahorro del 11% del consumo de energía respecto a las previsiones del consumo de energía para 2015 en un escenario tendencial. El objetivo de ahorro de energía para 2015 era de 150GWh, con una reducción de la factura energética de 14M €.

4.3. El plan de Ahorro i Eficiencia Energética en los edificios de la Generalitat de Catalunya.

El actual Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los edificios de la Generalidad de Cataluña aprobado por Acuerdo de Gobierno el 30 de agosto del 2011 pone énfasis en el impulso de las empresas de servicios energéticos como medio para conseguir la reducción de los consumos energéticos de la Generalitat y introduce un nuevo enfoque en la aplicación de estos servicios dirigido a edificios de menor tamaño sobre los que pueden conseguirse ahorros interesantes mediante la gestión energética pero por su menor tamaño no son objeto de inversiones mayores típicas de los contratos de servicios energéticos que se realizan en la actualidad.

El Plan tiene tres objetivos principales:

4.3.1. Reducir el consumo de energía del conjunto de e edificios y dependencias de la Generalidad de Cataluña en un 12% en el año 2014.

La acción que permitirá conseguir este objetivo es la promoción de las inversiones en ahorro y eficiencia energética a partir de licitaciones adjudicadas a empresas de servicios energéticos. Estas licitaciones deberán producir un 30% de ahorro de energía primaria conseguido (el mínimo obligatorio es del 20%). Se prevé que sea licitable (en condiciones atractivas para atraer las inversiones de las empresas privadas) un porcentaje en el entorno del 60% de los proyectos identificados, de forma que el ahorro realmente conseguido se situará en el 12%.

4.3.2. Reducir en un 4,4% la factura energética de la Generalidad de Cataluña a partir del 2014.

Esta reducción provendrá de dos factores, el primero es la revisión de las condiciones y características técnicas de los suministros de energía, que pueden permitir reducir la factura energética global de la Generalidad de Cataluña (especialmente en el caso de la energía eléctrica) en torno al 4% mediante medidas de coste nulo o muy reducido. Considerando que esta revisión se podrá conseguir y aplicar las medidas en un 80% de los casos, el ahorro global real que se puede conseguir por el conjunto de la Generalidad de Cataluña se podrá situar en torno al 3,2% de la facturación.

El segundo factor proviene de los contratos a raíz de la propia licitación de las inversiones en la línea de los servicios energéticos. En estos contratos se procurará que en el entorno del 2% del ahorro conseguido se dedique a la reducción real del gasto energético de los Departamentos y entidades dedicando el resto del ahorro al pago a la empresa de servicios energéticos.

4.3.3. Reducir en un 15,2% la factura energética de los edificios y dependencias de la Generalidad de Cataluña en el periodo 2020-2025.

Este horizonte se fija a partir de la fecha de finalización de los contratos de servicios energéticos necesarios para la realización de las inversiones (duración típica de 8 a 10 años, a partir de la fecha de la realización de la inversión).

El Plan se estructura en 2 fases:

1a. Fase: Revisión de las condiciones de los suministros de energía a los centros de consumo de la Generalitat de Cataluña y seguimiento de la facturación en el transcurso de 12 meses.

2a. Fase: Programa de inversiones para la mejora del ahorro y la eficiencia energética y la implantación de medidas de sensibilización y formación.

Dentro de esta segunda fase se analizarán la tipología de edificios, su consumo, uso y dimensión para determinar el tipo de actuación a realizar, clasificadas en tres tipologías:

Tipo 1: son viables económicamente como proyecto de inversión en la modalidad de servicios energéticos. Se incluyen en esta categoría, los proyectos que presenten posibilidades de garantía de ahorro de energía entre el 20% y el 30% del consumo actual del edificio, con propuestas que presenten una amortización simple menor o igual a 8 años.

Tipo 2: proyectos que no dan una garantía de ahorro suficiente para amortizar las inversiones necesarias, o donde estas inversiones no tienen razonabilidad económica. Estos edificios son de menor consumo energético y menor tamaño que los de tipo 1, pero pueden presentar posibilidades de mejora energética a través de la gestión, el control y la supervisión de los consumos.

Tipo 3: edificios / lotes de edificios en los que el potencial de ahorro de energía sea muy limitado. En este caso, se elaborará una serie de consejos de ahorro y eficiencia energética y formación en las buenas prácticas en el uso de la energía.

Características y definiciones de la modalidad de inversión vía servicios energéticos

Una empresa de servicios energéticos es una persona física o jurídica que proporciona servicios de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones o locales de un usuario y, al hacerlo, afronta cierto grado de riesgo económico.

El pago de los servicios energéticos se basa, en parte o totalmente, en la mejora de la eficiencia energética (obtención del ahorro energético y económico)

La gran mayoría de empresas de este sector están asociadas a ANESE (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos) o AMI (Asociación de Empresas de Mantenimiento Integral y Servicios Energéticos). ANESE reúne más de 100 empresas de dimensión pequeña y mediana y AMI reúne unas 20 empresas de gran dimensión.

En un modelo de servicios energéticos, el usuario no incrementa el gasto. El pago del retorno de la inversión (+ beneficios) a la empresa adjudicataria del contrato se hace a partir del coste de la energía ahorrada desde el año cero.

Si el proyecto licitado es suficientemente atractivo (con un ahorro de energía significativo) el usuario puede reducir realmente su gasto energético a partir del momento inicial, dedicando una parte del coste de la energía ahorrada al retorno de la inversión y otra parte (más pequeña) a reducir la propia factura energética.

En algunos casos, y en función del estado de las instalaciones térmicas de los equipamientos referente al cumplimiento o no de la normativa existente, puede ser necesaria una inversión adicional para dejar legalizadas las instalaciones. Este aumento en inversión puede afectar en el plazo del contrato (mas largo) o en una cuota que podría superar el gasto actual.

El modelo de financiación de inversiones en ahorro y eficiencia energética puede convertirse en un motor económico importante, ya que moviliza recursos económicos hacia proyectos que generen riqueza y empleo.

La aplicación de este modelo en el ámbito de la Generalidad de Cataluña es de gran importancia para generar confianza en su aplicación en el sector privado.

Las inversiones identificadas para los edificios / lotes de edificios de los tipos 1 y 2 serán licitadas en la modalidad de servicios energéticos, incluyendo, cuando sea necesario, la conducción y / o mantenimiento de las instalaciones. Así pues, coordinar en este caso las diferentes licitaciones con las fechas de finalización de los contratos actuales de mantenimiento de las instalaciones.

4.4. La gestión energética a través del modelo de servicios energéticos.

4.4.1. La viabilidad del modelo.

Siguiendo el modelo de servicio energético a través del cual las actuaciones en ahorro y eficiencia energética son asumidas económicamente por los ahorros energéticos, para determinar su viabilidad se deben tener en cuenta dos parámetros principales: la inversión y los ahorros. La combinación de estos dos en un plan de negocio determinara en caso de viabilidad un tiempo de retorno. Así los modelos ESE en la actualidad incluyen inversiones significativas en cambio de equipos que también aportan ahorros muy significativos obteniendo contratos alrededor de los 10 años, tiempo requerido para que con los ahorros se amorticen las inversiones.

No obstante si se contemplan medidas de gestión energética, que tienen un coste menor dado que no implican grandes inversiones, pero que también pueden aportar ahorros significativos, se pueden configurar contratos viables, que sean de menor duración, 4 años, y que se puedan aplicar a edificios también de menor tamaño, que generalmente quedan fuera de los contratos ESE con inversión.

4.4.2. Medidas de ahorro con gestión energética.

Concepto	Reducción	Destinatario	Herramienta	Necesidad de inversión
Ahorro Energético	Energía inútil	Personas	Concienciación	Baja
		Organización	Protocolos - Procedimientos Gestión automática con nuevas tecnologías	Baja - Media
Eficiencia Energética	Ineficiencias	Operación y mantenimiento	Mantenimiento	Baja - Media
		Equipos	Incorporación de tecnología eficiente	Alta

Existen numerosas de medidas de ahorro y eficiencia que no requieren de un nivel alto de inversión, son en general las que tienen que ver con el control, la gestión y el uso de la energía. En estas medidas se implican a los consumidores, a la organización i a los mantenedores o gestores de las instalaciones con el objetivo principal de adecuar los consumos a las necesidades ajustando las prestaciones de los equipos, por ejemplo a través de las consignas de temperatura de la climatización o adaptando los horarios a los tiempos de uso, por ejemplo desconectando la iluminación y otros servicios fuera de los horarios establecidos.

En concreto las actuaciones para la reducción de los consumos energéticos pueden comprender:

- Diagnóstico y recomendaciones para el establecimiento de los parámetros de funcionamiento óptimos de las instalaciones con una adecuación de los consumos a los usos reales de las instalaciones, y la detección de los consumos no necesarios.
- Determinación de la configuración de los equipos, consignas de temperaturas, programaciones horarias.
- Optimización de la contratación de los suministros.
- Formación y concienciación a los usuarios de los edificios
- Medidas organizativas para reducir los consumos
- Instalaciones de equipos de control y gestión

4.4.3. Seguimiento y control de las medidas a través de la monitorización.

La efectividad de las medidas de gestión energética depende en muchos casos del comportamiento de la organización y los consumidores, por lo que es importante la supervisión y el seguimiento de los consumos como herramienta para verificar que las medidas se mantienen operativas en el tiempo. Cobra también mayor importancia dada la necesidad de contener los costes para asegurar la viabilidad de los proyectos que generalmente no contarán con una presencia continuada en los centros de consumo.

También debe valorarse la viabilidad e implantar controles automáticos para ajustar los consumos a las necesidades. La alternativa es la implicación de la organización y sus trabajadores con la asignación de tareas de apagado, regulación y puesta en marcha de las instalaciones.

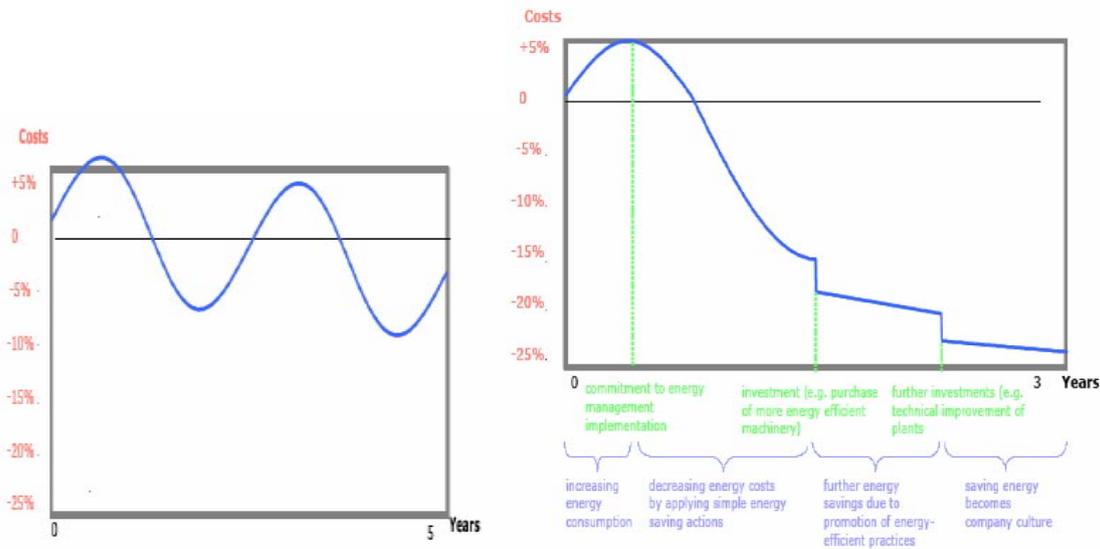
La implantación de controles automáticos tiene un coste superior, pero no depende de actuaciones manuales aplicadas por trabajadores del centro, por lo que acostumbran a ser más efectivas. No obstante los controles automáticos también pueden dejar de ser operativos con la aparición de situaciones anormales que no tienen contempladas, como pueden ser apertura en festivos, periodos nocturnos, etc., que obligan a reprogramar o anular los equipos de control.

Al menos se plantea la monitorización energética básica de los suministros generales, y la temperatura ampliándose en función de la dimensión y características del centro monitorizando los diferentes consumos de iluminación, climatización, etc.

Los sistemas de monitorización y control contemplan:

- Automatización y control centralizado de instalaciones
- Elaboración de ratios de consumo y análisis comparativos con consumos estándar y con las mejores prácticas
- Detección de averías y funcionamientos anómalos
- Mejoras en el confort y el mantenimiento de las instalaciones
- Homogeneización y optimización de criterios de operación
- Determinar y priorizar las actuaciones ya sean referidas a mejoras en las instalaciones o envolventes de los edificios como al uso de las mismas y obtener así un uso más eficiente de la energía y un mayor confort en los edificios.

A diferencia de actuaciones puntuales, como pueden ser auditorías energéticas, los sistemas de monitorización aportan un conocimiento continuo de las variables energéticas permitiendo la mejora continua y la pronta detección de las situaciones de incremento de consumo, ya sea debido a cambios en los parámetros de gestión o por la degradación del rendimiento de los sistemas.



Fuente: Gold Standard -IS393 Energy Management System (SEI SustainableEnergyIreland)

4.4.4. Consideraciones para la contratación

Para la contratación del servicio de gestión energética hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Evitar la necesidad de hacer un diagnóstico previo que permite abordar un conjunto grande de edificios sin necesidad de costear los diagnósticos previos.
- Es necesario el compromiso, la predisposición y la colaboración por parte del centro. La ESE ofrece la garantía de ahorros, pero necesita cierta seguridad, ya que no controla todos los parámetros para el ahorro. Hay que aportar seguridad al ESE, pues hay ahorros que dependen en gran medida de la predisposición y colaboración del centro.
- Predisposición del centro para seguir i ejecutar las recomendaciones o en su caso establecer compromisos contractuales. En caso de falta de colaboración y com alternativa se pueden establecer las vías de salida y finalización del contrato para la ESE.
- Establecer criterios de valoración de las ofertas en las licitaciones públicas sin conocer a priori las medidas a implantar en cada edificio ni el potencial de ahorro.
 - Mayor ahorro compartido.
 - Mayor porcentaje de ahorro compartido.
 - Mayor inversión en medidas y servicios.

- Definición de la retribución de la ESE.
- Establecer la metodología para el cálculo de los ahorros conseguidos en función y la retribución de la ESE. Modelo de ahorros compartidos, garantizados o mixta.

4.5. Conclusiones.

Existen numerosas ventajas para el impulso del modelo ESE en gestión energética:

- Podemos evitar el diagnóstico previo y el gasto correspondiente, que suelen ser una barrera en las eses con inversión.
- No requiere grandes inversiones y se puede aplicar a edificios más pequeños.
- Nos aporta el conocimiento y la información para hacer posteriormente una ESE con inversión.
- Optimizan los consumos de los edificios y se identifican los parámetros óptimos de funcionamiento.
- Contribuye a los compromisos de sostenibilidad ya la generación de empleo.
- Puede existir un beneficio económico para el edificio desde el primer día. No hay gasto extra.

Existe un gran potencial de ahorro energético aplicando medidas de bajo coste a través de la gestión energética.

La consecución de los ahorros y su mantenimiento en el tiempo requieren conocimientos expertos, dedicación y supervisión. Es necesario formar a los profesionales en las nuevas técnicas para el ahorro en la gestión energética.

El modelo ESE en gestión energética (baja inversión) es viable en función de las dimensiones de los edificios y los ahorros potenciales. La participación del sector privado permitiría extender más rápidamente el modelo además de garantizar los resultados.

El Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los Edificios de la Generalidad de Cataluña se contempla la aplicación del modelo ESE en gestión energética en función del tamaño y las características de los edificios.

Autor: Miguel Cruz Zambrano
Entidad: Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC)
Clúster de Eficiencia Energética de Catalunya

5. Vehículo eléctrico y gestión de la demanda:

RESUMEN

La introducción del vehículo eléctrico representa una oportunidad para la ciudadanía española. En concreto, la movilidad eléctrica conlleva un conjunto de beneficios tanto a nivel industrial, como a nivel energético y medioambiental. Es por ello que durante los últimos años ha tenido lugar un crecimiento en el interés tanto por parte de la Administración, como por parte de las empresas y de los centros de investigación para el desarrollo de esta tecnología.

En este contexto el Clúster de Eficiencia Energética de Catalunya, en colaboración con otras entidades e instituciones como el Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC), ha promovido la creación de varios grupos de trabajos en el ámbito de la movilidad eficiente, en los cuales la temática del vehículo eléctrico ha sido un punto central.

Concretamente en éste documento se pretende llevar a cabo el resumen de algunas de las temáticas que se han debatido durante los últimos años en el seno del CEEC en cuanto a la integración del vehículo eléctrico en la red. En este sentido se pretenden resaltar los retos técnicos clave y los aspectos económicos más importantes, para la creación de una infraestructura de red para que los coches eléctricos puedan actuar como almacenes energéticos de la red eléctrica mientras no estén circulando, y por lo tanto contribuyan a la mejora del factor de carga del sistema eléctrico en su conjunto.

En este sentido, se realiza un análisis de los mecanismos de gestión de la demanda (GdD) más adecuados para la introducción del vehículo eléctrico (VE) en el sistema, incrementando el potencial de energías renovables que se pueden introducir en la red (especialmente el de energía eólica), y minimizando las necesidades de inversión en capacidad.

De forma general, la GdD se puede entender como la planificación e implementación de aquellas medidas destinadas a influir en el modo de consumir energía, de manera que se produzcan los cambios deseados en la curva de la demanda [1]. La implementación de mecanismos de GdD se presenta como un elemento clave para minimizar las amenazas asociadas a la introducción del vehículo eléctrico (principalmente en lo referente al incremento de la demanda eléctrica en horas punta), y aprovechar las oportunidades emergentes, entre las que cabe destacar la introducción de la generación renovable en el sector transportes (Figura 1).

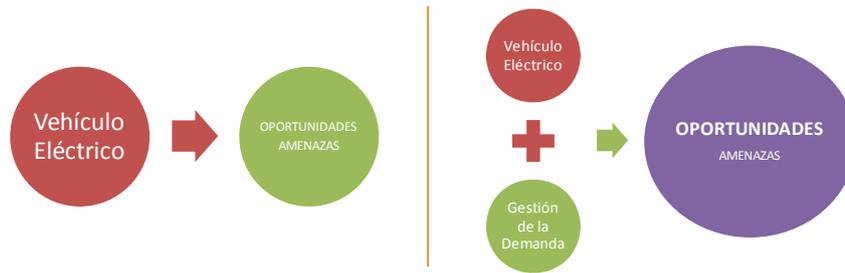


FIGURA 1: GESTIÓN DE LA DEMANDA Y DESARROLLO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

5. Vehículo eléctrico y gestión de la demanda

La gestión de la demanda se puede entender como la planificación e implementación de aquellas medidas destinadas a influir en el modo de consumir energía, de manera que se produzcan los cambios deseados en la curva de la demanda [1]. A continuación se listan las tres tipologías más habituales de medidas de GdD así como las herramientas para implementarlas (ver Figura 2):

- Reducción del consumo:
 - o A través de la introducción de mejoras en la eficiencia de equipos y procesos.
 - o Mediante la concienciación de la población sobre un consumo energético más responsable.
- Reducción del consumo en las horas punta del sistema:
 - o A través del servicio de interrumpibilidad.
 - o Mediante la gestión automática de cargas.
 - o Habilitando la participación activa de la demanda a través de señales de precio.
- Desplazamiento del consumo de la punta al valle:
 - o Mediante el desplazamiento del uso por discriminación horaria.
 - o Sin desplazamiento del uso a través del almacenamiento de energía.

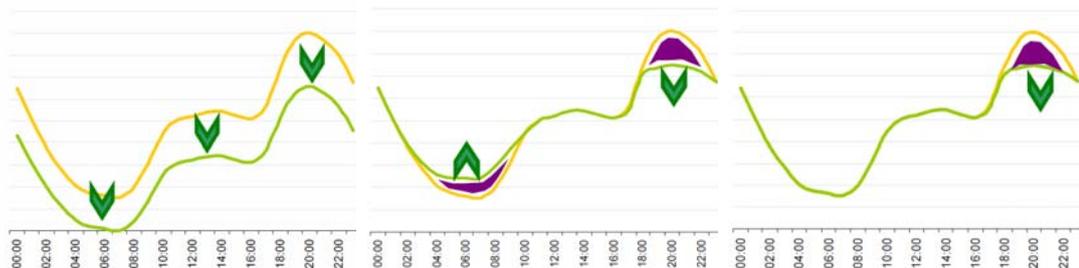


FIGURA 2: MEDIDAS PARA LA GdD. DE IZQUIERDA A DERECHA: REDUCCIÓN DEL CONSUMO; DESPLAZAMIENTO DEL CONSUMO DE LA PUNTA AL VALLE; REDUCCIÓN DEL CONSUMO EN HORAS PUNTA. FUENTE: REE [7].

En este apartado se realiza una primera aproximación sobre el papel que juegan los mecanismos de GdD en la introducción de los vehículos en la red. Para ello, en primera instancia se estima el impacto que los vehículos eléctricos pueden tener sobre la curva de carga del sistema.

5.1. El vehículo eléctrico y la curva de carga

La introducción del vehículo eléctrico, es un reto al que se tendrá que enfrentar el sistema eléctrico durante los próximos años. Tal y como se analizará más adelante en este documento, la integración del VE supone la aparición de amenazas (como el

incremento de la demanda eléctrica) así como de nuevas oportunidades (como la posibilidad de integración de un mayor porcentaje de energías renovables en el sistema). La maximización de dichas oportunidades frente las amenazas dependerá en gran parte de los mecanismos de gestión utilizados para la integración del vehículo eléctrico en la red, los cuales tienen en cuenta en primera instancia la curva de demanda del sistema (ver Figura 3).

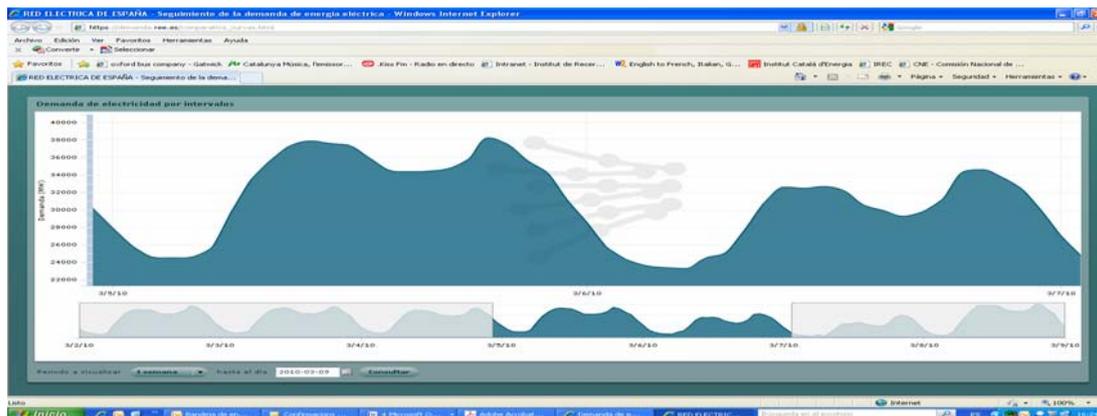


FIGURA 3: CURVA DE DEMANDA DEL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL (31-3-2010 – 1-4-2010). FUENTE: REE, 2010.

En la Figura 3 se puede observar como existe una gran fluctuación en la demanda tanto a nivel diario (existiendo una gran diferencia entre el consumo durante las diferentes horas del día), como a nivel semanal (existiendo una diferencia sustancial entre el consumo en días laborables (5-3-2010) y en días no laborables (6-3-2010)). Asimismo, aunque no se recoja en la figura anterior existe una gran fluctuación de la demanda a nivel estacional, afectando tanto al nivel de consumo (mucho mayor en períodos estivales e invernales) como a nivel de la magnitud relativa de las puntas intradiarias, siendo mayor la punta de la tarde en verano y mayor la del mediodía en invierno.

La distribución de la carga de los VEs a lo largo del día y de la semana, jugará por tanto un papel clave en las necesidades de inversión en el sistema eléctrico, tanto a nivel de transporte y distribución, como a nivel de generación. La energía requerida para la recarga de las baterías dependerá del consumo específico del vehículo [kWh/km] así como del número de kilómetros recorridos a lo largo del día. Por otro lado, los vehículos eléctricos podrán estar conectados en cualquier momento del día. Sin embargo, ello no implica que se encuentren necesariamente en estado de carga¹, siendo previsiblemente mayor el porcentaje de VEs que lo hagan durante la tarde-noche que durante el resto del día. Por otro lado, el hecho de que los vehículos se encuentren cargando o no, dependerá principalmente del estado de carga de la batería, de las necesidades de los usuarios, y de la influencia que los mecanismos de GdD finalmente ejerzan sobre los patrones de consumo.

Con el objetivo de realizar una primera aproximación del peso de los VEs en el sistema eléctrico español, se ha llevado a cabo una estimación de la potencia requerida para la recarga de vehículos eléctricos en el horizonte 2010-2020 (Figura 4).

¹ Se observa que a corto plazo los puntos de recarga ofrecerán unas funcionalidades suficientes como para que el usuario pueda decidir cuándo se inicia la carga del vehículo sin necesidad de enchufar/denchufar el conector.

Para ello, se ha considerado un consumo medio por vehículo de 200 Wh/km, así como un recorrido medio de 50 km/día [6]. En lo referente al número de vehículos, se ha realizado un ejercicio de prospectiva con horizonte 2020 en base a las previsiones publicadas por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio (MITYC) para el período 2010-2014 [5]. Asimismo, se han considerado tres escenarios de carga: el primero, considerando que la recarga de los vehículos eléctricos se realiza de forma diferida durante 8 horas al día; el segundo considerando que la recarga se reparte en 12 horas; el tercero, de forma únicamente indicativa, considerando que la recarga de todos los VEs se concentra en una hora del día.

Los resultados obtenidos muestran como la potencia media de carga, traducida en el tiempo de carga requerido para los VEs, juega un papel clave en las necesidades de ampliación de la capacidad del sistema eléctrico. Asimismo, en combinación con los datos mostrados en la Figura 3 sobre la curva de demanda, se puede observar como las potencias de carga requeridas en la red pueden suponer una mayor o menor necesidad de ampliación de la capacidad del sistema en función de la hora del día en el que se realice la carga.

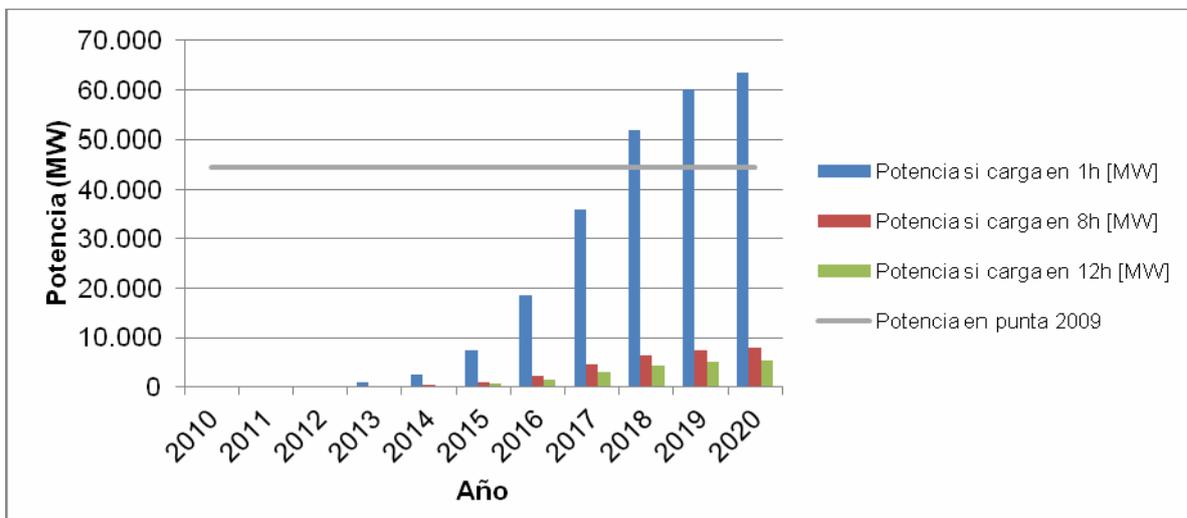


FIGURA 4: PROSPECTIVA DE POTENCIA ELÉCTRICA NECESARIA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL HORIZONTE 2010-2020. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

5.2. Ventajas de la aplicación de mecanismos de gestión de la demanda

El análisis de los mecanismos de GdD, es una disciplina ampliamente analizada en el mundo académico y empresarial desde mediados del siglo XX. Adicionalmente, debido a los cambios introducidos en los sectores eléctricos de numerosos países durante los años 90, así como por el interés mostrado por diferentes organismos internacionales al respecto (como la Agencia Internacional de la Energía o la Comisión Europea), ha tenido lugar un incremento en el interés sobre este campo, dando lugar a que en los últimos años se hayan desarrollado a nivel internacional un elevado número de estudios relacionados con el análisis de la GdD².

² En concreto hay que resaltar el caso del Estado de California (EEUU), en el que los problemas en relación a la seguridad de suministro a principio de los años 2000 dieron lugar a un elevado número de iniciativas de investigación y desarrollo en este ámbito.

La evaluación de los beneficios de la implementación de mecanismos de GdD eléctrica, tanto para consumidores domésticos e industriales como para el caso concreto de los vehículos eléctricos, es una cuestión no trivial. En este sentido, Heffner [3] identifica un conjunto de ítems sobre los que clasificar dichos beneficios en base a los resultados obtenidos en diferentes estudios desarrollados en este ámbito (ver Tabla 1):

- **Beneficios financieros directos:** aquellos relacionados con (i) el ahorro en el coste energético de los consumidores debido a la modificación de su patrón de consumo gracias a la utilización de mecanismos de GdD; y (ii) aquellos relacionados con la reducción de los costes energéticos y de capacidad en la generación eléctrica, incluyendo las menores necesidades de capacidad de reserva.
- **Beneficios por el incremento de la seguridad de suministro:** aquellos derivados de (i) una menor probabilidad de discontinuidades en el sistema gracias a la reducción de la demanda en los períodos pico; y (ii) una mayor capacidad de operación del sistema gracias a la posibilidad de disponer de herramientas adicionales de GdD por parte del OS.
- **Beneficios para el sistema eléctrico:** aquellos debidos a (i) la reducción de las congestiones que dan lugar a incrementos de las pérdidas en transporte y distribución, así como al incremento de los precios en determinados nodos del sistema; y a (ii) la reducción del coste de los servicios complementarios.
- **Beneficios vía el mercado eléctrico:** aquellos derivados de una reducción del precio del mercado mayorista, producido por el efecto de la respuesta de la demanda ante los mecanismos implementados.
- **Beneficios medioambientales:** debidos a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero así como de otros contaminantes en las centrales de generación eléctrica, gracias tanto al cambio tecnológico en el mix de generación debido al desplazamiento de la demanda, como a la reducción de la energía total consumida.
- **Otros beneficios:** aquellos difícilmente cuantificables como la introducción de nuevos productos para el consumidor que incrementan la calidad de servicio, o las consecuencias de una mayor estabilidad de los precios.

TABLA 1: BENEFICIOS ATRIBUIDOS A LA GESTIÓN DE LA DEMANDA POR VARIOS ESTUDIOS. FUENTE: [3].

Estudio	Año	Beneficios financieros directos	Beneficios vía el mercado eléctrico	Beneficios por el incremento de la seguridad de suministro	Beneficios para el sistema eléctrico	Beneficios medio-ambientales	Otros beneficios
Braithwaite & Faruqi	2001	√	√				
Peak Load Management Association (PLMA)	2002	√	√	√		√	
Regulatory Assistance Project (RAP)	2003	√		√		√	Estabilización del coste
U.S. DOE Report	2006	√	√	√	√	√	Elegibilidad del consumidor
IEA Task XIII Study	2006	√	√	√			
Quantec	2006	√		√	√	√	Mejora del servicio para los

								consumidores
FERC	2006	✓	✓	✓			✓	
ISO-NE	2006	✓					✓	
The Brattle Group	2007	✓	✓					
Woychik	2008	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Se observa, por tanto, que los beneficios de la introducción mecanismos de GdD se encuentran repartidos en diferentes ámbitos, afectando tanto a los consumidores, como a los participantes en los mercados competitivos y en las actividades reguladas.

Otro punto a resaltar sobre los beneficios de la GdD, es el incremento de la capacidad de integración en la red de recursos energéticos no gestionables. En este sentido, se observa que a través de la implementación de mecanismos que permitan gestionar la demanda acorde con la operación del sistema (por ejemplo a través de la utilización de esquemas de precios que reflejen en mayor grado los costes reales incurridos para el suministro eléctrico), se puede optimizar la relación entre la generación y la demanda del sistema.

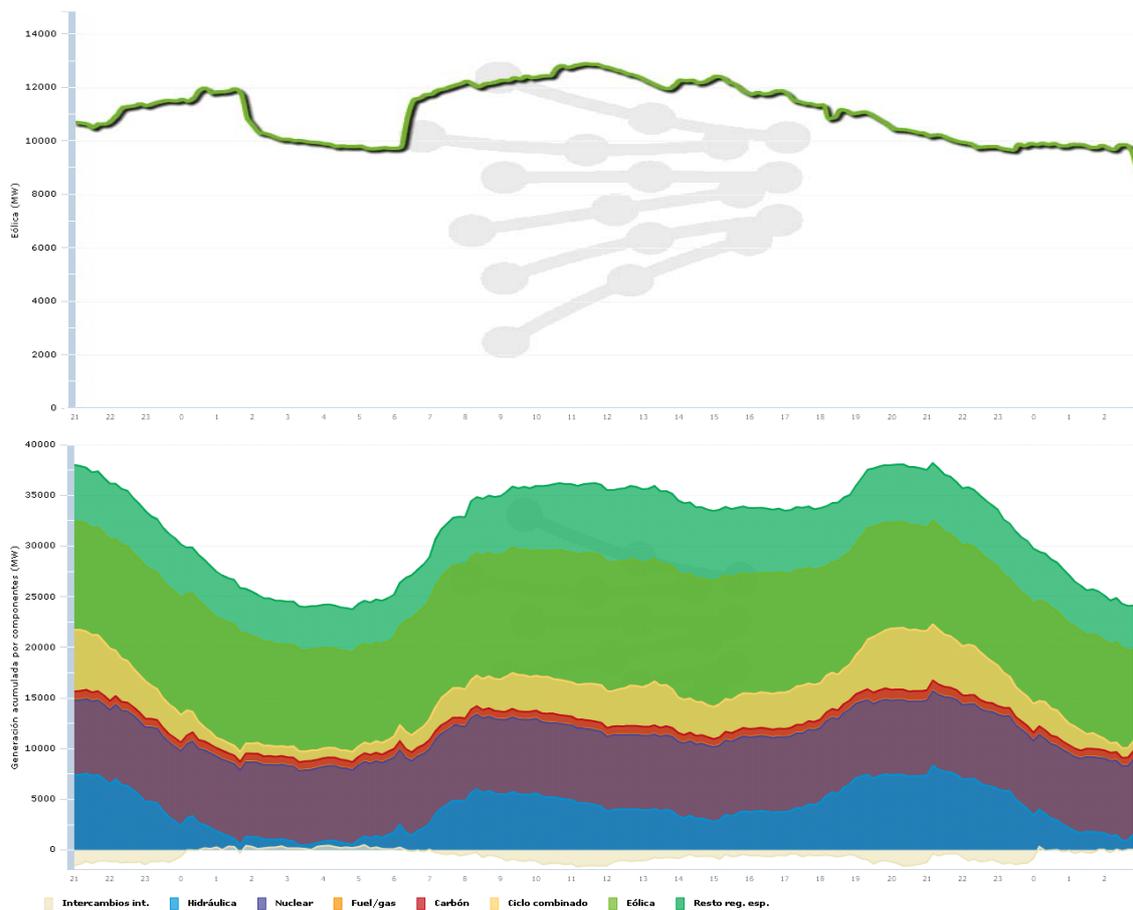


FIGURA 5: DETALLE DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL DÍA 24-02-2010. FUENTE: REE, 2010.

En este sentido, se observa que en el caso español la energía eólica juega un papel clave, con más de 19.000 MW de potencia instalada a finales de 2009³. Asimismo, por el lado de la demanda, el peso que los vehículos eléctricos previsiblemente tendrá sobre la curva de carga del sistema (ver Apartado 5.1), hace que la aplicación de mecanismos de GdD para su recarga sea especialmente relevante. Dichos mecanismos pueden resultar un complemento de gran utilidad a otras actuaciones alternativas para la introducción de generación renovable no controlable en la red, como pueden ser el incremento de la capacidad de interconexión con los sistemas eléctricos colindantes (en especial con Francia), y la instalación de una mayor capacidad de almacenamiento (hoy en día principalmente con centrales bombeo y en un futuro con otras tecnologías).

Como ejemplo representativo de la utilidad de estos mecanismos, se puede observar la situación ocurrida el 24 de febrero de 2010 (ver Figura 5), en la que a la 1h40 de la madrugada se produjo un recorte de la producción eólica de 1.500 MW por parte del OS (Operador del Sistema), en un momento en el que la generación eólica alcanzaba casi los 11.800 MW (el 44,5% de la producción eléctrica en ese momento). Los motivos por los cuales tuvo lugar el recorte en la producción fueron los siguientes:

- La existencia de un excedente de recursos hídricos, que imposibilitó la reducción de la producción de ciertas centrales de generación hidroeléctrica.
- El alcance del mínimo técnico por parte de la generación térmica.
- La limitación en la regulación de la generación nuclear.
- Las restricciones en la operación de las interconexiones.
- La existencia de una demanda eléctrica reducida.

En esta situación, se observa que una mayor demanda eléctrica nocturna por parte de los vehículos eléctricos, incentivada a través de la utilización de mecanismos de GdD, hubiese podido mitigar total o parcialmente la necesidad de realizar el recorte en la producción eólica.

En este sentido, se aprecia que es de especial interés la implementación de mecanismos de GdD que faciliten la transmisión del precio de los mercados competitivos al consumidor, facilitando así la reacción ante la evolución de la misma. Si se toma la curva de precio horario del mercado diario de electricidad de un día habitual, se puede extraer que esta evoluciona de la misma forma que la curva de demanda eléctrica, dando lugar a precios más elevados en los periodos de mayor demanda debido a la necesidad de entrada en funcionamiento de las centrales que presentan un mayor coste marginal. En este sentido, se observa que la elasticidad demanda-precio de los consumidores juega un papel clave, puesto que es la que determina el patrón de comportamiento de los consumidores frente a las variaciones del precio eléctrico.

Si se analiza el caso concreto de la curva de precio horario del mercado diario del día 24 de febrero de 2010 (ver Figura 6), se observa como durante las horas en las que tuvo lugar el recorte en la potencia eólica, el precio de mercado diario permaneció a 0 c€/kWh. Este hecho, tal y como se muestra en la Figura 7 ocurre siempre que la demanda agregada es inferior a la oferta agregada de los grupos de generación que ofertan a 0c€/kWh (generación renovable y generación nuclear principalmente). Se observa, por tanto, que la implementación de un mecanismo de GdD que hubiese

³ Nota de prensa 1-2-2010 del Observatorio Eólico de la Asociación Empresarial Eólica.

permitido transmitir esta señal de precio al consumidor, hubiese dado lugar a un incremento en la demanda durante ese periodo.

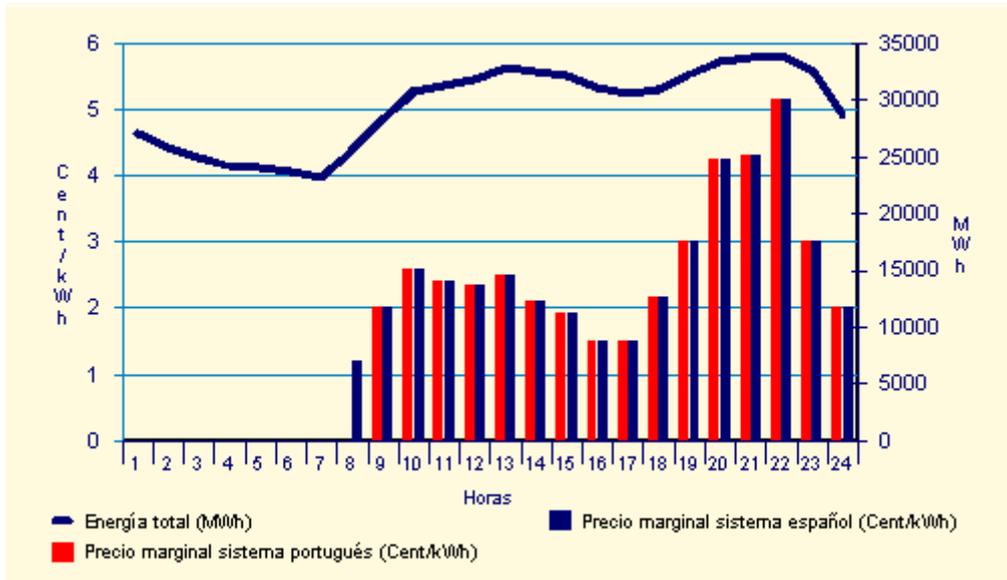


FIGURA 6: PRECIO DEL MERCADO DIARIO DEL 24-FEB-2010. FUENTE: OMEL.

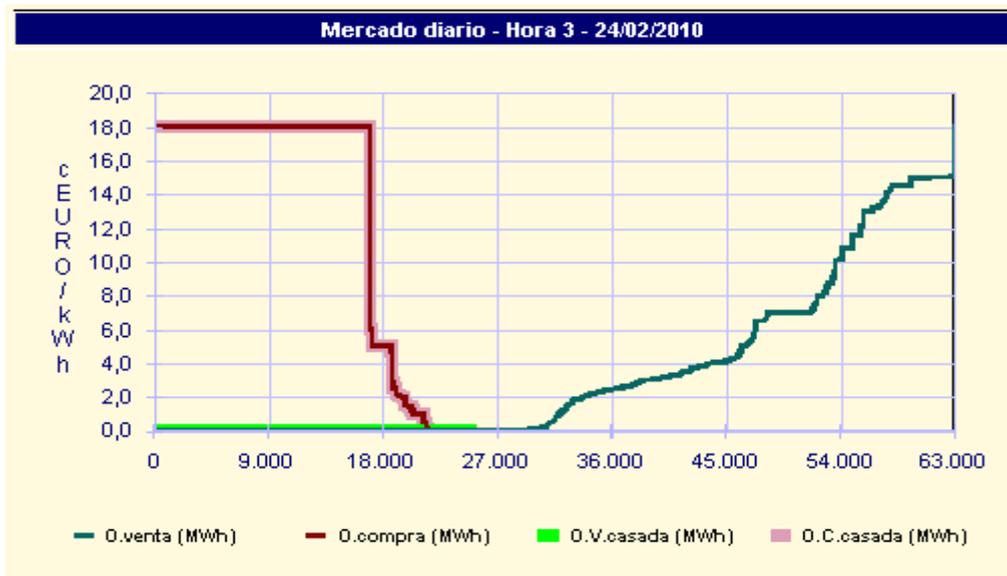


FIGURA 7: CURVA AGREGADA DE OFERTA Y DEMANDA DE LA HORA 3 DEL 24-FEB-2010. FUENTE: OMEL.

Se deducen, por tanto, las bondades que puede aportar la implementación de mecanismos de GdD que faciliten la transmisión de las señales de precio de los mercados, y asimismo se observa como la efectividad de estos mecanismos depende fuertemente de la elasticidad de la demanda. De forma general se pueden distinguir dos tipologías de elasticidades: la elasticidad propia y la elasticidad de sustitución. Se entiende como elasticidad propia de la demanda el porcentaje de la variación del consumo en respuesta a un incremento del 1% en el precio de la electricidad (ver

Figura 8). Por lo que se refiere a la elasticidad de sustitución, se puede entender como el cambio porcentual en la relación entre el consumo en punta y el consumo en valle en respuesta a un incremento del 1% en el cociente entre el precio en punta y el precio en valle.

Tal y como se cita en Conchado et al. [2] en la literatura existen numerosos estudios sobre la elasticidad de los consumidores de energía eléctrica. Destacan en este sentido los realizados por USDOE en 2006 [8], por Faruqui y George en 2002 [3], y por King y Chatterjee en 2003 [4]. En conjunto se observa una gran variabilidad en las elasticidades propias, estando comprendidas entre -0,05 y -0,8, aunque presentando una mayor frecuencia entre -0,1 y -0,3. Con tal de poder realizar un diseño óptimo de los mecanismos de GdD, así como un análisis de su efectividad, será necesario en un futuro el desarrollo de estudios que analicen dicha elasticidad para los usuarios de vehículo eléctrico.

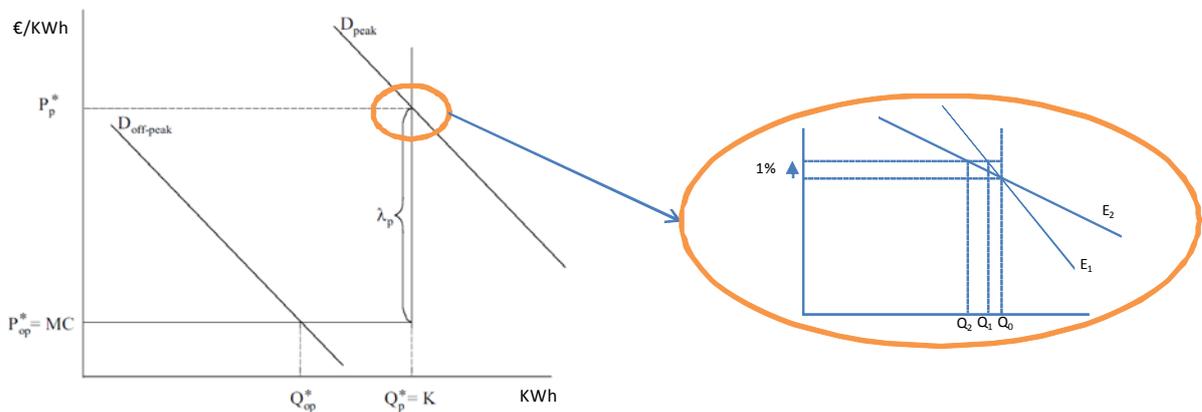


FIGURA 8: EFECTO DEL CAMBIO EN LA ELASTICIDAD PROPIA DE LA DEMANDA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Adicionalmente a la utilización de mecanismos de GdD para la implementación de una mayor capacidad de generación renovable, desde una perspectiva de más largo plazo se observa que los VEs pueden ser utilizados como elementos de almacenamiento, para luego inyectar la energía en la red en los periodos de punta.

5.3. Conclusiones

PRIMERA: La utilización de mecanismos de GdD permite maximizar los beneficios de la integración de los vehículos eléctricos en el sistema. Ello es debido entre otros motivos tanto a la optimización de la utilización de la red, como a la posibilidad de implantación de una mayor cantidad de generación renovable (principalmente eólica) en el sistema. El apoyo por parte de la Administración a estos mecanismos ha quedado patente a través de la figura del gestor de cargas, cuya función principal se define como el permitir la carga de vehículos a coste mínimo para el usuario y para el sistema eléctrico, mediante la integración con los sistemas de recarga tecnológicos que se desarrollen, los cuales facilitarán la integración de la generación en régimen especial.

SEGUNDA: Asimismo, la implementación de mecanismos de GdD permitirá hacer frente a otros retos adicionales al VE a los que se enfrenta el sector eléctrico, como son el incremento de la generación distribuida no gestionable y el rechazo social a la construcción de nuevas infraestructuras eléctricas.

TERCERA: A través del ejercicio de prospectiva realizado para el horizonte 2020, se han comprobado los efectos sobre la potencia demandada por la recarga de vehículos eléctricos del tiempo y de la simultaneidad con la que finalmente se produzca, superando los 60 GW en el año 2020 en el hipotético caso de que la recarga se concentrara toda en una hora del día, y siendo inferior a los 10 MW en caso de que se difiera en 8 o 12 horas.

5.4. Bibliografía

- [1] Aragón, A. (2009) *“Lo que es y no es el vehículo eléctrico”* Presentación Club Español de la Energía 10-11-2009, Madrid.
- [2] Conchado, A. [et al] (2009) *“Gestión activa de la demanda eléctrica: simulación de la respuesta de los consumidores domésticos a señales horarias de precio”* Presentado en el IV Congreso AEEE, Sevilla.
- [3] Faruqi, A., George S. (2002) *“The value of dynamic pricing in mass markets”*, The Electricity Journal, July 2002, pp 45-55.
- [4] King, C., Chatterjee S. (2003) *“Predicting California demand response”*, Public Utilities Fortnightly, July 2003, pp 27-32.
- [5] MITYC (2010) *“Estrategia integral para el impulso del vehículo eléctrico en España”*, Madrid.

- [6] Short, W. [et al.] (2006) *“A Preliminary Assessment of PHEV on Wind Energy Markets”*, National Renewable Energy Laboratory, Colorado.
- [7] REE (2009) *“Proyecto GAD (Gestión Activa de la Demanda)”* Presentación CIGRE, Madrid.
- [8] USDOE (2006) *“Benefits of demand response in electricity markets and recommendations for achieving them”*, United States Department of Energy. February 2006.
- [9] World Economic Forum (2009) *“Accelerating Smart Grid Investments”*, Suiza.

Autor: Jordi Serra Adelmar
Entidad: CIRCUTOR

6. Sistemas de gestión de energía y telegestión en edificios en las administraciones públicas, un paso hacia las smart cities.

6.1. Resumen

Uno de los grandes retos de las administraciones públicas es la disminución del consumo energético de sus edificios. Un primer paso es justamente conocer como se está consumiendo, en que periodos y cuáles son los usos energéticos así como las variables responsables de los mismos. Esta información permitirá la realización de acciones tales como la gestión de los usos energéticos, la mejora de los conceptos de la factura de energía eléctrica, la determinación de las inversiones necesarias en eficiencia energética, la capacidad de tener una curva de demanda global, así como la utilización para la mejora del mantenimiento de los edificios.

La siguiente comunicación trata sobre diferentes casos realizados en tipologías de edificios, las posibilidades que permite la implantación de un sistema de gestión de energía, así como una breve descripción de la tecnología a utilizar.

6.2. Introduccion

La necesidad de las Administraciones Publicas por reducir el consumo energético de sus edificios es clave para el cumplimiento de los planes de eficiencia energética, así como una exigencia de las directivas europeas.

Es obvia la dificultad dada la cantidad de edificios existentes, sus diferentes particularidades físicas, y los diferentes usos y actividades.

Ejemplo de esto serían grandes edificios de oficinas, oficinas que ocupan una parte de un edificio compartido, escuelas y centros educativos, hospitales, centros de atención primaria etc.

En cualquier caso, este gran volumen de activos hace que se tengan que realizar las mas austeras medidas posibles pero con los mayores resultados de ahorros.

Como caso de sistemas de medida y supervisión esta comunicación presenta los resultados de la gestión de un edificio de oficinas y una telegestión de centros remotos.

6.3. Puntos clave para un proyecto de medida y gestion de energia

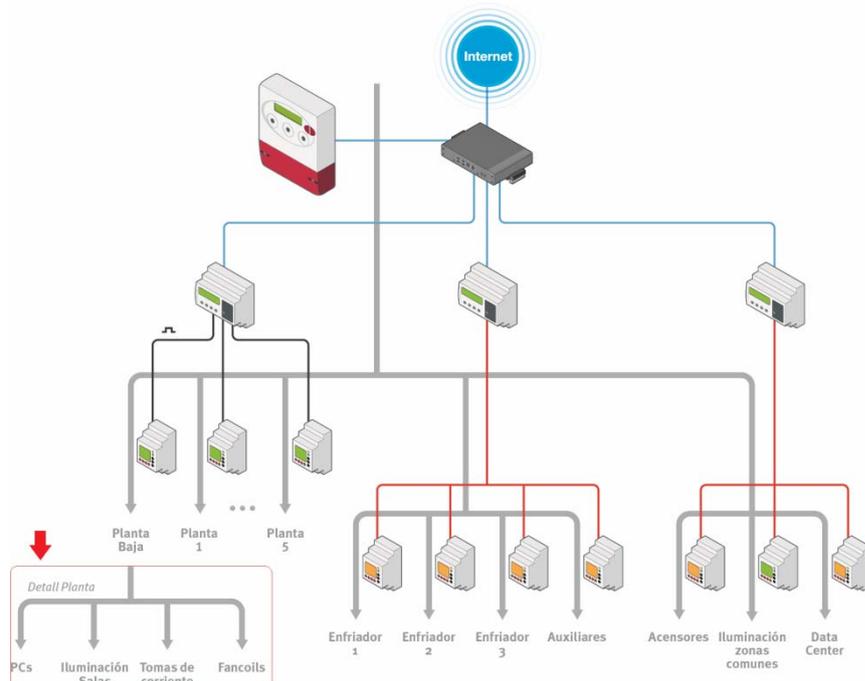
Es evidente que cada caso es particular, pero existente una serie de puntos básicos e imprescindibles para la obtención de ahorros en un sistema de medida y gestión de la energía. Se parte de la base de la escasa disponibilidad de inversión actual, y por tanto, basándose principalmente en las acciones de la gestión de la curva de demanda del edificio. Estos puntos comunes son:

- Definición de los objetivos principales del sistema medida y supervisión energética, de acuerdo con el gestor energético del edificio.
- Auditoria de las instalaciones. Estado y posibilidades de las mismas. Punto importante para ver si los objetivos definidos son posibles en función de la relación objetivos/capital disponible.
- Establecimiento de un Plan de medida y verificación. Es importante la definición, tanto de los correctos puntos de medida, como de las variables energéticas que explicarán el consumo existente.
- Instalación y puesta en marcha del sistema.
- Análisis y seguimiento de la información generada por el sistema, como históricos de consumos, EnPis, comparativas de consumo respecto previsiones, etc.
- Acciones de ahorro energético derivadas de la gestión de la curva de demanda.
- Verificación de los ahorros obtenidos.

6.4. Gestion energetica de un edificio de oficinas

En este caso se partía del objetivo de la medida del consumo global del edificio, así como de los diferentes usos energéticos con sus respectivas variables energéticas.

La posterior auditoria de las instalaciones mostró la dificultad de esta propuesta, por lo que se ha optado por la medida general de la instalación, la de cada una de las plantas, y la de servicios generales. Este hecho es muy habitual, por lo que finalmente, se acaban realizando las implementaciones que garantizan el máximo de información al menor coste posible.



Figuras1. Esquema eléctrico y de comunicaciones del edificio objeto de estudio.

Por tanto, los puntos de medida estudiados son:

- Líneas de salida a cada una de las plantas.
- Líneas de salida de las máquinas de climatización.
- Líneas de salidas de los diferentes servicios auxiliares, ascensores, iluminación de zonas comunes, y el data center. (ver figura 1)

Una vez instalado el sistema, y en base a los históricos ya acumulados durante unos meses, las acciones posibles a llevar a cabo por el gestor energético son las siguientes:

6.4.1. Gestión de la factura de energía eléctrica.

La centralización de información sobre las variables de facturación de energía eléctrica va a permitir un primer análisis fundamental y la toma de las primeras decisiones para la optimización del coste y reducción de consumos. Para ello se tiene que realizar el análisis de parámetros clave como los posibles excesos de potencia, la energía reactiva y el consumo en los diferentes periodos tarifarios.

Dado que el edificio no paga energía reactiva al tener un $\cos \phi$ de valor unidad, se centra el ejemplo en la potencia contratada y demandada. En la figura 2, se observa una contratación de potencia activa de 700 kW y una demanda real que no excede de 400kW. Si bien hace falta ver la evolución durante los meses de invierno en los que la potencia demandada será presumiblemente mayor, de mantenerse en valores parecidos, se debería adecuar el nivel de contratación.

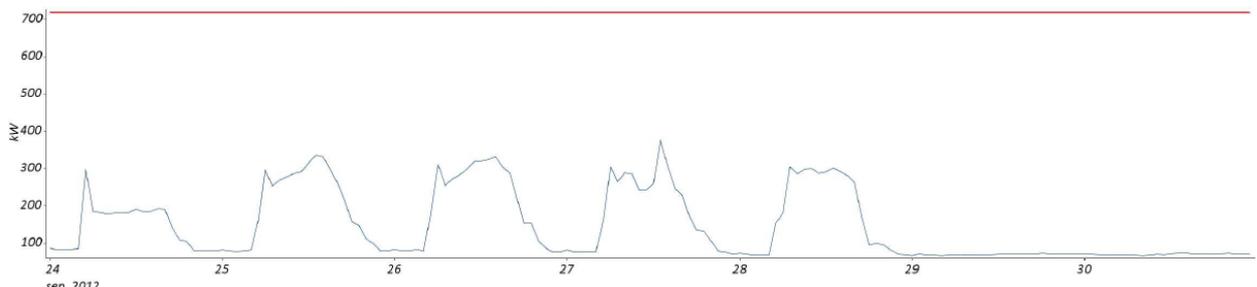


Figura 2. Gráfica comparativa de la potencia demandada y la potencia contratada.

En comparación, en la figura 3 se puede ver otro edificio en el que también se observa la evolución mensual de las dos variables, potencia contratada (línea verde) y demandada, pero en este segundo caso, el usuario estaría en situación de pago de excesos de potencia. Por tanto, se necesitaría una actuación sobre la curva para ver la viabilidad de laminación de los excesos de potencia.

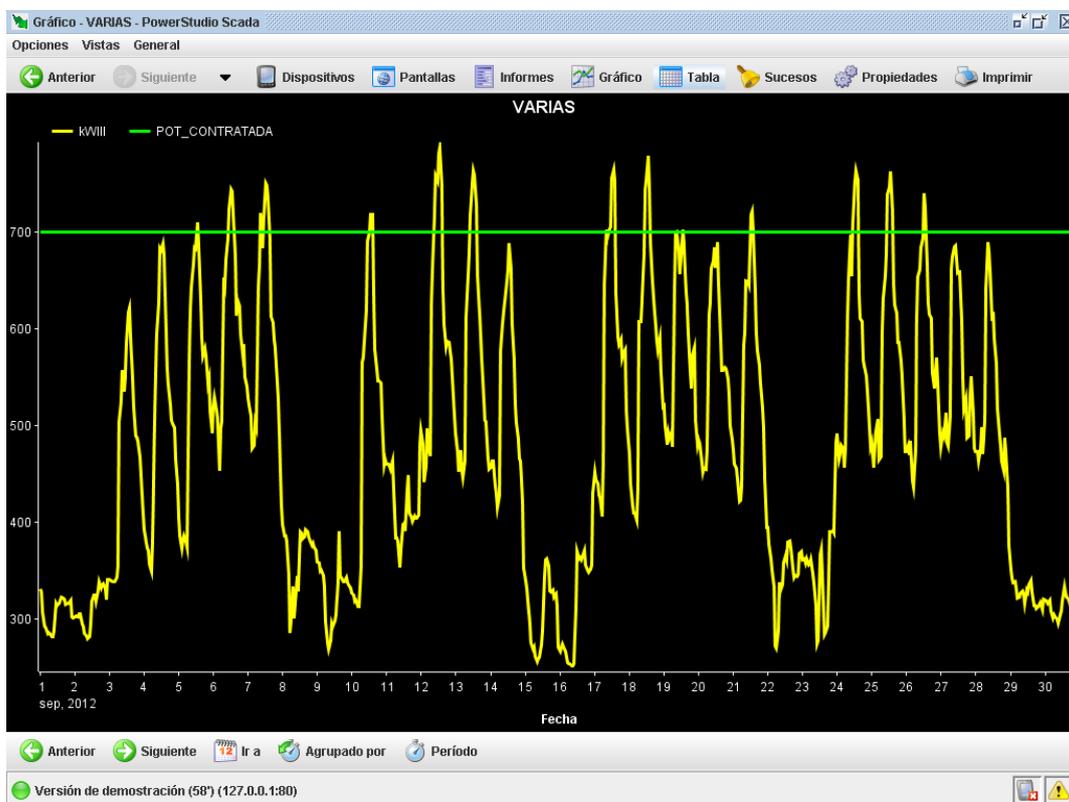


Figura 3. Gráfica comparativa de la potencia demandada y la potencia contratada.

6.4.2. Seguimiento de la evolución de la curva de demanda de energía del edificio.

La evolución temporal de la curva de energía permite la detección de consumos anómalos, así como los volúmenes consumidos en los diferentes periodos tarifarios. En la figura 4, se observa un consumo alto en un día festivo, por tanto, implica una acción de seguimiento para determinar la causa de un consumo alto en un momento de no actividad del edificio.

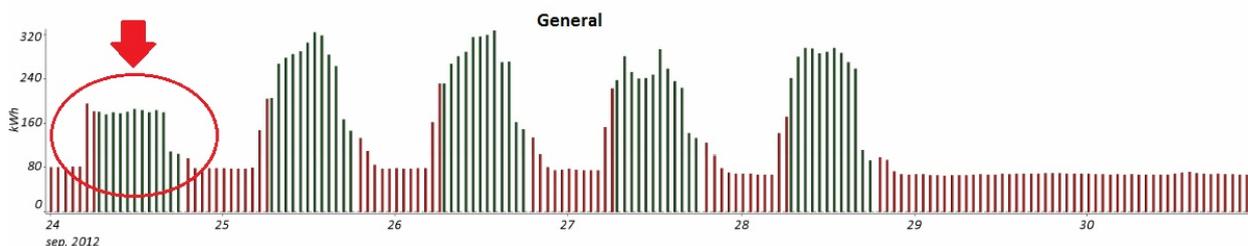


Figura 4. Gráfica evolución semanal de la energía activa.

6.4.3. Determinación y evolución de los consumos por zonas/ usos generales

Una forma importante de reducir el consumo energético es el análisis de los consumos más significativos. En la figura 5 se adjunta un gráfico de barras resumen de los principales puntos de medida del sistema. Concretamente las barras del gráfico muestran el consumo general del edificio, consumo total de las plantas de oficinas, la climatización y los servicios generales. En este caso, se puede ver la importancia del consumo de los servicios generales, con un 48% del total, representando las plantas un 14% y la climatización un 38%. Por tanto, se requiere una acción de estudio de los servicios generales en profundidad una vez detectada su importancia.

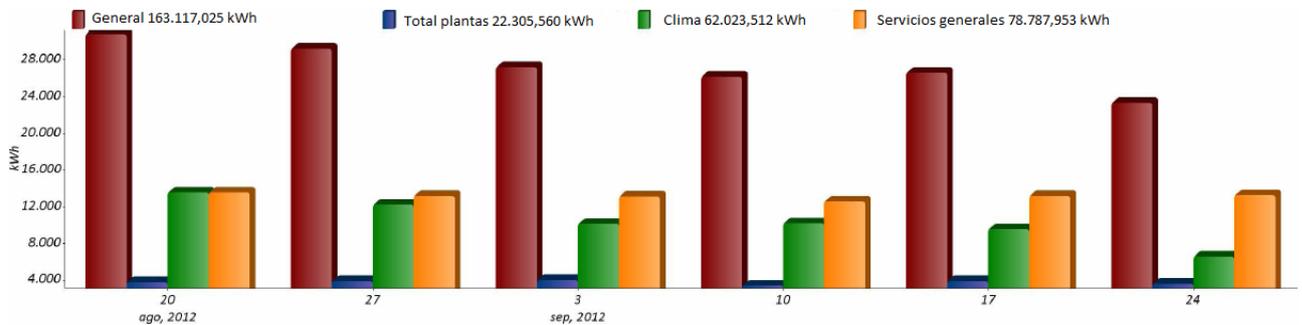


Figura 5. Comparativa semanal por día de los principales consumos del edificio.

Para su correcta interpretación, el valor numérico de la energía mostrado en las leyendas corresponde al acumulado durante todos los días representados.

6.4.4. Comparativa entre plantas del edificio.

La siguiente gráfica compara los consumos de energía de las diferentes plantas del edificio. Al equivaler a un gráfico diario, cada una de las barras facilita la comparación del ratio hwh/día por planta, obviamente a igualdad de temperatura exterior. Objeto de estudio del gestor energético será ver, en este caso, la explicación de los diferentes consumos existentes entre las diferentes plantas.

Se observan diferencias de hasta un 50%, por tanto, teniendo en cuenta que todas las plantas son idénticas en cuanto a instalaciones, hace falta identificar el por qué de las citadas diferencias, para ver si son razonables o implica un mal uso de la energía. En un edificio de oficinas, con ocupación por diferentes empresas, es muy probable encontrar diferencias de horarios de trabajo que justifiquen los diferentes consumos diarios por planta.

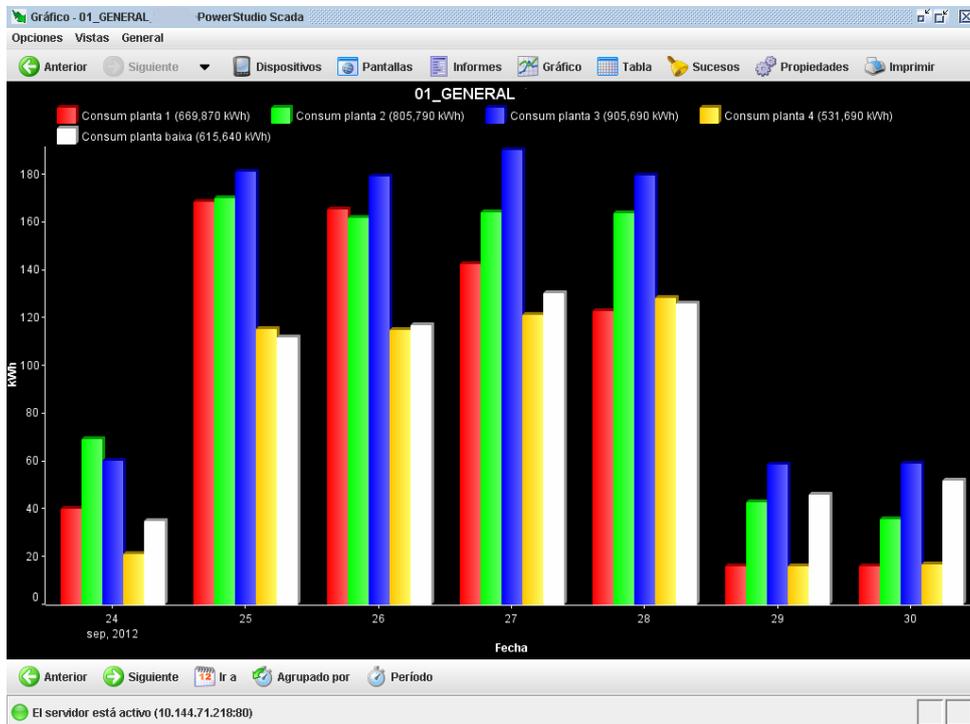


Figura 6. Comparativa semanal por día y planta de los consumos de energía

6.4.5. Previsiones de consumo

La información acumulada en los históricos permite definir la línea de base sobre la que se va a comparar la previsión de consumo del año en curso. Esta previsión, que normalmente será propuesta como objetivo, permite ver el cumplimiento del plan de ahorro energético establecido.

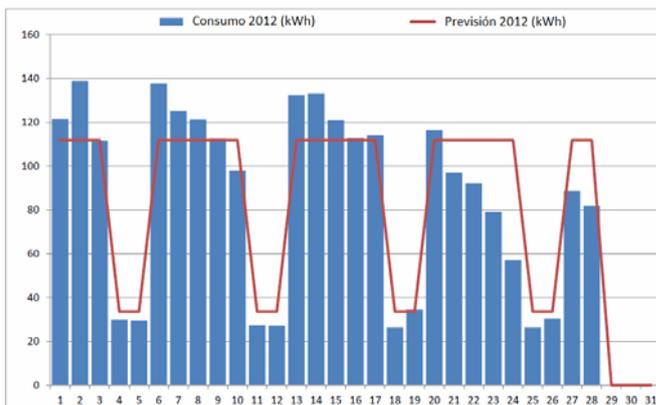


Figura 7. Gráfico comparativo del consumo de energía activa diario a lo largo de un mes y la previsión de consumo para el mismo.

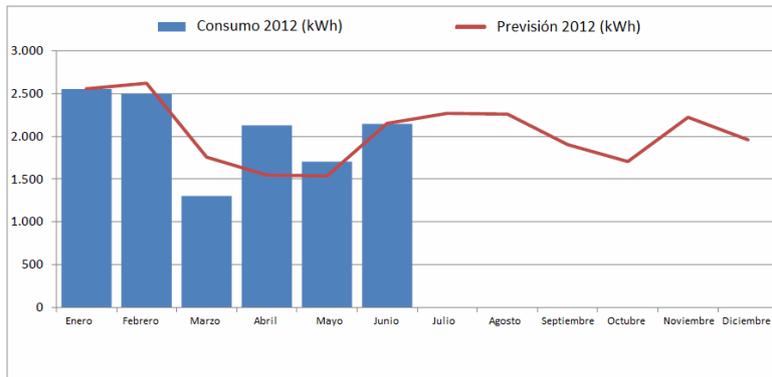


Figura 8. Gráfico comparativo del consumo de energía activa mensual acumulado del año y la curva de previsión de consumo para el mismo.

La diferencia clara entre la previsión y el consumo real, comporta la necesidad de analizar la evolución de las variables energéticas (normalmente temperatura exterior) para justificar las desviaciones.

6.4.6. Sistema de telegestión energética.

Otra de las principales necesidades de las administraciones públicas es el control energético de los diferentes centros que están dispersos por el territorio.

A parte de las acciones a realizar ya comentadas previamente en el ejemplo del edificio, cabe añadir la posibilidad de determinar el volumen total de energía de departamentos e instituciones.

Obviamente, el gran número de instalaciones a controlar implica un compromiso entre las variables a medir y el coste total de cada instalación. Coste tanto en equipos como en instalación y conexión al software de gestión.

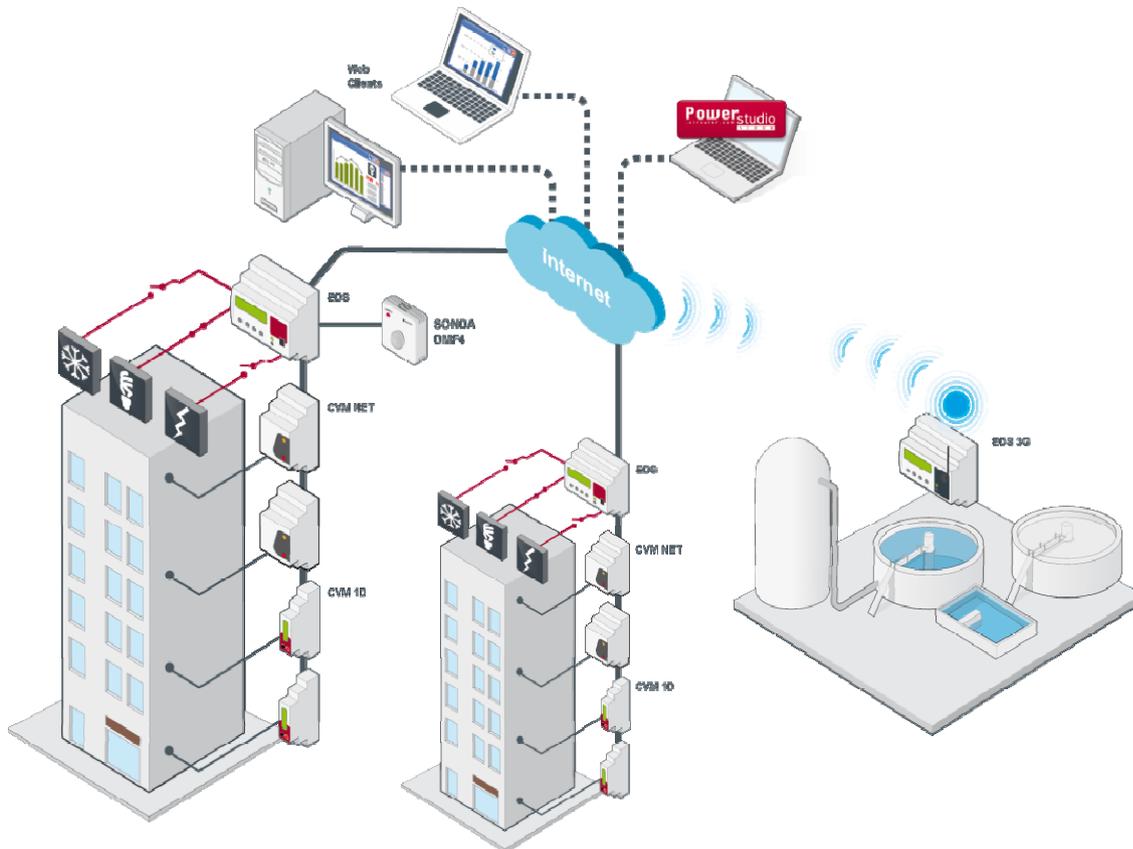


Figura 9. Sistema de telegestión energética para edificios y equipamientos públicos

Además hay que tener en cuenta el estado y la disposición de las instalaciones. De hecho, van a marcar la posibilidad de realizar una medida general, medidas de los diferentes usos internos de la energía y una variable energética, que normalmente suele ser la temperatura externa.

En muchos casos, la dificultad en la medida de los usos acaba reduciendo la medida a un solo punto general.

Dentro de esta casuística se incluyen los centros educativos, centros de asistencia primaria u oficinas dispersa de diferentes servicios de las administraciones, etc.

Gestión remota de la información

Una vez instalado el sistema, en función de la información recogida, de forma remota, se puede visualizar el correcto funcionamiento energético de la instalación.

De una manera gráfica, en la figura 10 se facilita un esquema de decisión realizado en un sistema telegestión donde, se realiza un seguimiento de las principales variables de facturación de energía eléctrica, así como, si ha sido posible, de los diferentes usos energéticos.

Además, a parte de realizar una agregación de la energía total consumida de todos los centros remotos, el sistema ayuda a evitar las desviaciones que aumentan el consumo

innecesario así como los costes evitables en la factura de energía, vía seguimiento de sus variables y mediante la generación de alarmas. Entre los conceptos de factura, se realiza el seguimiento de la potencia demanda y el $\cos\phi$.

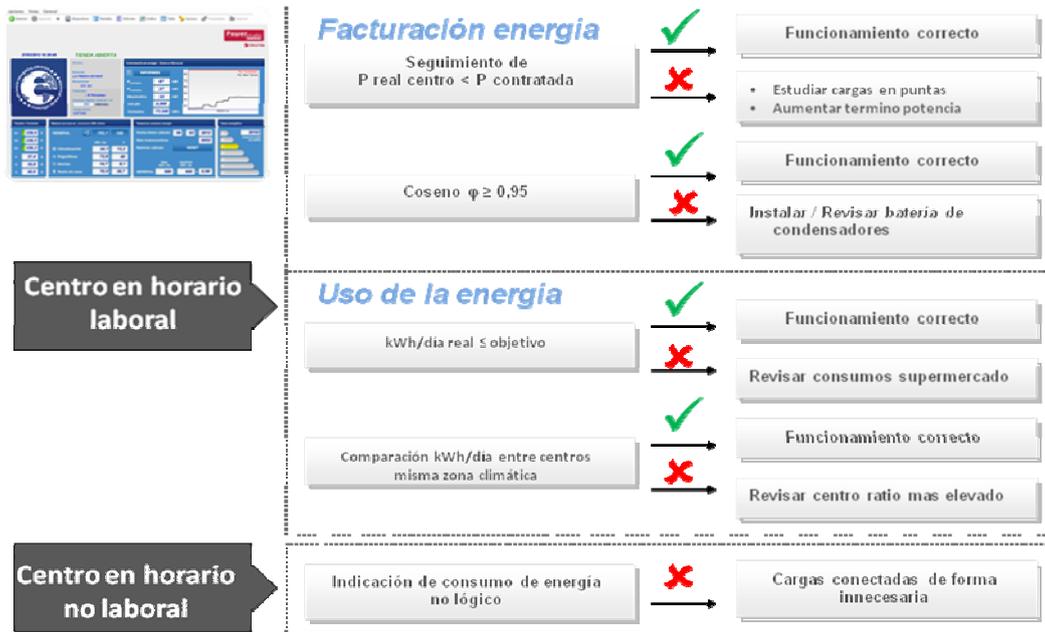


Figura 10. Ejemplo de esquema de decisión y generación de alarmas en un sistema de telegestión energética

Finalmente, la determinación de los ratios de consumo kWh/m², permite ver el comportamiento de cada centro respecto a un objetivo de consumo, si obviamente, este ha sido definido. Pero la utilidad más factible es la comparativa entre centros de una misma zona climática, incluyendo, para su correcta comprensión, la medida de una variable energética que, como ya se ha comentado, suele ser la temperatura.

6.5. Conclusiones

- Los objetivos planteados para los sistemas de medida y gestión de la energía en edificios públicos, en muchos casos, se acaban adaptando a las posibilidades económicas y físicas existentes. Normalmente, al igual que en el resto de sectores, las instalaciones no fueron previstas para un correcta y fácil medición por usos energéticos. Hecho que dispara el coste de instalación. Por tanto, se acaba realizando un sistema que dé el máximo de información al mínimo coste posible.
- El análisis y trabajo de la información sistema de medida y gestión de la energía del edificio permite la realización de unas primeras acciones de reducción del coste energético.
- Estos ahorros pueden estar en una horquilla de valores muy dispersos, pero que pueden estar entre un 5 y un 20%, según el estado de la instalación y las acciones previas realizadas. Es clave la acción de seguimiento del gestor energético del edificio.

- Los retornos de inversión, en base a nuestra experiencia, están entre 6 y 18 meses en función del sector y del estado la instalación, así como de la posterior gestión realizada.
- Es muy importante la correcta interpretación de los parámetros de facturación de energía y las acciones derivadas para su reducción.
- Los sistemas de telegestión presentan unas aplicaciones muy importantes como son:
 - Obtención de la curva de demanda agregada.
 - El control de los principales parámetros de facturación de la energía eléctrica de forma remota, evitando de esta forma los costes incensarios.
 - La detección de consumos anormales, hecho que llevará a su estudio y eliminación.
 - La comparación de ratios de consumo entre centros de una misma zona climática, teniendo en cuenta normalmente la temperatura de cada sitio.

6.6. Referencias

Para la confección de este artículo se ha consultado algunos de los manuales sistemas de gestión de energía realizados por Circutor en edificios de la administración pública como son:

- Edificio de Gobernación de la Generalitat de Catalunya
- TV3
- Hospital Corporación Parc Taulí en Sabadell
- Hospital de Navarra
- Edificio del Inteco en León.
- Sistemas de telegestión realizados en centros educativos de la provincia de Barcelona.

Autor: José Enrique Vázquez
Entidad: Grup de Gestors Energètics

7. De la gestión de la generación a la gestión de la demanda

El Grup de Gestors Energètics es una Asociación sin ánimo de lucro que agrupa profesionales multidisciplinares involucrados en el ámbito de la energía y el medio ambiente. Es totalmente independiente de la Administración, de otras Asociaciones Profesionales o Sindicales y de Fabricantes. El perfil de los asociados son responsables energéticos y ambientales de la industria, ingenierías, fabricantes de equipos y las propias administraciones (Ayuntamientos, ICAEN, Diputación). Ha cumplido su 29 aniversario. Y el número aproximado de socios es de 220. Su sede social está en Catalunya.

Estamos ante el reto de reinventar el actual modelo de consumo energético de nuestra sociedad. El modelo actual, de generación centralizada – consumidor distribuido, unidos por una red de transporte - distribución, aun modelo en el cual la generación será distribuida, en muchos casos asociada al propio consumidor y gestionada para su máxima eficiencia. En este modelo eficiencia energética, competitividad económica y calidad ambiental forman un triángulo que tendrá que ser la base de la gestión de la demanda.

Sin él, la disponibilidad energética, la viabilidad económica o la calidad ambiental y nuestra propia salud, no se podrán mantener en este siglo.

Así mismo el modelo de generación será impredecible, en muchos casos, y no concordante con la demanda. El plantear un modelo de generación distribuida, con una aportación significativa de energías renovables y la integración de nuevos consumidores eléctricos vinculados a la movilidad, la gestión - valorización de residuos, la calidad del aire, o la propia gestión ciudadana, obligará a un cambio en el concepto de la demanda energética - eléctrica. La demanda eléctrica tendrá que ser gestionada y acoplada a la generación y al almacenamiento energético.

Las Smart Grids y las TIC's asociadas serán viables si se cumplen, entre otras, dos premisas, una la viabilidad técnico –económica de los elementos de medida, comunicación y gestión vinculadas a las mismas y la otra la participación y aceptación activa de los ciudadanos. En este sentido la participación de Asociaciones del ámbito energético son fundamentales para divulgar y clarificar conceptos que pueden ser entendidos como restrictivos y no como elementos de gestión, dado que pretendemos gestionar y la gestión, en algún caso, se puede entender como restricción.

La experiencia nos ha demostrado que la aceptación de otras políticas que implicaban gestión – participación de la sociedad, como la gestión de residuos o del agua, han logrado su fin por la concienciación y divulgación como un elemento primordial.

Un claro ejemplo han sido las políticas del uso del agua, su éxito de implantación, uso de equipos, racionalización se han conseguido, entre otros por dos vectores, la divulgación y las oportunas señales económicas.

En este sentido existen diferentes Asociaciones, Colegios Profesionales o Instituciones Públicas, que han participado de un modo muy proactivo en la difusión de la eficiencia

energética, las energías renovables y últimamente en los conceptos clave de la gestión de la demanda

Las Asociaciones del ámbito de la Eficiencia Energética tendrán que:

- Promover de una forma activa los conceptos de eficiencia energética vinculados a la gestión de la demanda. Será imprescindible su papel divulgador y su capacidad de aglutinar intereses de colectivos transversales. La propia composición de la gran mayoría de estas Asociaciones ya incorporan perfiles de fabricantes, técnicos de diferentes titulaciones (Ingenieros, Arquitectos, Ambientalistas, etc.) y usuarios finales. En muchos casos los intereses – prioridades no son coincidentes, en el tiempo y en las señales económicas implicadas, tales como inversión económica – ahorro energético – económico – prestación de un servicio. La participación en foros de debate comunes permitirá la convergencia de estos intereses.
- Promover el desarrollo de nuevos perfiles profesionales en el ámbito de la gestión de la demanda, participando en la formación de expertos, estableciendo relaciones entre fabricantes de equipos, instituciones formativas y colegios profesionales. Las Asociaciones de Eficiencia Energética han demostrado su capacidad de ser embriones de muchos de los actuales perfiles profesionales en el ámbito de la eficiencia energética. Esta participación en la cual se vinculen centros – instituciones – colegios profesionales es una garantía para obtener una formación de expertos. Sin ella corremos el riesgo, que paso en su día con determinadas tecnologías de energías renovables, de desarrollar comerciales de productos pero no verdaderos técnicos de diseño – implantación y de explotación. Esta falta de técnicos – expertos puede conducir a graves errores de implantación y futuros problemas de gestión.
- El participar de una forma activa en la divulgación de nuevas tecnologías. Las Asociaciones en este ámbito han sido una plataforma, a partir de sus jornadas técnicas, de presentación de nuevas tecnologías, explicando su desarrollo tecnológico y presentando proyectos de aplicación o demostrativos, poco conocidos o divulgados. Su independencia, en la gran mayoría de ellas, de fabricantes de productos o de empresas del ámbito energético, les permiten una neutralidad de exposición y criterio que en otros casos tendría una confrontación con objetivos puramentecomerciales.

La participación de las Asociaciones de Eficiencia Energética en las áreas descritas, encuentran una serie de obstáculos en la actualidad:

- La disponibilidad de recursos económicos en todas ellas ha disminuido. Por una parte a la imposibilidad de adecuar las cuotas de asociados a los gastos de las mismas, más cuando existe una reducción de los asociados, de su capacidad económica y una falta, debida al contexto actual, de promoción o apoyo de entidades públicas.
- La competencia de cursos – jornadas, que en la mayoría de los casos tiene solvencia formativa, pero en algunos son meramente oportunistas y de ámbito comercial, provocando un efecto indeseable en la necesidad de formar expertos. La sensación de que la formación adquirida no cumple con los objetivos deseados genera un rechazo y una tendencia hacia el autoaprendizaje, que en si es una etapa más del proceso formativo pero no debe ser la base del mismo.
- La falta de señales económicas decididas. El desarrollar un mercado y el participar las Asociaciones en este ámbito de actividades, entre otros, es por una oportunidad empresarial. Sin un mercado en el cual gestionar, interrelacionar, promover, poder decidir no seamás favorable en términos económicos que el modelo actual, difícilmente el cambio se dará exclusivamente por concienciación energética y ambiental. Prueba de ello es el rechazo ,justificado o no, a las políticas de gestión flexible de la velocidad máxima en vías públicas, asociadas a la calidad del aire, que está ligada directamente a la salud pública.

Es necesario corregir los puntos expuestos y facilitar a las Asociaciones su capacidad expuesta, que directamente incide en sus asociados como elementos a su vez prescriptores, gestores o usuarios finales.

En este sentido El Grup de Gestors Energètics , como otras Asociaciones ,en 29 años ha:

- Realizado más de 250 jornadas organizadas. En los últimos años vinculadas a los conceptos de gestión de la demanda, movilidad eléctrica o generación distribuida.
- Un número total aproximado de 20.000 participantes de diferentes ámbitos.
- Participación en TV, radio, prensa escrita y organismos públicos.



- Participación en más de 30 Congresos.
- Jornadas emblemáticas, como la cita anual de Mercados Energéticos, con 12 ediciones y con más de 250 participantes de toda España.

Autor: Cristina Díaz van Swaay

Entidad: Asociación Española de Cogeneración (ACOGEN)

8. Cogeneración en las ciudades. Presente y futuro.

8.1. Cogeneración: Eficiencia energética y energía distribuida.

La cogeneración es el máximo exponente de la eficiencia energética en la generación de electricidad. Su principio se basa en el aprovechamiento del calor útil resultante de la generación eléctrica a través de la quema de combustibles. Mientras que las centrales de generación térmica convencionales disipan el calor generado al ambiente, la cogeneración le da un uso económicamente justificable obteniendo una eficiencia global muy superior.

Entre las principales ventajas que ofrece la cogeneración –si comparada a la generación por separado de calor y electricidad- se encuentran: el ahorro de energía primaria, la reducción de pérdidas por transporte y distribución debido a la generación cercana al punto de consumo (energía distribuida) y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En España la cogeneración está presente, fundamentalmente, como herramienta de competitividad para la industria, sobre todo en aquellos sectores con gran consumo de electricidad y alta demanda de calor que justifican la necesidad de producir de manera fiable y eficiente ambas formas de energía reduciendo significativamente sus costes energéticos y aumentando la seguridad de suministro para sus procesos industriales.

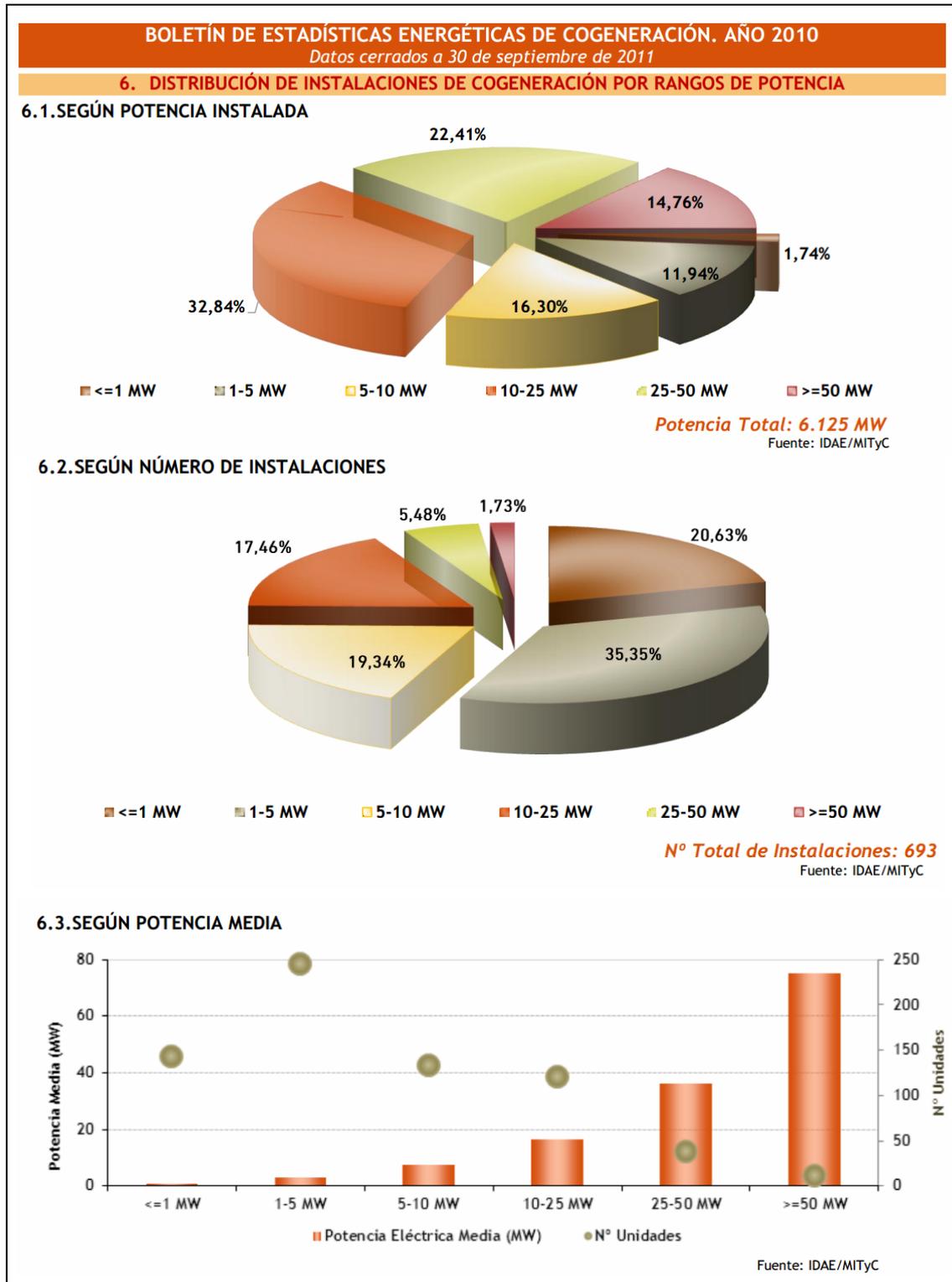
Asimismo la cogeneración ofrece una alternativa muy ventajosa para aquellos tipos de instalaciones que, sin ser específicamente industriales, requieren de un suministro de electricidad y calor que cubra sus necesidades energéticas. Muchas de estas aplicaciones se encuentran en el entorno urbano. Ejemplos de ello son hospitales, universidades, administraciones públicas, aeropuertos, estaciones de tren y autobús, residencias de ancianos, balnearios, piscinas y polideportivos, que utilizan la cogeneración como instrumento clave de eficiencia y reducción de costes energéticos.

Estas instalaciones, de dimensiones generalmente más reducidas, se agrupan en la categoría de cogeneraciones de pequeña escala. Según las definiciones establecidas por la Comisión de Energía de la Unión Europea una cogeneración de pequeña escala es aquella cuya potencia eléctrica instalada no es superior a 1MW. Dentro de este grupo se encuentra un subgrupo de instalaciones de potencia menor o igual a 50kW eléctricos a las que llamamos microcogeneraciones.

8.2. La cogeneración de pequeña escala en España y su potencial de desarrollo.

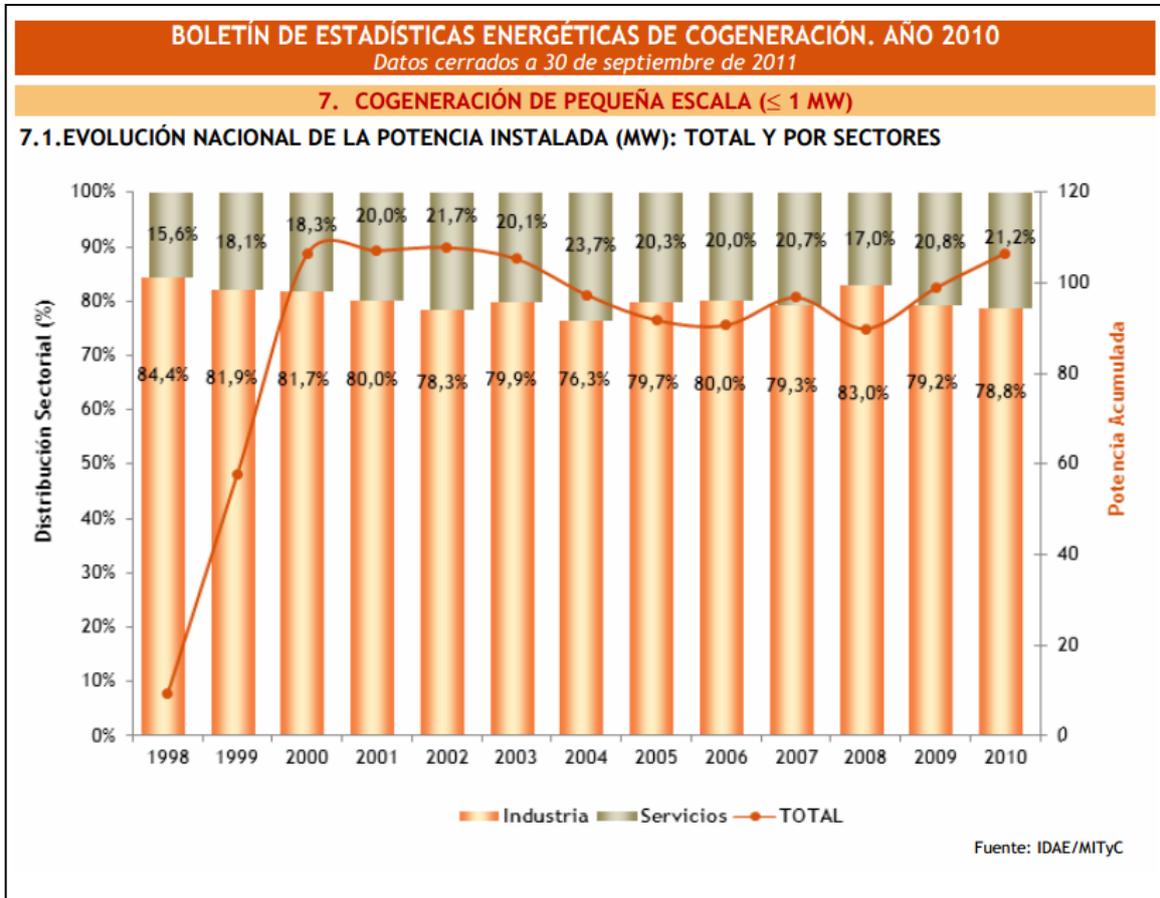
La cogeneración de pequeña escala en España representa aproximadamente el 1,74 % de la potencia total instalada (equivalente a 106,6 MW), compuesta por cerca de 143 instalaciones (el 20,63% del nº total de instalaciones) según datos del Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) para el año 2010.

El Boletín de estadísticas energéticas de cogeneración del año 2010 publicado por el IDAE ofrece las siguientes gráficas de distribución de las instalaciones por rangos de potencia:



Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas energéticas de cogeneración. Año 2010.

Este mismo informe muestra que cerca del 80% de la cogeneración de pequeña escala está vinculada al sector industrial mientras que apenas el 20% se encuentra en el sector de servicios.



Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas energéticas de cogeneración. Año 2010.

Sin embargo, el potencial de desarrollo de la cogeneración en el sector de servicios es el más elevado, según el “Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España 2010-2015-2020” realizado por el IDAE el año 2007 con datos del año 2004. Dado que la cogeneración apenas ha crecido en el periodo 2004 - 2010 podemos considerar que la situación actual se difiere poco de la descrita en este informe.

Concretamente se menciona que existían entonces 5.220 MWe de potencial para la instalación de cogeneraciones en el sector doméstico y 1.194 MWe de potencial en el sector de servicios. En total el sector terciario contaría con un potencial estimado de cerca de 6.414MWe.

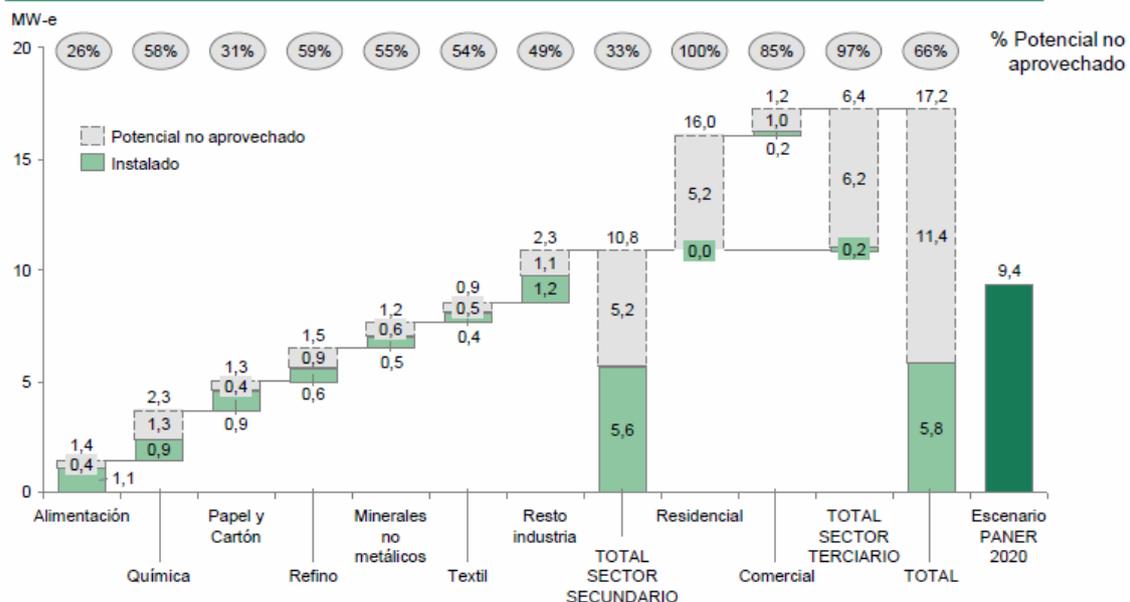
La tabla abajo expone los potenciales calculados para los distintos sectores con datos del año 2004. Se observa que el sector terciario es que posee un mayor potencial sin desarrollar (en porcentajes), acompañado de la tecnología de biogás proveniente del tratamiento de residuos.

ACTIVIDAD	Potencial tecnológico (MWe)	Potencia instalada (MWe)	Grado penetración (%)	Grado disponibilidad (%)
SECTOR SECUNDARIO				
SECTOR INDUSTRIAL				
Papel y cartón	1.270	877	69,1%	30,9%
Textil	898	412	45,9%	54,1%
Química	2.255	948	42,0%	58,0%
Alimentación	1.427	1.057	74,1%	25,9%
Minerales no metálicos	1.185	536	45,2%	54,8%
Resto industria	2.270	1.168	51,5%	48,5%
BIOETANOL	88	50	56,8%	43,2%
REFINO DE PETRÓLEO	1.430	577	40,3%	59,7%
TOTAL SECTOR SECUNDARIO	10.823	5.625	52,0%	48,0%
SECTOR TERCIARIO: RESIDENCIAL Y COMERCIAL				
Actividades domésticas	5.220	0	0,0%	100,0%
Actividades comerciales	1.194	175	14,7%	85,3%
TOTAL RESIDENCIAL Y COMERCIAL	6.414	175	2,7%	97,3%
TRATAMIENTO DE RESIDUOS				
Tratamiento de residuos de porcino	498	233	46,8%	53,2%
Tratamiento de lodos de EDAR	199	82	41,2%	58,8%
Tratamiento de residuos de almazara	301	97	32,2%	67,8%
Biogás de lodos de EDAR	294	0	0,0%	100,0%
Biogás de residuos de vacuno	792	0	0,0%	100,0%
TOTAL TRATAMIENTO DE RESIDUOS	2.084	412	19,8%	80,2%

Tabla: Grado de penetración y disponibilidad situación año 2004. Fuente: IDAE. Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España 2010-2015-2020

Un estudio realizado el año 2010 por The Boston Consulting Group recoge esta información destacando que en el sector residencial prácticamente el 100% del potencial todavía no ha sido aprovechado y en el sector comercial está disponible el 85%, sumando un potencial pendiente de desarrollar del 97% en el sector terciario.

Distribución del potencial de cogeneración por sectores¹



Fuente: The Boston Consulting Group. Estudio "Valoración de los beneficios asociados al desarrollo de la cogeneración en España"⁴.

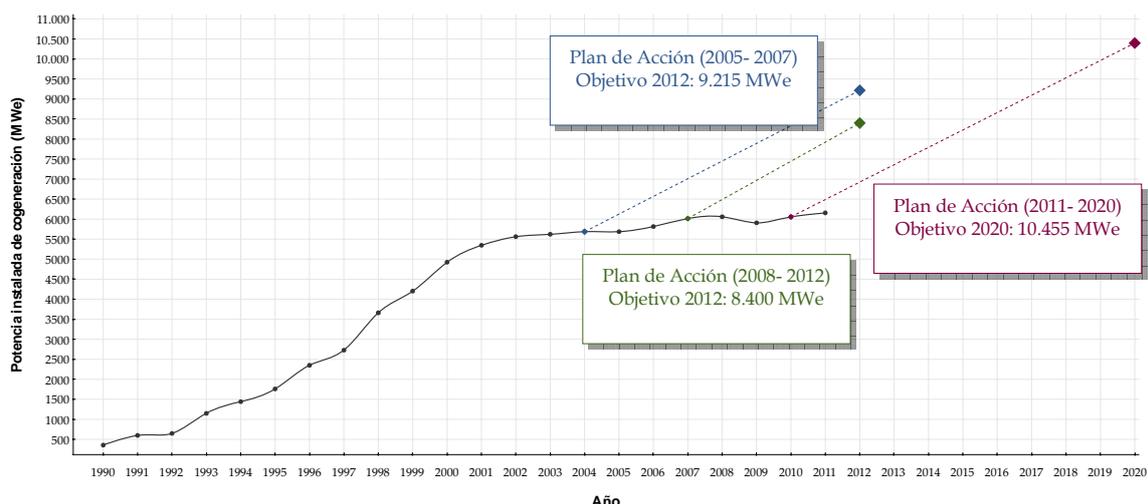
⁴ Disponible para descarga en <http://www.acogen.org/informe/cogeneracion/bcg/>

Con el fin de desarrollar el potencial disponible para instalación de cogeneración en España, y siguiendo la línea de impulso trazada por la Directiva 8/2004/CE de Fomento de la cogeneración de alta eficiencia (que en breve será derogada con la entrada en vigor de la nueva Directiva de Eficiencia Energética), se promulgaron en el año 2007 el Real Decreto 616/2007 sobre fomento de la cogeneración y el RD 661/2007 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Mientras que el primero traspone la Directiva Europea a la legislación nacional, el segundo incorpora algunas modificaciones importantes en cuanto a la retribución dando mayor peso a los incentivos por eficiencia.

Potencialmente este nuevo marco buscaba favorecer el desarrollo de la cogeneración y aunque la cogeneración haya representado una estrategia fundamental para reducir costes energéticos tanto para la industria como para el sector terciario, la escasa rentabilidad que ofrecía su régimen económico, así como la inseguridad jurídica coyuntural han hecho que la cogeneración no emprenda una senda de crecimiento como la que tuvo lugar en los años 90.

Si bien las sucesivas planificaciones han tratado de establecer rutas de crecimiento para la cogeneración la realidad es que los objetivos no se han cumplido de manera sistemática:

En el año 2004 el Plan de acción de eficiencia energética publicado por el IDAE marca un objetivo a 2012 de 9.215MWe instalados de cogeneración. El año 2007 a través de un nuevo plan se propone llegar a los 8.400 MWe en 2012. La última planificación publicada en 2010 pone a su vez como objetivo para la cogeneración la instalación de 10.455MWe hasta el año 2020. Sin embargo, desde el año 2002 la cogeneración apenas ha crecido de forma que el balance entre las plantas que han cesado su actividad y las nuevas instalaciones han sumado siempre en torno a los 6.000 MWe, que son los que componen nuestro parque actual.



Gráfica: Desarrollo de la cogeneración en España y objetivos de planificaciones nacionales. Fuente: Planes de acción de eficiencia energética. Elaboración ACOGEN.

El Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, actualmente vigente, establece seis medidas fundamentales de fomento de la cogeneración:

- Medida 1: Estudios de viabilidad para cogeneraciones
- Medida 2: Auditorías energéticas para cogeneraciones
- Medida 3: Fomento de plantas de cogeneración en actividades no industriales. Se promueve la instalación de 1.130MW adicionales hasta 2020 de cogeneraciones con potencia eléctrica superior a 150kW, alcanzando 760 MW instalados en 2016.
- Medida 4: Fomento de plantas de cogeneración de pequeña escala. Supondrían 13MW adicionales hasta 2020 con potencia menor o igual a 150kW de combustibles no renovables, alcanzando 6.8 MW en 2016.
- Medida 5: Fomento de plantas de cogeneración en actividades industriales. Supondrían 2.608 MW de potencia de cogeneración adicionales hasta 2020 en el sector alimentario, químico, papel, minerales, textil, farmacéutico, etc., alcanzando 1.723 MW en 2016.
- Medida 6: Modificación sustancial cogeneraciones existentes. Se promueve la renovación sustancial de 3.925 MW hasta el 2020, alcanzando 2.452 MW en 2016.

En lo que se refiere a la cogeneración en las ciudades podríamos destacar las medidas 3 y 4 que buscan favorecer su desarrollo en el sector terciario.

8.3. Perspectivas regulatorias y futuro de la cogeneración en las ciudades.

En enero del año 2012, al entrar en vigor el *Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos*, se produce un cambio radical en el marco regulatorio de la cogeneración así como de las demás instalaciones de régimen especial.

En lo que se refiere a la cogeneración, la supresión del régimen económico asociado al desarrollo de la cogeneración ha paralizado el crecimiento del sector. Sin embargo, analizando las instalaciones actualmente inscritas en el pre-registro del régimen especial se observa que en los meses anteriores a la publicación del RDL 1/2012 se había producido un crecimiento de la actividad y en especial de las instalaciones de cogeneración de pequeña potencia.

Estas instalaciones que han sido preasignadas se pondrán en marcha previsiblemente en el transcurso de los próximos dos años, aunque el actual clima de incertidumbre y retención del crédito puede impedir que algunos proyectos se lleven a cabo. En caso de que sigan adelante contarán con la retribución correspondiente al régimen regulatorio establecido por el RD 661/2007. Por lo tanto, independientemente de los cambios regulatorios que se produzcan en los próximos meses, podremos prever un aumento del número de instalaciones de cogeneración con potencia instalada de hasta 1MWe.

Concretamente el pre-registro de instalaciones de régimen especial cuenta con 165 instalaciones de cogeneración de potencia menor o igual a 1MWe sumando en torno a 70 MW. Aunque aparentemente no se trate de una suma significativa si comparada al parque nacional (en torno al 1,2%) sí lo es al equipararla con la potencia de pequeña escala instalada hasta el año 2010 según el IDAE, que era de 106,6MW.

También es relevante observar que si en el año 2004 prácticamente no se identificaban instalaciones en el sector residencial, actualmente están preasignados cerca de 15 proyectos de instalaciones de cogeneración para conjuntos de viviendas, una tendencia creciente en los últimos meses.

En cuanto a hoteles, piscinas, balnearios y polideportivos se suman más de 25 nuevas instalaciones a las que se añaden algunos edificios de la administración pública, hospitales, universidades, museos, residencias, colegios mayores, etc. Todo ello denota la aparición (o expansión) de un mercado potencial que puede crecer en los próximos años.

En lo que se refiere a la regulación que afecta a la cogeneración y su desarrollo en las ciudades, partiendo de borradores de nuevas normativas que han sido difundidos podemos hacer un análisis acerca de cuál se prevé que sea el futuro de las instalaciones de pequeña potencia.

El ya promulgado *Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia* estableció un nuevo procedimiento para la conexión a la red de instalaciones de cogeneración de hasta 1MWe facilitando y agilizando algunos aspectos de la tramitación administrativa de estas instalaciones.

Por otro lado, el borrador de real decreto *que establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto* marca una fuerte tendencia de fomento al autoconsumo y la energía distribuida. Sin embargo, el llamado “balance neto” tal y como se presenta en el borrador remitido en noviembre de 2011 al Consejo Consultivo de Electricidad de la Comisión Nacional de la Energía, se adapta a una tipología reducida de plantas de cogeneración, dado que conlleva un diseño condicionado por el consumo eléctrico por periodos horarios. El mismo borrador de Real Decreto reconoce en su exposición de motivos que “Este sistema es especialmente interesante para las instalaciones de generación eléctrica con fuentes renovables no gestionables, como eólica o solar, ya que les permite adecuar su producción al consumo sin necesidad de acumulación.” La cogeneración, a su vez, se diseña tradicionalmente en función del consumo de calor útil a fin de maximizar su eficiencia por lo que compaginar ambos objetivos no será tarea fácil para muchos cogeneradores.

Otro aspecto regulatorio todavía pendiente de definirse es la estructuración del sistema de peajes para esta modalidad de funcionamiento. En el caso de que las instalaciones de pequeña potencia adheridas al marco del balance neto tengan que pagar peajes por las redes de distribución, tanto por la generación como para el consumo, su viabilidad estará fuertemente marcada por la carga que les impongan los peajes correspondientes.

En definitiva, al no haberse determinado completamente el nuevo marco regulatorio para las instalaciones de cogeneración de pequeña potencia podemos concluir que el futuro de la cogeneración en las ciudades dependerá en gran medida de las normativas que entren en vigor próximamente y su adaptación a la realidad tecnológica y a los mercados potenciales de desarrollo de la cogeneración en entornos urbanos. El crecimiento en número de proyectos en tramitación denota la existencia de un nicho donde efectivamente la cogeneración puede desarrollarse, aportando eficiencia, ahorro de combustibles y fiabilidad.

8.4. Referencias.

- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2011). *Boletín de estadísticas energéticas de cogeneración. Año 2010*. Disponible en www.idae.es.
 - INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2011). *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020*. Disponible en www.idae.es.
 - INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2007). *Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España*. Disponible en www.idae.es.
 - INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2007). *Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España 2010-2015-2020*. Disponible en www.idae.es.
 - JEFATURA DEL ESTADO (2012). *Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos*. Disponible en www.boe.es.
 - MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO (2012). *Listado actualizado a 15 de marzo de 2012 de las instalaciones inscritas en registro de pre-asignación de retribución de instalaciones de régimen especial*. Disponible en http://www.minetur.gob.es/energia/electricidad/RegimenEspecial/Paginas/registro_preasignacion.aspx.
 - MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2011). *Proyecto de Real decreto por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto*. Circulado por el Consejo Consultivo de Electricidad de la Comisión Nacional de la Energía para comentarios.
 - MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2011). *Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia*. Disponible en www.boe.es.
 - MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2007). *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial*. Disponible en www.boe.es.
 - MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2007). *Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de la cogeneración*. Disponible en www.boe.es.
- THE BOSTON CONSULTING GROUP (2010). *Valoración de los beneficios asociados al desarrollo de la cogeneración en España*. Disponible en <http://www.acogen.org/informe/cogeneracion/bcg/>

Autor: Santiago Losada Suárez
Entidad: URBASER, S.A.

9. Gestión Integral de residuos en Barcelona, recogida neumática, la movilidad eléctrica de la flota y su gestión.

9.1. URBASER, líder mundial en gestión ambiental.

Urbaser, uno de los principales operadores del sector medioambiental a nivel mundial, es la filial medioambiental del Grupo ACS encargada de la prestación de toda clase de servicios de limpieza urbana, áreas verdes, retirada y transporte de todo tipo de residuos así como tratamiento, valorización y gestión de aguas.

Urbaser tiene presencia en **4 continentes** y **17 países**. En España, da servicio a **22 millones de habitantes** y a más de 51 millones en todo el mundo, lo que la convierte en una empresa líder en el sector de los servicios urbanos



Urbaser en España

- Servicio a más de 200 municipios
- 8.400 vehículos
- Cuidado y vigilancia de 1.500.000 árboles
- Limpieza anual de más de 8 millones de kilómetros de calles
- Mantenimiento anual de más de 60 millones de m² de zonas verdes

- Tratamiento de 718.000 m³ de agua al día
- Gestión de 19 millones de toneladas de RSU/ año

9.2. Un referente de la sostenibilidad.

URBASER es una empresa plenamente concienciada de que su misión está estrechamente ligada a la conservación del medio ambiente y de que por tanto, pequeños cambios en el desarrollo de sus actividades y procesos pueden suponer grandes impactos en la sociedad actual, aspecto que se refleja en su política empresarial de trabajar para la mejora continua y el desarrollo sostenible de su actividad.

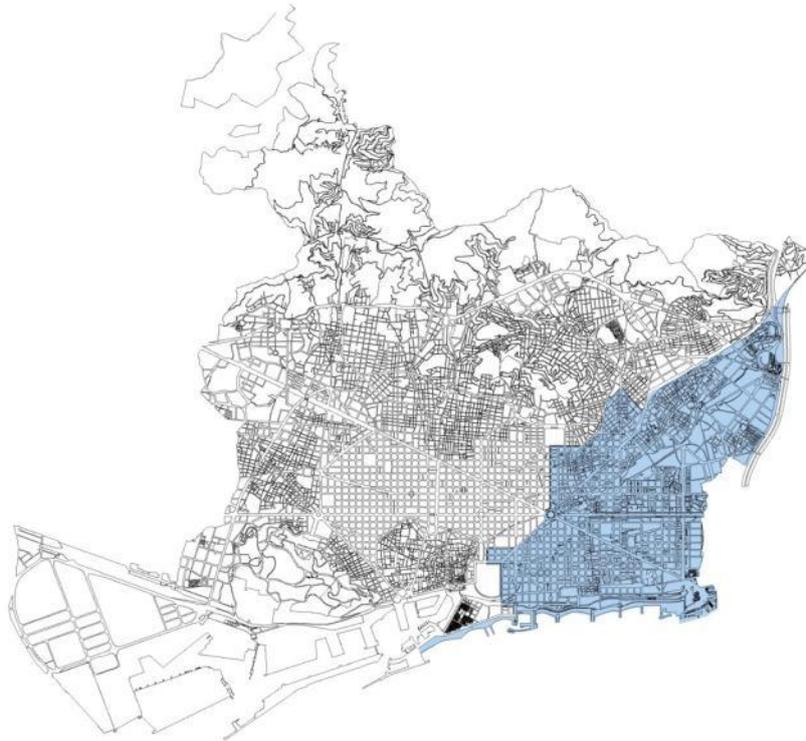
Por este motivo, siempre intenta ir **un paso más allá de los requerimientos normativos**, lo que nos convierte en la empresa líder del sector en materia de sostenibilidad. De esta manera, trabaja para ser un modelo empresarial en constante renovación y adaptación a las necesidades de la población y del medio ambiente, que garantizan la responsabilidad social de su actividad en su sentido más amplio.

Urbaser consiguió la adjudicación del contrato para la gestión de residuos sólidos urbanos en Barcelona en el año 1999 y desde entonces ha llevado a cabo su política de empresa, de manera constante y sistemática, con el fin de llevar a la sociedad Barcelonesa una mejora continua de los servicios y la minimización de los impactos ambientales asociados. Este compromiso hacia la sostenibilidad, poniendo siempre especial énfasis en la calidad, la prevención y la transparencia, se pone de manifiesto en la formación constante de sus trabajadores, la inversión en nuevas tecnologías con un mínimo impacto ambiental, en la incorporación voluntaria de nuevos mecanismos de gestión ambiental y en la diversificación de combustibles utilizados en su flota de vehículos.

- **Más de 5 millones** y medio de euros invertidos en **I+D+i** en 2011.
- Experto en vehículos eléctricos y movilidad sostenible: El parque de vehículos de la delegación de Barcelona se convirtió en 2009 en el primero en recibir el **Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental de la Generalitat de Catalunya** como Parque de Vehículos Respetuoso con el Medio Ambiente.
- Premio EMas Catalunya: Mención especial por el proyecto jornada de puertas abiertas “contigo 100% eficientes” con su trabajo constante en la relación e implicación con sus partes interesadas.
- Premio de diseño para el reciclaje: otorgado por la Generalitat de Catalunya al proyecto “Trapos sucios: reciclaje de ropa de trabajo en desuso en una empresa de servicios”, categoría B, proyectos.
- Premio de europeo de prevención de residuos, a propuesta de la Agencia de Residuos de Catalunya: finalistas en el II premio europeo de la prevención de residuos, premios a los que se presentaron 4346 candidaturas de 24 países diferentes.

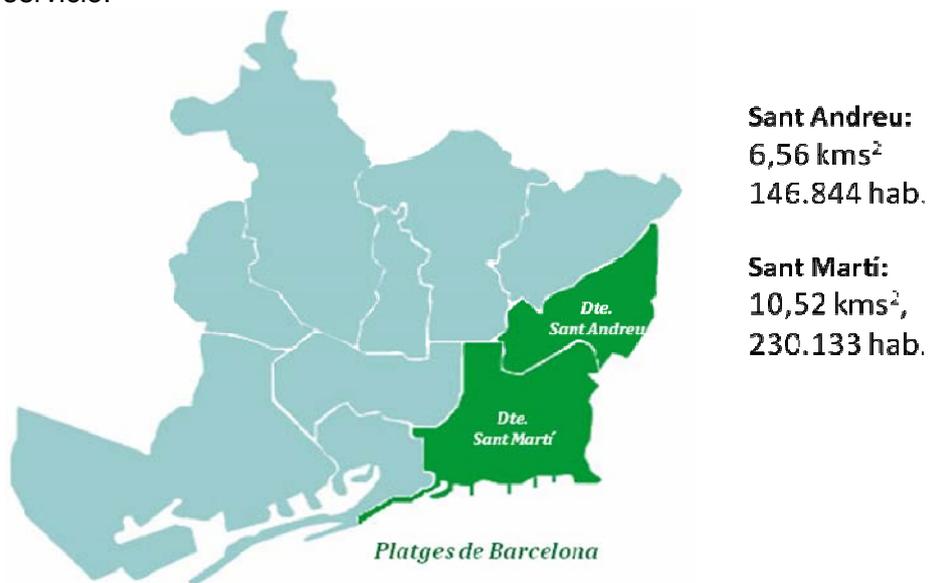
9.3 Urbaser en Barcelona hoy

El compromiso constante de la empresa con el medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de la población fue reconocida con la renovación del contrato de Barcelona en diciembre de 2008, en el que se adjudicó a Urbaser la gestión de RSU en la zona este de Barcelona (San Andreu, San Martí y todas las playas del frente litoral)



El importe de la adjudicación fue de 407 millones de euros, por un periodo de 8 años. La compañía da servicio a 360.000 ciudadanos gracias a una plantilla de 850 trabajadores. Como parte de su política de gestión eficiente de los recursos energéticos y protección de las personas y el medio ambiente, Urbaser tiene en servicio 285 vehículos de los cuales el 44% funcionan con energías alternativas, como el gas natural comprimido y la energía eléctrica. De esta manera se reducen las emisiones contaminantes y la contaminación acústica derivadas del desempeño normal del

servicio.



Además, consciente de que la gestión eficiente de residuos pasa también por la concienciación y la labor de los ciudadanos, Urbaser ha ido aumentando el número de contenedores y puntos de recogida de basuras al servicio de la población cada año. En estos momentos, Barcelona cuenta con:

- 1.066 buzones de recogida neumática que transportan los residuos bajo tierra hasta la central, aumentando la eficiencia y reduciendo las emisiones derivadas de la recogida por métodos tradicionales.
- 6.248 contenedores de recogida domiciliaria
- 1.650 contenedores recogida comercial
- 6.200 papeleras



9.4. Iniciativas de protección del medio ambiente y mejora de la eficiencia energética.

9.4.1. Vehículos eléctricos y de bajo consumo

Urbaser, como entidad comprometida con el medio ambiente, está convencida de que el camino del cambio en cuestión de ahorro energético y sostenibilidad medioambiental pasa por la implantación del vehículo eléctrico como alternativa al transporte convencional. El transporte es, de hecho, el sector de actividad con mayor consumo energético en España y el responsable del 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por contrapartida, los vehículos eléctricos aportan enormes ventajas para el medioambiente y la gestión de residuos urbanos

¿Qué ventajas aportan los vehículos eléctricos en servicios urbanos?

- Eliminación de la emisión de partículas contaminantes
- El rendimiento energético de los vehículos eléctricos es de un 90% frente al 35% del motor de combustión.
- Consumen de media un 70% menos de energía
- Disminuyen el impacto ambiental de la circulación
- Incentivan el uso de carburantes poco contaminantes y renovables
- Promueven la ecoeficiencia, la innovación y los sistemas de gestión ambiental
- Reducen la molesta contaminación acústica en los servicios municipales desarrollados en los entornos urbanos

- Eliminación total de emisiones de CO2 en el entorno urbano

Urbaser se ha propuesto ser pionera en el cambio de modelo a través de una implantación real de este tipo de tecnologías y hoy la compañía gestiona **hasta 70 servicios públicos con vehículos eléctricos**.



Urbaser en Barcelona:

- Cuidado de 410 km de calles y espacios verdes al día
- 51 vehículos eléctricos operando en la ciudad
- Más de 800 empleados v 300

9.4.2. Vehículos eléctricos en Barcelona

URBASER dispone actualmente de 51 vehículos eléctricos en Barcelona, de los cuales 23 son camiones de 3,5 toneladas de P.M.A. trifásicos, 13 monofásicos (tipo Piaggio Porter), maquinas de barrido y sistemas híbridos montados sobre chasis de 26 toneladas. **El 83% de los vehículos que operan en la ciudad son de tecnología sostenible.**



Tan sólo en esta ciudad, las cifras del ahorro energético y de emisiones que permite la flota de vehículos eléctricos de la compañía hablan por sí solas: hasta 410 toneladas de CO2 no emitidos al año, y más de 400.000 litros de combustible que dejan de consumirse en el mismo periodo. Además, se trata del **primer parque de vehículos que ha obtenido el distintivo de garantía de calidad ambiental otorgado por la Generalitat de Cataluña.**

9.4.3. Sistema inteligente de recarga

El éxito de las flotas de vehículos eléctricos depende de la aplicación de un buen sistema de recarga completamente monitorizable que sea eficiente, fiable y adaptativo. Por ello, Urbaser ha adaptado el software de su estación de carga en Barcelona y de sus vehículos con un sistema inteligente que permite tener un control total del proceso gracias a un análisis exhaustivo de cada detalle: desde conocer el consumo exacto de Kwh de cada vehículo, detectar cualquier incidencia en la recarga de cada uno de ellos, adaptar los horarios de carga a las horas valle y supervalle para optimizar el uso de la energía y multiplicar el ahorro o monitorizar la energía necesaria para la recarga para no incurrir en derroches innecesarios.



La utilización de vehículos eléctricos en las flotas permiten una gestión más eficiente de la energía que se emplea en servicios urbanos y permiten un mejor ajuste de la curva de demanda energética, por lo que, también, se puede aprovechar mejor la capacidad energética renovable instalada en España. En este ámbito, Urbaser tiene instalados 232 MW en fuentes de energía renovables habiendo producido 479 Gwh en el año 2010.

Urbaser ha instalado setenta puntos de recarga, distribuidos en tres centros de trabajo, de recarga inteligente para sus vehículos eléctricos que operan en trabajos de limpieza viaria y recogida de residuos urbanos en la zona este de Barcelona.

9.4.4. Conducción eficiente

Además de la tecnología, la inversión en capital humano es también esencial a la hora de desempeñar un trabajo eficiente y respetuoso con el medioambiente. En este sentido, Urbaser imparte formación específica sobre conducción eficiente de vehículos eléctricos ya que con ella se puede **augmentar la autonomía de este tipo de vehículos en un 25%**, reduciendo considerablemente el número de cargas y consiguiendo un ahorro de energía todavía mayor.

La formación específica se complementa con programas de formación continua. En este aspecto, URBASER ha proporcionado **14.500 horas de formación** en Barcelona a más de 500 empleados, preparando mejor a la plantilla para desempeñar su trabajo de manera eficiente, y creando, a su vez, ciudadanos concienciados fuera de sus horarios laborales. Esto repercute de manera directa en la sociedad y fomenta la expansión de actitudes respetuosas con el entorno.

Pero los beneficios de la implantación del vehículo eléctrico van todavía más allá, ya que el cambio de modelo facilita también la generación de puestos de trabajo, tanto en

el sector ambiental como en la adaptación a la sostenibilidad de sectores tradicionales, entre otros.



9.4.5. La sede de Urbaser en Barcelona, el paradigma de las instalaciones sostenibles

Desde sus inicios, Urbaser ha querido convertirse en uno de los impulsores el cambio en materia de gestión inteligente del entorno e influir de manera positiva en las ciudades y entornos en los que desarrolla su actividad y en los ciudadanos de manera tangible a través de la eficiencia urbana.

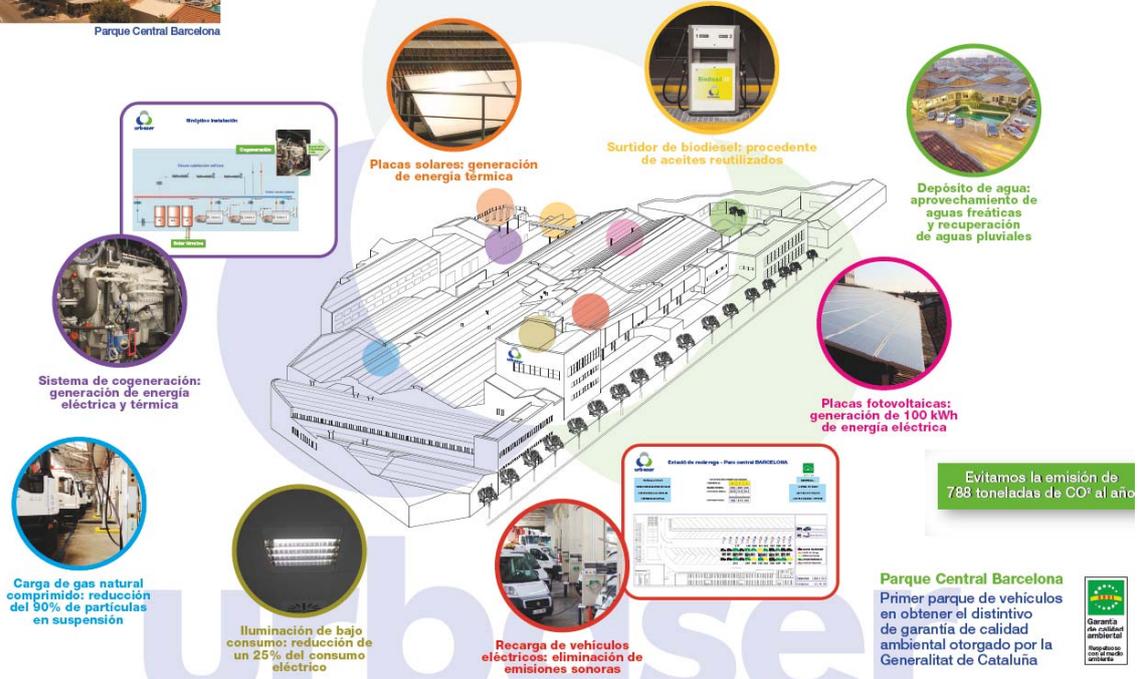
Para ello, la empresa no sólo ha dedicado el esfuerzo a crear redes inteligentes que abarcan desde la limpieza viaria o el tratamiento de residuos hasta la gestión integral del agua o el mantenimiento de zonas verdes, sino también a la investigación y el desarrollo de iniciativas medioambientales y, especialmente, de tecnologías de consumo energético eficiente que hacen de la compañía pionera en el cambio a un modelo energéticamente sostenible y amable con el entorno.

Fruto de esta labor de investigación y desarrollo surge el parque de instalaciones de la compañía en Barcelona, un ejemplo claro de gestión sostenible cuya tecnología se pone al servicio del ciudadano y el entorno a través de la más detallada eficiencia energética.



Parque Central Barcelona

Sistemas eficientes para ciudades inteligentes



Todos los detalles del Parque Central de Urbaser en Barcelona han sido estudiados de manera exhaustiva para crear sinergias y ahorrar el máximo posible de energía. En datos concretos, se ha conseguido un **ahorro del 30% en el consumo de energía eléctrica** gracias al análisis y optimización global de todas las instalaciones del parque de instalaciones.

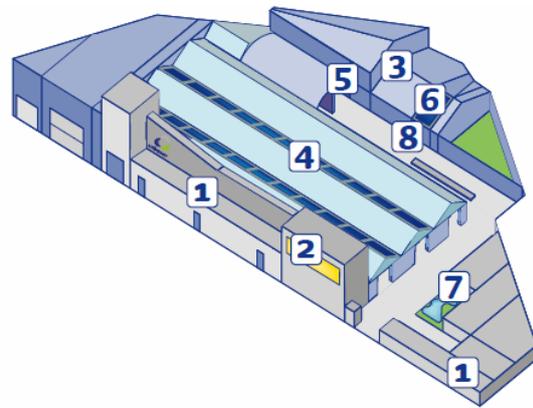
Además de esto, las instalaciones combinan novedosos sistemas de gestión eficiente que no solamente ahorran energía sino que también crean y aprovechan energía de tipo renovable para una mayor sostenibilidad como por ejemplo los sistemas de cogeneración que crean energía térmica y eléctrica, paneles solares para generación de energía térmica y placas fotovoltaicas que generan 100 kWh de energía eléctrica o los sistemas de recuperación de las aguas pluviales y freáticas para su uso en los servicios.

El parque incluye también otras tecnologías como los surtidores de biodiesel obtenido de aceites reciclados, un sistema de iluminación de bajo coste que reduce en un 25% el consumo energético, una estación de carga de gas natural comprimido que reduce en un 90% el nivel de partículas en suspensión e incluso la estación de carga de vehículos eléctricos que reduce los niveles de contaminación acústica al ser totalmente silenciosa.



El Parque Central de Urbaser en Barcelona es uno de los claros ejemplos del compromiso de la empresa con la gestión inteligente de recursos e instalaciones, que implica una fuerte inversión en investigación y desarrollo pero que también ha exigido de un cambio en la operativa diaria para integrar este cambio tecnológico al colectivo de ciudadanos y trabajadores de manera que la eficiencia se ha convertido ya en parte central de la actividad de la compañía. En Barcelona, Urbaser emplea a más de 800 operarios y utiliza una flota de 300 vehículos que se encargan de 410 km de calles y espacios verdes cada día.

- 1 Airejadors de dutxes i aixetes:** disminuir el consum d'aigua potable. **Aireadores de duchas y grifos:** disminuir el consumo de agua potable.
- 2 Llums de baix consum:** reduir el consum d'energia elèctrica. **Iluminación de bajo consumo:** reducir el consumo de energía eléctrica.
- 3 Sistema de cogeneració:** reduir el consum de gas natural generant energia elèctrica i tèrmica. **Sistema de cogeneración:** reducir el consumo de gas natural generando energía eléctrica y térmica.
- 4 Plaques fotovoltaïques:** obtenir energia elèctrica a partir de l'energia solar. **Placas fotovoltaicas:** obtener energía eléctrica a partir de la energía solar.
- 5 Millora en la gestió dels Equips de Protecció Individual (EPI):** garantir el manteniment del material i evitar residus. **Mejoras en la gestión de los Equipos de Protección Individual (EPI):** garantizar el mantenimiento del material y evitar residuos.
- 6 Plaques solars:** escalfar aigua. **Placas solares:** calentar agua.
- 7 Recuperació i utilització d'aigua freàtica:** reduir el consum d'aigua potable. **Recuperación y uso de agua freática:** reducir el consumo de agua potable.
- 8 Depuració d'aigües residuals:** evitar abocar aigua bruta al clavegueram. **Depuración de aguas residuales:** evitar verter agua sucia en el alcantarillado.



**Amb tot això evitem
l'emissió de 108 tones de
CO₂ a l'any.**

**Con todo esto evitamos
la emisión de 108 toneladas
de CO₂ al año.**

9.4.6. Ahorro energético en sistemas de recogida neumática de basuras

Si algo ha quedado claro para Urbaser después de años liderando la innovación en materia de servicios urbanos inteligentes, es que la eficiencia no tiene por qué estar reñida con la comodidad. El concepto de gestión sostenible implica, además de un esfuerzo en desarrollo de los nuevos modelos de eficiencia tanto en el ámbito energético como en el de la operativa diaria, una implicación directa del ciudadano como agente activo en la conservación del entorno.

Por ello la compañía centra también gran parte de sus esfuerzos tanto en la concienciación, a través de eventos y jornadas de puertas abiertas por ejemplo, como en poner en manos de los ciudadanos los sistemas más cómodos e inteligentes en materia energética para que aporten su parte en la gestión eficiente de los servicios.

En esta línea, destaca el proyecto que Urbaser ha llevado a cabo con Schneider Electric España, como Empresa de Servicios Energéticos, para la mejora energética en la Estación de Recogida Neumática (ERN) Diagonal – Poble Nou, que forma parte del servicio de recogida de residuos urbanos en la zona este de Barcelona. Este proyecto ha requerido de una exhaustiva auditoría energética que ha dado como resultado una innovadora solución que permitirá un **ahorro de energía por encima del 17%**.



Esta solución se concreta en la introducción de unos variadores de velocidad que regulan el caudal de aspiración de los turbo-ventiladores que propulsan los residuos hacia la central. Gracias a esta medida se consigue un ahorro energético potencial de más de 110.000 kWh al año, que en función de las horas de trabajo y el precio de la energía, garantizará un retorno de la inversión en un plazo máximo de 6 años.

Este avance se suma a las ventajas propias del sistema neumático que ya supuso una mejora considerable en la eficiencia de la gestión de residuos en la ciudad, ya que no sólo hacía más cómodo y accesible para el ciudadano el tratado inteligente de residuos y mejoraba su calidad de vida al liberar la vía pública de residuos y contenedores, sino que también elimina las operaciones de recogida con la

consiguiente reducción de emisiones que conlleva, reducción de contaminación acústica, etc.

La estación lleva en funcionamiento desde 2005 y pone al servicio de la ciudadanía 462 buzones de recogida que reciben 992 toneladas anuales de residuos a través de una red de transporte subterránea de 9km de longitud.

9.4.8. Campaña “contigo 100% eficientes”

El camino para alcanzar plenamente el compromiso con la sostenibilidad pasa indudablemente por la información, la comunicación, la formación, la sensibilización y la implicación de todas las personas que forman parte del colectivo de URBASER.

En un ámbito como el de la protección del medio ambiente, es especialmente importante para la empresa su factor humano, ya que de su sensibilidad emanan las prácticas inteligentes que, en última instancia, tienen la capacidad de crear un entorno más respetuoso para la población y el planeta y que, además, conciencian al resto de ciudadanos sobre la importancia de la gestión eficiente de recursos y residuos.



Como parte de las acciones enfocadas a conseguir este ambicioso objetivo, URBASER lleva a cabo programas de formación continua y concienciación entre sus empleados de entre los que destaca la Campaña “Contigo, 100% eficientes”. Se trata de la II Jornada de puertas abiertas que ha realizado la compañía y que involucró a algunos de los agentes que mantienen relación directa con el servicio, con el personal del distrito o las empresas colaboradoras. URBASER compensó las emisiones producidas durante la actividad a través del programa e) mission, invirtiendo en proyectos de energías limpias en países en vías de desarrollo.

Los objetivos que se cumplieron en esta jornada fueron:

- Ofrecer una mañana lúdica y participativa al equipo humano de la empresa y a sus familias, valorando el trabajo hecho en el día a día.
- Implicar a los trabajadores y trabajadoras en el proyecto de empresa.
- Mostrar les mesures ambientals que s'incorporen en el funcionament del servei i la importància de la col·laboració de tot el personal per assolir la màxima eficiència.

- Conseguir complicidad con los agentes externos como el distrito, empresas colaboradoras, empresas subcontratadas, etc.

La implicación del personal de URBASER fue total tanto a la hora de organizar y desarrollar las diferentes actividades durante la jornada como en la participación de la misma con sus familias.

Tras el evento se llevó a cabo una evaluación posterior en cuyas encuestas se pudo observar como los mensajes medioambientales alcanzaron al conjunto de trabajadores consiguiendo promover las buenas prácticas en el trabajo cotidiano, dando así importancia a la eficiencia ambiental y energética en el servicio prestado día a día.

Esta acción fue galardonada con:

- Premio EMas Catalunya: Mención especial por el proyecto jornada de puertas abiertas “contigo 100% eficientes” con su trabajo constante en la relación e implicación con sus partes interesadas.

9.4.9. ¿Trapos sucios? Del uniforme al objeto

La campaña “¿Trapos sucios? Del uniforme al objeto” nace a raíz de una iniciativa desarrollada por Urbaser para dar utilidad a un conjunto de uniformes de los trabajadores de que iban a ser desechados, de forma sostenible, funcional y creativa.

El desgaste de los uniformes empleados por las empresas de limpieza contratadas por el Ayuntamiento de Barcelona, con la respectiva generación de residuos que esto comporta, condujo al Ayuntamiento de Barcelona a preguntarse qué hacer con las toneladas de material acumuladas por las diferentes empresas contratadas.

URBASER aceptó el reto como algo propio y decidió contactar con ELISAVA Escola Superior de Disseny, universidad de vanguardia en los estudios de diseño en el ámbito nacional, para dar respuesta a ese interrogante.

El resultado del workshop, desarrollado conjuntamente por ambas instituciones, ha sido la reconversión de los materiales en desuso, aproximadamente 1.285 prendas entre pantalones, chalecos, anoraks, impermeables, etc., en un amplio abanico de soluciones útiles, desde las más tangibles a las más conceptuales y efímeras, estructuradas en 4 grupos:



- Objetos: concebidos para cubrir las necesidades de los trabajadores
- Microarquitecturas: instalaciones para actividades culturales
- Ludoteca: objetos y disfraces destinados a los más pequeños
- Campañas: acciones de sensibilización ciudadana

Esta acción fue galardonada con:

- Premio de diseño para el reciclaje: otorgado por la Generalitat de Catalunya al proyecto "Trajos sucios: reciclaje de ropa de trabajo en desuso en una empresa de servicios", categoría B, proyectos.
- Premio europeo de prevención de residuos, a propuesta de la Agencia de Residuos de Catalunya: finalistas en el II premio europeo de la prevención de residuos, premios a los que se presentaron 4346 candidaturas de 24 países diferentes.

9.5. Una apuesta permanente por la innovación.

La implantación de vehículos eléctricos, la sede central de instalaciones de Barcelona y el ahorro energético en sistemas de recogida neumática, son sólo algunos de los pilares dentro del proyecto global de Urbaser como empresa de referencia en el sector de la eficiencia energética y la movilidad sostenible.

El continuo esfuerzo en I+D+i de los últimos años se refleja en otros grandes proyectos como los siguientes:

9.5.1. Obtención de combustibles a partir de residuos plásticos

La investigación sobre revalorización de residuos es uno de los proyectos más ambiciosos acometidos por Urbaser ya que de ella se pretende conseguir la tecnología que hará posible convertir los plásticos de la basura en combustible. Este combustible podría utilizarse tanto para alimentar nuestra propia flota de vehículos no eléctricos como para su comercialización a terceros. Se logra además una gestión sostenible de estos residuos al transformar un residuo en un recurso de forma eficiente y económicamente viable.



9.5.2. Desarrollo de vehículo limpio: URBA I y URBA II

La creación de unos vehículos propios ha tenido como objetivo integrar motores propulsados por combustibles poco contaminantes (Gas Natural) en chasis ergonómicos y maniobrables. Los resultados fueron:

- Reducción de las emisiones sonoras de un 30%
- Reducción de las emisiones de CO2 entre un 10 y un 15%
- Disminución de las emisiones de Nox en un 80%
- Elimina totalmente la emisión de partículas

9.5.3. Sistema de Gestión del Espacio Urbano

El sistema de Gestión del Espacio Urbano es un conjunto de aplicaciones que permite visualizar, sobre un fondo cartográfico, todas las evoluciones y los datos asociados de los dispositivos electrónicos.

Este sistema posibilita un importante ahorro en cuanto al consumo de energía y emisiones contaminantes, ya que los vehículos realizan los desplazamientos más óptimos por el entorno urbano. Además, permite la gestión de flotas de vehículos y sus operativas de trabajo, constituyendo una valiosa herramienta de gestión del espacio urbano y los recursos destinados.



Estos proyectos de investigación se suman a la amplia cartera de proyectos de I+D+i en las que trabaja la compañía. A lo largo de 2011, Urbaser ha invertido más de cinco millones y medio de euros en I+D+i, repartidos en 12 proyectos en curso al cierre del último ejercicio.

9.6. Reconocimientos y certificaciones.

La labor que Urbaser desempeña en todo el mundo y en España ha sido certificada con los más prestigiosos sellos y certificados, incluido el Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental otorgado por la Generalitat de Catalunya.

- ISO 9000
- ISO 14000



-  Oshas, empresa certificada.



-  EMAS, información validada.



-  Gestión energética norma UNE 216301:2007.



-  Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental para las instalaciones.



-  AENOR, empresa registrada.



- AENOR, gestión medioambiental.

9.7. Otros premios

- Premio Muévete Verde 2010 por la gestión en Madrid de la mayor flota de vehículos eléctricos para el mantenimiento de un espacio verde (Madrid Río).
- Premio Príncipe Felipe a la excelencia empresarial en “Eficiencia Energética y Energías Renovables” o el premio Plata 2011 de Bioenergía.
- Premio AEGFA 2012 (Asociación Española de Gestores de Flotas), a la “Iniciativa Empresarial para una Flota Ecológica”

Autor: Vicente Galvan López
Entidad: FERROVIAL

10. Servicios Inteligentes para Smart Cities: Como conseguir mayores eficiencias en las ciudades.

10.1. Resumen ejecutivo.

El concepto de Smart Cities admite múltiples interpretaciones, en función del enfoque y alcance con el que quiera abordarse. Ferrovial propone un nuevo marco para la gestión de los servicios urbanos con el fin de rediseñar el concepto de Ciudad Inteligente.

De los 80 M€ de presupuesto medio de una ciudad española con 100.000 habitantes, alrededor de un tercio, unos 25 M€, se destinan a prestar servicios habitualmente externalizados como la recogida de residuos, limpieza viaria y de edificios, mantenimiento de vía pública, jardines, edificios, alumbrado, mobiliario, y la energía consumida por estas instalaciones...

Los estudios realizados por Ferrovial Servicios, indican que la integración de dichos servicios combinados con importantes inversiones en tecnologías “smart”, permiten mejoras de eficiencias del 20%.

Desde la visión del movimiento de las Smart Cities, uno de los resultados previstos es ofrecer mejores servicios a un coste más bajo. Se requiere para ello de una gestión integral de la información generada por las ciudades para ganar en eficiencia, evaluar el rendimiento y tomar decisiones basadas en una visión realista y analítica de la ciudad, los servicios y su repercusión en la sociedad.

10.2. Ferrovial Servicios

Ferrovial Servicios lleva ya dos años desarrollando la idea y valorando el alcance de las ciudades inteligentes. Este proceso se ha canalizado mediante la creación de la nueva División Ciudades dentro de Ferrovial Servicios, dependiente del Consejero Delegado e integrada en el Comité de Dirección.

Ferrovial Servicios ve el concepto de las ciudades inteligentes como un nuevo modelo de gestión de las ciudades que favorece la rentabilidad y mejora la calidad de vida de los ciudadanos, a través de la innovación y de una integración sostenible de los distintos servicios prestados. Ferrovial Servicios promueve el compromiso y la colaboración con los ayuntamientos para mejorar la gestión de los servicios públicos.

Este nuevo concepto de Ciudades Inteligentes trata la necesidad de aportar soluciones al desarrollo de un macromodelo para las ciudades. Estamos hablando de un nuevo modelo de gestión de las ciudades que va más allá de la instalación de sensores y de tecnología en la ciudad. El marco implica la existencia de un modelo desarrollado junto con los ayuntamientos y otras instituciones, como las universidades. Ferrovial Servicios propone un enfoque muy práctico, basado en la reducción de gastos, selección de inversiones en tecnología, aumento de la eficiencia energética y mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

10.3. Retos y oportunidades

Ferrovial Servicios ve en el modelo de Ciudad Inteligente un requisito para el futuro desarrollo urbano. Desde el punto de vista de la empresa, existen muchos retos que hoy representan oportunidades y requisitos:

- Expectativas en cuanto a la calidad de los servicios: los ciudadanos y la sociedad en general cada vez esperan más de la calidad y cantidad de servicios a su alcance, y exigen una mayor participación e interacción.
- Superación de las restricciones económicas: el gasto está superando a los ingresos, por lo que se complica la elaboración de los presupuestos municipales. Es fundamental ajustar el gasto para mejorar los niveles de servicio público.
- Administraciones abiertas: las administraciones se muestran dispuestas a adoptar nuevos modelos de gestión para hacer frente a estos requisitos. Es necesario que los políticos que estén comprometidos con la transformación a largo plazo favorezcan medidas enfocadas a lograr la sostenibilidad de la ciudad.
- Reorganización administrativa: las ciudades están definiendo nuevos modelos organizativos necesarios para encarar este nuevo contexto. La consolidación y la profesionalización favorecen la aplicación de nuevos marcos de gestión de servicios. En el pasado, los empleados municipales se centraban únicamente en tareas específicas, pero, para mejorar la eficiencia, se hace clave la existencia de un personal multidisciplinario que respalde y mantenga los servicios urbanos.
- Recuperación económica y sostenibilidad: las ciudades fomentan el empleo local y promueven la innovación. Como las ciudades crecen año tras año, la eficiencia energética y la mejora de la movilidad son claves. Las ciudades ecológicas también pasan a ser esenciales para lograr la sostenibilidad.

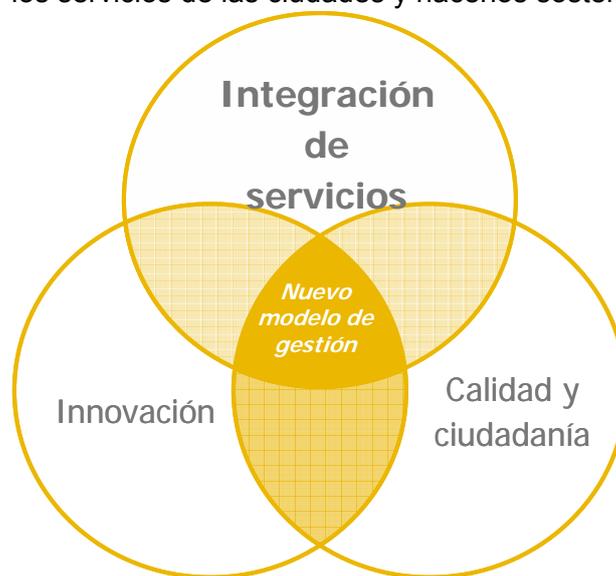
10.4. Propuesta de Ferrovial Servicios

Ferrovial Servicios propone un nuevo marco de gestión basado en tres conceptos principales:

- **Nuevo modelo eficiente:** a través de la práctica de gestión de servicios, Ferrovial Servicios ha adquirido la experiencia necesaria para reducir drásticamente los gastos de la prestación de servicios en la ciudad sin dejar de mejorar la calidad de los mismos. La consecución de economías de escala a través de la integración de los servicios es clave para lograrlo. La fragmentación de los servicios ya es una de las fuentes de ineficiencia más importantes en las que se centra Ferrovial Servicios, ya que implica que no existe comunicación, coordinación o escala entre los distintos proveedores que prestan distintos servicios.
- **Gestión de los servicios y participación:** los contratos de servicios de las ciudades están basados en los estándares donde se define la implicación del proveedor de servicios en términos de empleados y recursos para prestar el servicio sin comunicación con el usuario final del mismo. Dentro de este marco de gestión de los servicios, Ferrovial Servicios propone una nueva definición basada en la "producción de servicios", medidos a través de los indicadores clave del rendimiento (KPI) y basando los pagos en los resultados y en la

calidad del servicio prestado. Los KPI son tanto internos como externos al servicio; Ferrovial Servicios incluye la calidad del servicio percibida por los ciudadanos e incluso implica a los usuarios con el fin de seguir mejorando el servicio.

- **Colaboración y sostenibilidad:** Ferrovial Servicios siente que este nuevo marco requiere un cambio estructural, en vez de uno temporal. Por este motivo, Ferrovial Servicios considera que el contrato actual de 2 años es insuficiente para establecer el necesario marco de confianza y colaboración con el ayuntamiento, para efectuar grandes inversiones a largo plazo en la ciudad y para cambiar los procesos destinados a conseguir las eficiencias esperadas. Ferrovial Servicios propone contratos a largo plazo (mínimo de 10 años) para transformar los servicios de las ciudades y hacerlos sostenibles e inteligentes.



10.5. Las claves del nuevo modelo de gestión de servicios:

Como ya se ha avanzado, este nuevo modelo de prestación tiene como claves:

- **Integración de Servicios:** Esta integración de los servicios a realizar por un mismo proveedor, pretende, no sólo la generación de economías de escala, sino también la visión integral que permite la generación de sinergias operativas entre los servicios.

Además, la integración de servicios permite, mediante el uso de distintas fórmulas de contratación incluidas en el Texto Refundido de la Ley de Contratos de Sector Público (TRLCSF), como los contratos mixtos, la realización de contrataciones a largo plazo. Esto proporciona un marco estable para la realización de inversiones dentro de un escenario de colaboración público privada.

- **Garantizar la calidad / pago por resultados:** Los niveles de calidad se pactan por contrato y existen fórmulas de bonificaciones y penalizaciones en función de la calidad final del servicio prestado.

Ésta se evalúa mediante indicadores de servicio, constituidos por criterios objetivos y medibles, así como por los baremos a aplicar. La puntuación final marca la bonificación o penalización a aplicar al proveedor.

Este sistema de prestación, a diferencia del tradicional más enfocado al control de los medios usados en la prestación, presenta dos ventajas fundamentales: el pago se corresponde a la calidad real del servicio y se incentiva la eficiencia, motivando al proveedor a buscar mejores soluciones, lo que trae consigo ahorros que se trasladan a la ciudad.

- **Innovación:** En el modelo tradicional, los incentivos para la introducción de tecnología y sistemas innovadores se limitan prácticamente a la fase de oferta. En este modelo, la visión integral de la prestación, el pago por resultados y la perspectiva de un plazo amplio, incentiva la aplicación continua de nuevas tecnologías.

Como ya se ha comentado anteriormente, **el enfoque del movimiento Smart City está en el ciudadano**. En este sentido, pudiera parecer que el modelo propuesto se centra en los ahorros económicos. Nada más lejos de la realidad, ya que se puede observar que la generación de ahorros, la correcta elección de los indicadores y el uso de las nuevas tecnologías de comunicación, le pueden reportar las siguientes ventajas a la ciudadanía:

- Los ahorros económicos permiten liberar recursos para prestar nuevos servicios o los mismos con más calidad.
- La correcta elección de los indicadores permite dirigir y potenciar los servicios más necesarios o con más impacto en la ciudadanía.
- El fomento de la innovación y el pago por resultados favorece la incorporación de técnicas de crowdsourcing (entornos de colaboración de la comunidad), así como el uso de tecnologías que fomenten la participación y la información de los ciudadanos.

10.6. Ventajas del modelo propuesto por Ferrovial Servicios

Ferrovial Servicios ya ofrece una extensa cartera de servicios para las ciudades, facilitando la integración de servicios y permitiendo que las ciudades presten servicios de extremo a extremo.

La empresa cuenta con toda una división centralizada, que se dedica a la gestión de los servicios de la ciudad, atendiendo a la gestión interna para ofrecer una gestión integrada de los servicios urbanos.

Ferrovial Servicios ya ha implementado este modelo en distintas ciudades, como Birmingham y está arrancándolo en Sheffield, con las que ha suscrito un contrato de 20 años y para el que ha aportado una fuerte inversión. La experiencia ha sido positiva y bien recibida por los sindicatos locales y los empleados municipales que se han unido a la plantilla de Ferrovial Servicios.

Ferrovial Servicios también actúa como integrador, pues se ha asociado con la administración municipal para encontrar las mejores soluciones, tecnologías e innovaciones con vistas a mejorar la prestación de servicios en términos de eficiencia y requisitos del usuario. Para ello, Ferrovial Servicios establece alianzas con los agentes locales que implementan el marco global de la empresa y las alianzas tecnológicas para beneficiarse de la experiencia local sin dejar de aplicar las prácticas globales.

Según las estimaciones preliminares, se prevé un ahorro factible de en torno al 20% con respecto a los costes actuales de los servicios urbanos. El ahorro depende de la cartera de servicios que se transferirá a Ferrovial Servicios y de la eficiencia con la que se estén gestionando en la actualidad. Se puede conseguir un ahorro adicional liberando los recursos municipales asignados al seguimiento y supervisión del contrato y a las actividades de oferta y adquisición.

10.7. De cara al futuro

Ferrovial Servicios está evaluando ahora mismo qué ciudades están listas para implementar este nuevo marco de gestión de servicios, ya que existen una serie de desafíos que deben encararse antes.

La empresa seguirá invirtiendo en innovación para mejorar su oferta de servicios. Colabora con instituciones como el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) de EE.UU. para añadir nuevas soluciones e innovaciones a su cartera de servicios.

Ferrovial Servicios está firmemente comprometida con el concepto de Ciudad Inteligente y cuenta con un plan estratégico global para trasladar su experiencia y tratar los requisitos de las ciudades españolas.

Santiago Olivares, Consejero Delegado de Ferrovial Servicios, y Enrique Sánchez, Managing Director de la División Ciudades, piensan que el fenómeno de las Smart Cities ya está en marcha y no se puede detener y que, con el tiempo, se convertirá en una combinación equilibrada de tecnología y eficiencia.

Autor: José Luis Alfranca
Entidad: DRAGADOS

11. Energía térmica de distrito.

11.1. Energía térmica de distrito

○

Recientemente se encuentra muy en boga la difusión del concepto de las *smart grids* o redes de distribución eléctrica inteligentes, que dotan a ciudades enteras de una infraestructura lo suficientemente flexible como para cumplir con las necesidades crecientes de energía eléctrica, así como para integrar los diversos centros de producción, independientemente de su tamaño, e incluso para permitir la comunicación bidireccional, redundando todo esto en una mejora de eficiencia energética del sistema.

Al igual que sucede en el terreno de la energía eléctrica, sucede en el de la energía térmica con las redes de calefacción/refrigeración de distrito. Aunque en éstas no se trata tanto de la gestión de la energía como de la centralización de la producción térmica y su posterior distribución en redes de agua caliente o fría.

La centralización de la producción presenta importantes mejoras frente a las instalaciones individuales tanto desde el punto de vista medioambiental como económico o de seguridad.

Por un lado, la centralización de la producción térmica permiten recurrir a equipos industriales de producción de frío y calor, con rendimientos muy superiores a los domésticos, incluso contabilizando la energía perdida en el transporte. Esto implica una reducción en la energía primaria utilizada y por tanto una reducción en los gases de efecto invernadero generados.

Por otro lado, al poder separar en el espacio los centros de producción de los centros de consumo, es posible recurrir a configuraciones atípicas en sistemas urbanos, como el aprovechamiento de fuentes de energías residuales ya sea de procesos industriales o del tratamiento de residuos sólidos urbanos, que resultan de muy difícil integración en un entorno urbano.

Adicionalmente, se anula tanto el impacto visual de los equipos de producción en terrazas y azoteas de los puntos de consumo, así como los ruidos y vibraciones percibidos por los usuarios.

La presencia permanente de profesionales dedicados a su explotación y mantenimiento, así como la economía de escala aplicada a este tipo de instalaciones redundan en una fiabilidad superior del suministro, en un coste de la energía necesariamente inferior, en una mayor simplicidad de la instalación para el usuario, etc.

Pero a pesar de todas las ventajas que presenta, su implantación en España es aún marginal puesto que en mayo de 2012 sólo existían 104 redes incluyendo 7 en fase de construcción.

Entre ellas se encuentra el proyecto de Dalkia en la zona Franca del Puerto de Barcelona y que alimentará el barrio de La Marina, así como a grandes usuarios como Mercabarna, la Fira de Gran Vía de L'Hospitalet o la City Metropolitana.

En este puerto, Enagás dispone de una estación regasificadora que permite llevar a metano gas el metano líquido transportado por los buques metaneros hasta Barcelona. Este proceso es altamente endotérmico por lo que aparece una gran cantidad de frío residual que el proyecto aprovecha para generar agua fría en condiciones de distribución pero que de otro modo se tiraría.

El agua caliente lo consigue con una central de biomasa que le permite aprovechar los residuos provenientes de los parques y jardines de la ciudad.

De este modo se calcula que las emisiones evitadas serán unas 13.400 t CO₂ al año, que equivale a la cantidad anual que absorbería un bosque mediterráneo que cubriera un 15% de la superficie de la ciudad de Barcelona.

Otro ejemplo es la instalación de Districlima para la Feria Internacional ExpoAgua Zaragoza 2008 y la urbanización del Meandro de Ranillas. Teniendo en cuenta que el lema de la muestra era "*Agua y Desarrollo Sostenible*", un sistema de calefacción/refrigeración de distrito parece muy adecuado.

En este caso, la central de producción de frío cuenta con 4 enfriadoras centrífugas refrigeradas por agua. En estas condiciones se tiene un COP de 5,39 al 100% de la carga y una potencia total de 20 MW. La central de calor cuenta con 2 calderas de gas natural con una potencia total de 15 MW.

El proyecto cuenta con una ampliación prevista, en función de las necesidades futuras, con un sistema de cogeneración por gas natural con máquinas de absorción para la producción de frío.

La central cuenta con una captación del río Ebro abierta, de un solo paso, para la refrigeración tanto de los compresores de las enfriadoras actuales como de las máquinas de absorción y los compresores de gas de la ampliación, que no habría sido posible considerar en instalaciones individuales.

Estando tan extendido el uso de redes de calefacción de distrito en Centroeuropa, cabe preguntarse por qué en España su empleo se puede calificar de excepcional. Entre las razones puede haberlas de tipo técnico, climatológico, económico y cultural.

Por lo que respecta a la climatología, es claro que en general, en España, el invierno no es tan severo ni tan prolongado como en Centroeuropa, por lo cual, incluso con edificios menos aislados y peor construidos, la demanda energética debida a la calefacción es mucho menor en España. Esto es aún más cierto si se recuerda que cerca del 40% de la población de España está en la costa, donde el invierno es más bien suave. Por tanto, la escala general de la instalación es diferente que en Centroeuropa. Por el contrario, en España existe una importante demanda de refrigeración, que en el ámbito residencial se circunscribe prácticamente a los meses de verano, pero que en otros ámbitos, como el terciario, se extiende incluso a los meses de invierno. Por otro lado, la red de calefacción de distrito puede usarse para satisfacer también la demanda térmica correspondiente a la producción de agua caliente sanitaria, que en principio se extiende durante todo el año (salvo que sea cubierta parcialmente por el usuario mediante energía solar térmica, por ejemplo, como en primera instancia demanda la legislación vigente, lo que podría reducir o incluso suprimir la demanda térmica del agua caliente sanitaria en los meses de verano).

De lo anterior se sigue que una instalación térmica de distrito, en España, debería ser capaz de satisfacer tanto la demanda energética de calefacción como la de

refrigeración, y que además ambas pueden coexistir si se atiende a edificios de diferente uso. No parece que tenga sentido económico ofrecer cobertura solamente a la demanda de calefacción, lo que obligaría a los usuarios a realizar una inversión en una instalación individual que satisficiera esta demanda. En el caso particular de las poblaciones costeras, donde es posible satisfacer la demanda de refrigeración y de calefacción mediante un único equipo (la bomba de calor, en cualquiera de sus variantes), la instalación individual, de resultar necesaria, excluiría en la práctica el recurso a un sistema de distrito.

En una primera aproximación, la satisfacción de esta demanda dual implicaría duplicar la red de distribución, de forma que una de las redes atendiera la demanda de calefacción/agua caliente sanitaria y la otra la de refrigeración. Esto representa un sobrecoste muy importante, sobre todo si tenemos en cuenta que la red de agua enfriada no admite el recurso a grandes saltos de temperatura entre impulsión y retorno, como se hace en el caso de la calefacción, para reducir el caudal de agua circulante y el diámetro de las tuberías, esto es, los costes de explotación y de inversión, respectivamente. Insistiremos más adelante en la penalización que supone, a priori, la red de agua enfriada, cuando hablemos de los condicionantes económicos.

Como cuestiones de tipo técnico, un factor muy importante es la disponibilidad de los distintos tipos de combustibles según los países y su incidencia en los planteamientos técnicos que en ellos se desarrollan. En los países que cuentan con grandes reservas de carbón de buena calidad, particularmente si se pueden explotar mediante minería a cielo abierto, existe la lógica tendencia a aprovechar al máximo este combustible disponible y barato. Por ello en el planeamiento de las ciudades se incluyen grandes centrales térmicas que alimentan redes de agua sobrecalentada que abastecen a barrios enteros, maximizando el rendimiento de la combustión del carbón en instalaciones de gran envergadura, de proporciones industriales, explotadas por personal muy especializado, que permiten a su vez tomar medidas correctoras más efectivas sobre las emisiones contaminantes.

En los países con menores reservas de carbón, con carbón de peor calidad, o más caro de explotar, como es el caso de España, se emplean con preferencia otros combustibles, como el gasóleo o el gas. Para estos combustibles no resulta tan interesante energéticamente la producción de agua sobrecalentada, dado que el máximo rendimiento se obtiene, sin grandes medios materiales, produciendo agua caliente a temperaturas relativamente bajas, como 45°C, en calderas de condensación que permitan sacar partido del calor latente de los gases de combustión. Este es un punto importante, económicamente, en favor de las instalaciones individuales (ya sean propiedad de la comunidad de vecinos o de un solo vecino) frente a los sistemas de distrito, especialmente en las nuevas urbanizaciones, en cuyos edificios se pueden instalar sistemas de calefacción de baja temperatura que permiten sacar el máximo provecho de la tecnología de condensación.

Los factores de tipo económico, derivados de la climatología y de los factores técnicos, son sin duda los que explican por qué no están tan extendidas las redes de distrito como en Centroeuropa. Por un lado, debido a la climatología, el invierno es menos severo y más corto, lo que si bien abarata la inversión en cuanto a potencia máxima necesaria, por otro reduce las horas de utilización y con ello el retorno de la inversión. La posibilidad de obtener elevados rendimientos en pequeñas instalaciones, utilizando adecuadamente la tecnología de condensación, o la bomba de calor en zonas de invierno muy suave, contribuye también a inclinar la balanza contra el empleo de los sistemas de distrito.

La demanda de refrigeración, en la medida que obliga a instalar una segunda red de distrito, cuyos caudales de agua y diámetros de tubería resultan mucho mayores de los que se pueden conseguir en el caso de la calefacción, supone un incremento muy importante de la inversión necesaria, que además sólo puede recuperarse durante los meses de verano, tanto en el caso de las viviendas, como en el de los edificios terciarios dotados de dispositivos de *free-cooling*, los cuales reducen ostensiblemente la demanda de producción de agua enfriada en los meses de invierno. Por tanto, el retorno de la inversión se sustenta en un número de horas de funcionamiento que puede resultar demasiado exiguo, en función del uso de los edificios clientes.

Los factores culturales, en sí, no parecen una barrera para la implantación de este tipo de sistemas, pues si bien el español es más individualista que el ciudadano medio de Centroeuropa, ello no impide el correcto planeamiento de las redes de servicios y su normal explotación, técnica y económicamente.

Analizando algunas de las redes de distrito térmicas que se han realizado recientemente, podemos advertir cómo, en cada caso, subyace algún condicionante que modifica el balance económico esperable o hace que la solución se imponga por consideraciones distintas de las económicas.

Así, por ejemplo, tenemos el caso de instalaciones realizadas con fines de investigación o demostración, como la de la EMV de Madrid; grandes proyectos en los que la promoción y la posterior explotación corresponden a una única entidad, que impone la solución de la red de distrito para evitar una multiplicidad de centrales térmicas de menor dimensión dispersas por los edificios, como la red de Districlima para la Expo de Zaragoza, o el aprovechamiento de fuentes térmicas residuales ad hoc, como la red de Dalkia en la zona Franca de Barcelona, que aprovecha el efecto frigorífico de la regasificación del combustible descargado por los barcos metaneros.

Lo que nos interesa aquí no es tanto el desarrollo de este tipo de aplicaciones ad hoc, como otro enfoque diferente. Dichas aplicaciones, si bien resultan sumamente interesantes, pues producen soluciones y herramientas que pueden ser aplicables a otros casos, resultan desgraciadamente de alcance limitado, pues están constreñidas a la disponibilidad de un recurso o a la existencia de determinadas circunstancias que habitualmente no se presentan.

El enfoque que queremos dar a nuestra contribución es la investigación de las mejoras que es posible introducir en la concepción habitual de las redes térmicas de distrito de forma que se incremente la eficiencia de la producción, se incorpore el aprovechamiento de las energías renovables, y se reduzcan los costes de inversión y explotación.

La solución que estamos investigando tiene como premisas las siguientes:

11.1.2. Ha de ser capaz de integrar diversos sistemas de producción de energía térmica, entre ellos:

11.1.2.1. Calderas de condensación, o calderas de baja temperatura con recuperadores de calor latente (en función de la potencia térmica)

11.1.2.2. Enfriadoras por compresión.

11.1.2.3. Enfriadoras de absorción, alimentadas por combustible o por agua caliente solar.

11.1.2.4. Bombas de calor, aerotérmicas, hidrotérmicas o geotérmicas.

11.1.2.5. Equipos de cogeneración.

11.1.3. Ha de satisfacer la demanda térmica de cada edificio, ya sea de refrigeración o de calefacción, en cualquier época del año.

11.1.4. Ha de permitir la recuperación del calor evacuado por edificios en refrigeración con destino a los edificios que presenten simultáneamente demanda de calefacción o de producción de ACS.

11.1.5. Debe tener algún sistema de acumulación que permita reducir las puntas de producción e, idealmente y cuando sea el caso, sacar provecho de las tarifas valle de energía eléctrica.

11.1.6. El coste de la red de distribución ha de ser similar al de una red de District Heating convencional.

11.1.7. La energía térmica entregada debe ser contabilizable de forma sencilla y precisa.

11.1.8. Los materiales en los que se ejecute la red de distribución deben ser duraderos y resistentes a la corrosión.

Autor: Cristina Paraira Beser
Entidad: Ayuntamiento de Sant Cugat

12. Innovación y buenas prácticas en los servicios concesionados.

12.1. Experiencia de la implantación de la mejora continua en el servicio de limpieza viaria y recogida de basuras.

CONCLUSIONES

Hasta el año 2007 las ciudades experimentaron un fuerte crecimiento urbanístico y el eje de acción de la gestión municipal era el urbanismo.

A partir del año 2007 y con la llegada de la crisis, los Ayuntamientos tuvieron que hacer frente: al mantenimiento de unas ciudades que habían crecido demasiado, a dar respuesta a unos nuevos ciudadanos cada vez más exigentes y a la gestión de unos servicios con unos recursos cada vez más limitados.

Es por todo ello que el desarrollo de Sant Cugat y la situación del momento demandaban:

- Una evolución del modelo económico, social y medioambiental hacia uno más **SOSTENIBLE ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTALMENTE**
- Un desarrollo basado en la **INNOVACIÓN Y la CREATIVIDAD**

Impulsado por un Ayuntamiento comprometido con la **TRANSPARENCIA Y la ÉTICA** Por lo tanto, nuestra Misión (Cómo queremos llegar?) es aportar: Una gestión de los recursos eficiente + el mantenimiento de la calidad de los servicios ofrecidos por el Ayuntamiento + el cuidado del medio ambiente + y promover la competitividad económica.

Es por todo ello que el Ayuntamiento implantó una herramienta de trabajo para poder gestionar, medir i mejorar la prestación de los servicios. Esta herramienta, denominada **PACTE**, lo que pretende es definir los objetivos del equipo de gobierno en tres niveles:

- objetivos estratégicos. Equipo de Gobierno
- objetivos de gestión. Equipo Directivo
- objetivos funcionales.

El **PACTE** permite dirigir la acción de gobierno hacia la consecución de los objetivos previamente definidos, relacionandolos directamente con la gestión presupostaria.

Por otro lado creemos que la transformación urbana es una responsabilidad, compartida por todos los agentes de la ciudad, que priorizará los beneficios para los ciudadanos.

El uso de la innovación y de las tecnologías puede ayudar a Sant Cugat a alcanzar los objetivos de reducir las emisiones de CO2 y mejorar la calidad de vida y también a promover el desarrollo económico y el empleo local. Acogiéndonos a esta premisa implantamos el Plan Smart City.

El plan integra aspectos muy diversos y apuesta por una mejora global en la gestión, lo que integra aspectos tan diversos como la gobernanza, los servicios al ciudadano, la movilidad, los servicios urbanos y el medio ambiente.

El concepto smart city acogió bajo un mismo paraguas las diferentes actuaciones que ya se hacían de manera independiente, para interrelacionarlas entre ellas y optimizarlas.

Una cosa que hay que tener presente para desmitificar el concepto smart city, i es que no todo lo que es smart ha de ser tecnológico, ni todo lo tecnológico es smart. Para poder dirigirnos hacia la excelencia en la prestación de los servicios, hay que aprovechar las herramientas que la tecnología pone a nuestro alcance pero sobretodo hay que poner una gran dosis de sentido común en la gestión.

Desde hace años que Sant Cugat está trabajando en la mejora en la prestación de servicios, a continuación expondremos brevemente tres casos llevados a cabo en los últimos cinco años:

12.2. Contrato de suministro y de servicios energéticos con el mantenimiento de las calefacciones y climatización en los edificios municipales del ayuntamiento de Sant Cugat del Vallès

OBJETIVOS

- Sensibilización general de la Administración y al propio ciudadano hacia el ahorro energético y la protección del medio ambiente.
- Mejora de la eficiencia energética:
 - Ahorro energético
 - Ahorro económico
 - Reducción de emisiones de CO2
- Necesidad de ejecutar inversiones importantes para la renovación y ampliación de algunas instalaciones (nuevos servicios, instalaciones anticuadas).
- Valoración del patrimonio mediante inversiones en instalaciones.
- Homogeneización y racionalización de criterios y servicios técnicos

DATOS DEL CONTRATO

- Duración del contrato: 10 años (Junio 2007 – Mayo 2017)

- Potencia térmica : 7,31 MW (5,38 MW en calor y 1,93 MW en frío)

- Datos económicos (IVA incluido):

PRECIO CONTRATADO	PRECIO LICITACIÓN	PRECIO
- Suministro de energía:	473.016 €/año	363.040 €/año
- Mantenimiento y Conservación:	184.010 €/año	194.320 €/año
- Garantía Total equipos:	95.813 €/año	87.444 €/año
- Financiamiento plan de inversión:	158.325 €/año	216.533 €/año
(Inversión mínima)	(1.112.000)	(1.655.893 €)
TOTAL CONTRATO:	911.164 €/año	861.337 €/año

CONCLUSIONES

- Hemos conseguido un ahorro energético de un 30%, un ahorro económico de 751.007 € y la no emisión de 2.582 toneladas de CO2 respecto a la situación de referencia inicial en los primeros 4 años.
- Podemos decir también que tenemos unas instalaciones de calefacción y climatización inteligentes (Smart Climate Control), al disponer de tele gestión en más del 50% de los edificios contratados.
- Hemos sido el primer Ente Público en Catalunya que ha realizado un contrato ESE (Empresa Servicios Energéticos).

- Mejoras adicionales al servicio (nuevas instalaciones, mejores regulaciones y el confort de los usuarios).
- Interlocución única para el servicio de mantenimiento, con la eliminación de gran número de subcontratos (1 responsable de todo el contrato).
- Puesta en marcha de un sistema de gestión del mantenimiento GMAO y gestión del inventario de las instalaciones.
- Puesta en marcha de un sistema de atención de avisos de avería con envíos automáticos al móvil de guardia.(servicio 24 horas)
- Coste fijo anual, presupuesto lineal a lo largo del contrato.
- Contrato subvencionado por el ICAEN, recibiendo una subvención por un importe de 200.000 €.

12.3. Mejora de la eficiencia energética del alumbrado público

Objetivos esperados con la ejecución del plan director del alumbrado

12.3.1. Objetivos técnicos

Adequación a la normativa vigente de las instalaciones. En este momento las instalaciones no cumplen con la normativa y presentan un problema de seguridad de las mismas.

Legalización del 100% de las instalaciones.

Las instalaciones adaptadas a normativa reducen la posibilidad de averías con la minimización de las molestias a los ciudadanos, y representan un ahorro en el gasto de mantenimiento correctivo.

12.3.2. Objetivos ambientales

Reducción del 7,3% de la potencia instalada.

Reducción del 27,9% de la energía consumida.

Reducción del 76 % de las emisiones de flujo lumínico al hemisferio superior.

Reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera de 1049 tones.

Reducción de 8.676.390 lúmens de emisión al hemisferio superior, lo que representa el consumo de 13.557 bombillas de incandescencia de 60w.

12.3.3. Objetivos económicos

Reducción del 27,9 del coste de la energía.

Reducción del coste del mantenimiento preventivo y correctivo.

CONCLUSIONES

Una vez analizada toda esta información, y para poder hacer frente a la facturación energética para el año 2012 así como solucionar los incumplimientos normativos que afectan a la seguridad de la instalación hacia los usuarios, propongo que el Plan Director se ejecute en dos fases.

Una primera donde se ha de ejecutar todas las partidas relacionadas con la consecución de la eficiencia energética de la instalación, y la resolución de los defectos graves de seguridad de la instalación que son detectados en los diferentes actos de inspección por parte del Departamento de Industria de la Generalitat de Catalunya.

Una segunda fase sería la resolución de todos aquellos incumplimientos normativos que no afectan a la seguridad de la instalación. Esta segunda se habría de incorporar como inversión obligatoria relacionada con la futura licitación para el mantenimiento de la instalación que se ha de preparar antes de final de año.

La primera fase consistiría en las siguientes partidas:

1.- Substitución de 3.646 puntos de luz con o sin cambio de potencia i/o tipología de lámpara, incluido el subministro y instalación de farolas y el pequeño material auxiliar necesario. Retirada de la farola existente y transporte hasta el almacén municipal o vertedero. 1.294.330 euros iva no incluido.

2.- Retirada de 1.000 puntos de luz existente y preparación del soporte para la nueva farola. 72.500 euros iva no incluido

3.- Retirada y reposición de 1.000 puntos de luz tipo globo para nueva farola con tecnología LED. 500.000 euros iva no incluido

4.- Retirada, adecuación i reposición de 312 puntos de luz tipo octocentista equipada con tecnología LED. 60.705 euros iva no incluido

5.- Substitución de 2.937 lámparas y equipo auxiliar en punto de luz existente, incluido el suministro y la instalación del material y el pequeño material auxiliar necesario. Retirada del material existente y transporte hasta el almacén municipal o vertedero. 193.842 euros iva no incluido

6.- Adecuación de instalación eléctrica interior de 117 cuadros de mando existentes para cumplir con la normativa vigente, incluido la substitución o instalación de cajas de doble aislamiento 128.700 euros iva no incluido

7.- Cambio completo de 60 cuadros de mando, incluido la adecuación de la base en caso de necesidad y alargar las líneas eléctricas por renovación de la base si fuera necesario. 264.000 euros iva no incluido

8.- Substitución de 26.837 m de línea aérea suspendida entre soportes, hasta 4x16mm² de sección, de alimentación de puntos de luz incluyendo los accesorios auxiliares de fijación y pequeño material de conexión. 167.999,71 euros iva no incluido

9.- Substitución de 11.361 m de línea aérea grapada a fachada, hasta 4x16mm² de sección, de alimentación de puntos de luz incluyendo los accesorios auxiliares de fijación y pequeño material de conexión. 103.614,51 euros iva no incluido

10.- Substitución de 21.223 m de línea enterrada hasta 4x35mm² de sección incluyendo la excavación de rasa en acera de medidas según normativa vigente, colocación del tubo corrugado de doble capa y reposición del pavimento, incluido la parte proporcional de pasos de peatones, arquetas y conexiones. 1.649.158,27 euros iva no incluido

11.-Subministro y instalación de 7.500 unidades de telecontrol y reducción de flujo "punto a punto" incluidos la parte proporcional de material auxiliar, los aparatos de comunicación y conexión con el centro de control, el centro de control y software de gestión necesario. 1.500.000 euros iva no incluido

El coste total de las partidas asciende a la cantidad de 5.755.773,16 euros IVA no incluido.

12.4. Innovación y buenas prácticas en el servicio de limpieza viaria, recogida y transporte de residuos. años 2010-2012

Plan de Control y mejoras continuas del servicio de limpieza viaria, recogida y transporte de residuos

Planteamiento general

El servicio de limpieza, recogida y transporte de residuos es un servicio municipal complejo y difícil de gestionar por diversos motivos:

- Exigencias de resultados denunciados por los ciudadanos
- Presión que ejercen los medios de comunicación
- Elevado número de itinerarios a planificar y necesidad de optimizar esta planificación
- Dificultad de esquematizar una actividad cambiante y dinámica con la necesidad de corregir en tiempo real

Por esta razón, el Ayuntamiento de Sant Cugat ha llevado a cabo un plan de control y mejora continua, que con una visión a largo plazo, garantiza los objetivos de la transformación del servicio. Por tanto, un plan de estas características requería de una estructura milimétrica tanto en la gestión de los procesos de negocio como de los procesos de control, entendiendo:

- Procesos de negocio. La actividad del negocio, los procesos se orquestan en torno a una entidad básica: el itinerario que define el “qué” (actividad), el “cómo” (tipificación y recursos humanos y materiales utilizados), el “cuándo” (frecuencia de repetición del servicio) y el “dónde” (ámbito territorial de actuación) del servicio.
- Procesos de control
 - Evaluación de la prestación del servicio. Se pretende comprobar la correcta ejecución de los servicios programados según las normas y estándares de calidad pactados con la empresa proveedora.
 - Evaluación del estado de limpieza de limpieza. Dónde se analiza cómo de limpia está la ciudad.

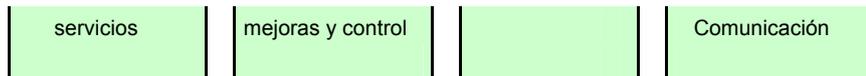
El Ayuntamiento de Sant Cugat, consciente de la dificultad que esto conlleva, recurrió a una organización de trabajo que combinaba dos elementos: a) un modelo de mejora continua y b) una innovadora metodología de análisis y optimización de procesos i procedimientos.

a) Sistema de mejora continua

El modelo de mejora continua del servicio de limpieza viaria, recogida y transporte de residuos se ha fundamentado en cuatro pilares:

Modelo de Mejora Continua





- Modelo de Selección y priorización de servicios. Modelo que permite tener criterios ponderados y unos mecanismos validos que se utilizarán cada vez que se quiera seleccionar y mejorar un servicio municipal: "el trabajo desarrollado se puede aplicar en diferentes áreas/servicios del Ayuntamiento".
 - Modelo de ejecución de proyectos de mejora y control. Metodología de realización de proyectos de mejora que incluye:
 - Definición de indicadores y métricas críticas
 - Medición de la situación actual
 - Análisis de valor y causas de raíz de los puntos críticos
 - Propuesta de la solución
 - Plan de Control y Verificación de la Calidad deseada
 - Despliegue: Implantación y Seguimiento
 - Modelo de Gestión. Mecanismos de gestión para la verificación del seguimiento óptimo y sistemático para el control de la mejora continua de todas las iniciativas y proyectos en curso.
 - Modelo de Formación y Comunicación. Plan de formación y comunicación para que todas las personas involucradas en los proyectos y en la implantación de las mejoras, tengan la formación necesaria para escoger en adelante las mejoras.
- b) Metodología de análisis y optimización de procesos i procedimientos: "Lean Government"

El Ayuntamiento de Sant Cugat es el primero en la utilización de la metodología Lean Government para el análisis y optimización de procesos y procedimientos.

Esta metodología es el resultado de la conjunción de dos metodologías contrastadas en grandes organizaciones tanto del sector público como del privado:

Lean5 i Six Sigma6 (el presidente de Estados Unidos, Barack Obama, ha expresado su deseo que esta metodología sea aplicada en todos los procesos de la administración norteamericana7).

⁵ **Lean. Origen:** Toyota (entre 1948 y 1975); **Objetivo:** Incrementar la velocidad y la agilidad de los procesos, identificando y eliminando el desaprovechamiento y el no-valor añadido

⁶ **Six Sigma. Origen:** Motorola (1982) - desarrollada posteriormente por General Electric; **Objetivo:** Mejorar los procesos a través de la medición y el análisis estadístico de los factores que contribuyen a su funcionamiento y rendimiento (sentido más amplio de la mejora)

⁷ <http://virtual.auburnworks.org/profiles/blogs/lean-six-sigma-in-the-federal-government>

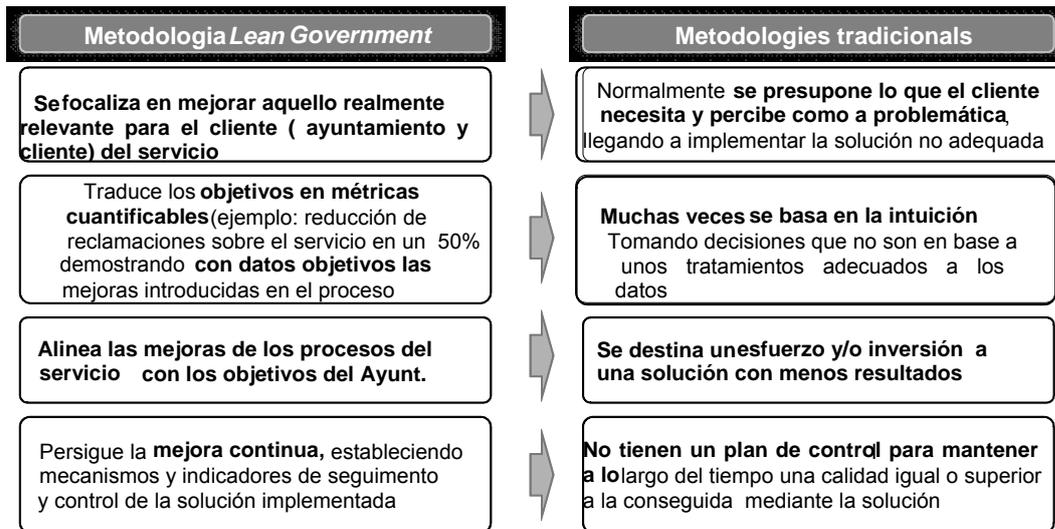
LEAN: aporta la orientación a resultados

SIX SIGMA: aporta herramientas metodológicas

<p>Metodología orientada a agilizar la capacidad de adaptarse a las necesidades tanto del ayuntamiento como del ciudadano, focalizando en aumentar el valor que se está ofreciendo, mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> . La identificación y eliminación de actividades que no aportan valor (desbaratamientos) al proceso y/o servicio. . La reducción del tiempo de respuesta a variaciones de la demanda. . El aumento de la flexibilidad del servicio 	<p>Metodología para la mejora continua orientada a resultados y a la excelencia organizativa. Requiere de un alto compromiso por parte de la alta dirección y la implicación de toda la organización.</p> <p>Se fundamenta en el siguiente ciclo de análisis:</p> <p>DIMAIC(define,measure,analyze,improve,control):</p> <ul style="list-style-type: none"> . Se consigue optimizar los procesos y servicios con la máxima responsabilidad posible mediante el tratamiento estadístico de datos.
<p>Se aplica para optimizar muy rápidamente procesos, eliminando desbaratamientos que no aportan valor, reduciendo drásticamente tiempo y costes</p>	<p>Se aplica en procesos complejos sin solución aparente y con disponibilidad de datos</p>

¹ **Lean. Origen:** Toyota (entre 1948 y 1975); **Objetivo:** Incrementar la velocidad i la agilidad de los procesos, identificando y eliminando el desaprovechamiento y el no-valor añadido

Los principales beneficios de la metodología híbrida Lean Government respecte a otras metodologías tradicionales son:



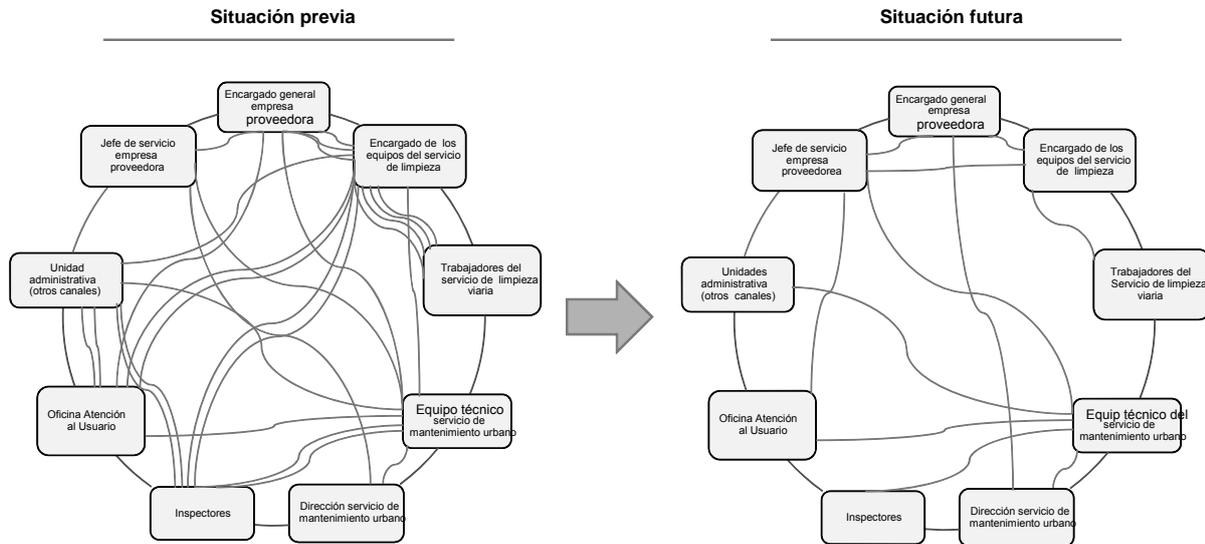
En definitiva, la metodología Lean Government se diferencia de las otras por tener un riguroso proceso de medición y tratamiento de datos, que permite tomar decisiones en base a resultados objetivos y, por consiguiente, mejora el rendimiento operativo del servicio.

Beneficios esperados

Aunque el proyecto de definición del plan de control y mejora continua se está desarrollando en este momento (se ha completado un 50% de su ejecución), podemos establecer una estimación de los beneficios esperados:

- Procesos y actores del servicio. La redefinición de los siguientes procesos, a través de la metodología Lean Government, permitirá reducir las actividades sin valor en un 40%:
 - Proceso de limpieza viaria
 - Proceso de recogida i transporte de residuos
 - Proceso de limpieza de contenedores
 - Proceso de mantenimiento de contenedores
 - Proceso administrativo de facturación

- Número de interacciones entre los actores de los procesos. Se reducirán aproximadamente en un 50%, como se puede ver en la siguiente imagen (diagrama espagueti – técnica Six Sigma, para contrastar el nombre de interacciones del servicio actual y el servicio futuro):



- Tiempo de ejecución:
 - Servicio. La redefinición de los procesos permitirá reducir los tiempos de todas aquellas actividades que no estaban planificadas, (por ejemplo, cuando un determinado equipo acababa un determinado servicio el camino de retorno a la base no estaba definido). La definición de un recorrido óptimo y específico no sólo permitirá reducir el tiempo entre servicios sino que a más reducirá los costos relacionados con el combustible.
 - Administración. La optimización del proceso administrativo de control y facturación relacionada con este servicio permitirá no solamente cumplir con la legislación sino que mejorará los tiempos establecidos en el pago de facturas en un 20%.
- Número de documentos: la redefinición de los procesos y la automatización del control de facturación permitirán reducir el número de documentos en formato papel en un 90%.
- Ahorro económico. El plan de control y mejora continua permitirá establecer un mecanismo objetivo y transparente para la facturación del servicio por parte de la empresa proveedora. De esta forma, a través de la metodología Lean Government, se ha obtenido un conjunto de indicadores y un conjunto de valores objeto para cada uno de ellos. Si estos valores no se consiguen, estos elementos del servicio no podrán ser facturados, es decir, se establece una facturación variable en función de los objetivos.

Aplicabilidad en otras administraciones

Tanto la metodología empleada en la definición del plan de control y mejora continua como los resultados obtenidos son aplicables a cualquier administración. Un ejemplo claro es que el Ayuntamiento de Sant Cugat que comenzará a aplicar la metodología a otras áreas/servicio del Ayuntamiento.

Per ver claramente la adaptabilidad del trabajo realizado podemos observar diferentes situaciones:

- Servicios de limpieza viaria, recogida y transporte de residuos de otros Ayuntamientos: tanto la metodología como los resultados concretos son exportables y aplicables de forma inmediata.
- Servicios finalistas de otra naturaleza: la metodología empleada puede ser exportada (por ejemplo el servicio de atención ciudadana)
- Procedimientos internos relacionados con la facturación: tanto la metodología como los resultados concretos son exportables y aplicables de forma inmediata.
- Otros procedimientos administrativos: la metodología empleada puede ser exportada (por ejemplo, contratación, recursos administrativos, procedimiento sancionador, procesos tributarios, etc.)

Contención del gasto público

La inclusión de la facturación variable en el pago del servicio de limpieza viaria, recogida y transporte de residuos, permitirá tanto la mejora del servicio (objetivo principal) como la contención del gasto (en el caso que el servicio no se preste con el grado de excelencia acordado con la empresa proveedora).

Autor: Alfonso Calvillo Gómez

Entidad: Plataforma Tecnológica Española de Biomasa (BIOPLAT)

13. Energías Renovables: Casos Prácticos con Biomasa y Geotermia.

○ 13.1. Resumen.

○

La generación de energía para la climatización y la producción de ACS (agua caliente sanitaria) edificios, viviendas unifamiliares, oficinas o similares se realiza habitualmente mediante sistemas convencionales que consumen combustibles fósiles y electricidad.

La integración de energías renovables en las ciudades tiene como objetivo reducir un 20 % su consumo energético, mejorar la eficiencia energética y acelerar el despliegue de energías renovables aptas para ser integradas en edificación - como la biomasa o la energía geotérmica - yendo aún más allá de los niveles previstos en las políticas de la UE sobre cambio climático y energía.

○ 13.2. Biomasa para generación térmica en las ciudades inteligentes

○

El suministro de calor para calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) son las aplicaciones domésticas más comunes con biomasa térmica. Para estas aplicaciones puede realizarse mediante:

- Calderas o estufas para viviendas unifamiliares.
- Calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas.
- Redes urbanas de climatización (*district heating&cooling*).

Existe una gran variedad de biocombustibles sólidos utilizados en la generación térmica. Estos proceden de las industrias agrícolas (huesos de aceitunas y cáscaras de frutos secos), de las industrias forestales (astillas, virutas, etc.) y de actividades silvícolas y de cultivos leñosos (podas, leñas, etc.). Estas biomásas se pueden transformar en pellets, briquetas y astillas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación.

Las calderas individuales, de hasta 40 kW de potencia, son utilizadas tradicionalmente en viviendas unifamiliares o edificios de pequeño tamaño para cubrir sus necesidades

de calefacción y ACS. Estas calderas de pequeño tamaño se alimentan principalmente de astillas o pellets, ya que la alimentación y las dimensiones de la máquina precisan de un ajuste más preciso.

Las calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas pueden dotar a las viviendas de calefacción y agua caliente sanitaria, y su funcionamiento es equiparable al de las calderas de gas natural o gasóleo. Se trata de instalaciones para potencias comprendidas entre 50-500 Kw, y suponen una buena solución, tanto económica como medioambiental, tanto para edificios de nueva construcción como para edificios ya construidos, permitiendo la conversión de las antiguas calefacciones de carbón o gasóleo a instalaciones de biomasa, existiendo muchos ejemplos en nuestro país.

Los modernos sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria abastecidos con biomasa son respetuosos con el medio ambiente al presentar una emisión reducida de contaminantes a la atmósfera y no contribuir al efecto invernadero por tener un balance neutro de CO₂. El menor precio comparativo con otros combustibles, el ahorro económico en el consumo de calefacción y ACS, y espacio suficiente para el almacenamiento forman también la base para este tipo de cambios.

Las redes urbanas de climatización, conocidas en inglés como *district heating & cooling*, se trata de una tecnología orientada a la producción y suministro de calefacción y refrigeración desde una planta central a diversos usuarios y edificios (no sólo a urbanizaciones y otras viviendas residenciales sino también a edificios públicos, centros deportivos, complejos comerciales y un amplio elenco de edificios e incluso industrias).

Las redes urbanas de climatización están muy extendidas en el Centro y Norte de Europa, existiendo en la actualidad 5.000 sistemas de *district heating & cooling* en la Unión Europea. La materia prima empleada en estas instalaciones varía, no siendo biomasa en todos los casos. A pesar de ello, al ya existir la infraestructura, estas instalaciones pueden pasar a emplear biomasa sustituyendo únicamente el foco de generación de la energía térmica. Los sistemas de climatización centralizada proporcionan la energía al usuario directamente, evitándole la necesidad de manipular y almacenar combustibles. La ventaja más interesante para los usuarios de los sistemas de climatización centralizada es su menor coste frente a los sistemas convencionales. Estos sistemas varían extraordinariamente, tanto por las fuentes energéticas utilizadas como por el tamaño, pudiendo abarcar desde un limitado

número de viviendas hasta zonas metropolitanas completas. Por lo general, se trata de instalaciones para potencias superiores a 500 kW, siendo los valores habituales entre 600 y 2.500 kW térmicos.

El uso térmico de la biomasa se ha visto favorecido durante estos años debido al desarrollo de normativa en el sector edificios. La inclusión de las instalaciones de biomasa en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y la aparición de la biomasa como la tecnología que posibilita alcanzar la calificación energética A en edificios, supone un empuje muy importante para el sector.

Un buen ejemplo de integración de fuentes de energía renovable en las ciudades, lo constituyen las primeras plantas en España de cogeneración asociada a producción de pellets:

En todas ellas, la materia prima que alimenta a la cogeneración y a la planta de pellets es biomasa forestal. El aprovechamiento de esta biomasa forestal tiene como consecuencia el aumento del empleo en zonas rurales, lo que contribuye a evitar su despoblación, así como a reducir la cantidad de hectáreas de bosque que se destruyen anualmente debido a los incendios incontrolados.

La tecnología de cogeneración seleccionada para estas plantas es de Ciclo Orgánico Rankine (ORC) que presenta la ventaja de tener un alto rendimiento térmico, lo que hace que sea ideal para aquellos procesos de alta demanda térmica como es el caso de la fabricación de pellets.

La tecnología de secado térmico seleccionada para el proceso productivo de pellets es el Secado de Banda de Baja Temperatura que tiene capacidad de utilizar energía residual a baja temperatura de otros procesos. En estas plantas utiliza el agua caliente del ORC.

Datos de diseño:

Tipo de cogeneración	Producción eléctrica neta	Producción de pellets
ORC	587 Kwe	20.000 Tn/año
ORC	950 Kwe	30.000 Tn/año
ORC	689 Kwe	32.000 Tn/año

ORC	1.255 Kwe	42.000 Tn/año
-----	-----------	---------------

Estas plantas se ubican en las Comunidades de: Asturias, Galicia, Castilla La Mancha y Castilla - León.

○ **13.3. Geotérmica para climatización y ACS en las ciudades inteligentes**

○ El uso directo del calor es una de las aplicaciones más antiguas y comunes de la energía geotérmica para balnearios, calefacción residencial, agricultura, acuicultura y usos industriales. Para climatización y refrigeración se utiliza la energía geotérmica de muy baja temperatura, mediante el uso de bomba de calor.

La energía geotérmica de baja - muy baja entalpía (temperatura < 30°C) cuenta con fortalezas significativas puesto que la instalación de un sistema geotérmico de baja entalpía (normalmente asociado a una bomba de calor) implica una sustancial reducción de los costes de operación y mantenimiento frente a los sistemas convencionales de climatización. Es posible proporcionar calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS) con el mismo sistema y de manera ininterrumpida: 24 horas al día y 365 días al año.

La climatización de espacios mediante energía geotérmica de baja temperatura tiene un gran potencial, siendo el tipo de aplicación geotérmica más extendido en España, con el previsible desarrollo paralelo de una potente industria de captación energética. Se trata de una energía renovable disponible, a priori, en cualquier emplazamiento en el que esté previsto construir un edificio.

Cuando la temperatura del recurso es inferior a 30°C el aprovechamiento en calefacción recurre, en la mayoría de los casos, al uso de la bomba de calor. La bomba de calor tiene su aplicación fundamental en instalaciones domésticas y comerciales, para ACS, de pequeña y mediana potencia.

Se han desarrollado diversas tecnologías para aprovechar el calor del subsuelo en función de la accesibilidad del recurso geotérmico. Todas ellas se pueden clasificar en dos tipologías principales: Los circuitos abiertos donde se capta agua de un acuífero para su aprovechamiento, y los circuitos cerrados en los que se instala un intercambiador en el terreno para el aprovechamiento energético.

13.3.1. Circuitos abiertos. Mediante captación y posterior restitución de agua subterránea o, menos comúnmente, superficial. Se trata de un sistema bastante difundido en nuestro entorno, especialmente en zonas con acuíferos aluviales con buenas productividades y piezómetros someras. Se trata de instalaciones sencillas, con bajos costes de inversión y elevados rendimientos aunque presentan el inconveniente de estar sujetas para su explotación a una tramitación administrativa más compleja y dilatada.

13.3.2. Circuitos cerrados. Se utilizan intercambiadores situados en el subsuelo y por ellos circula en circuito cerrado el fluido que se lleva a la bomba de calor. Según estén situados estos intercambiadores en el subsuelo, se pueden distinguir dos tipos de captaciones:

13.3.2.1. Captación horizontal.

Los intercambiadores horizontales, básicamente, consisten en un bucle de tubería bajo el terreno que aprovecha el calor que, proveniente del subsuelo, se disipa en la parte exterior de la corteza terrestre. Se suelen situar a poca profundidad (entre 1 y 2 metros de profundidad) y, por lo tanto, tienen una pequeña variación de las condiciones de temperatura en las distintas épocas del año,

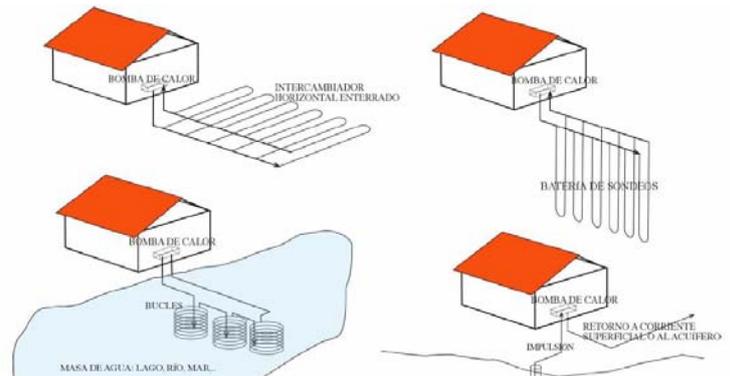


Figura: Tipos de intercambiadores geotérmicos más comunes

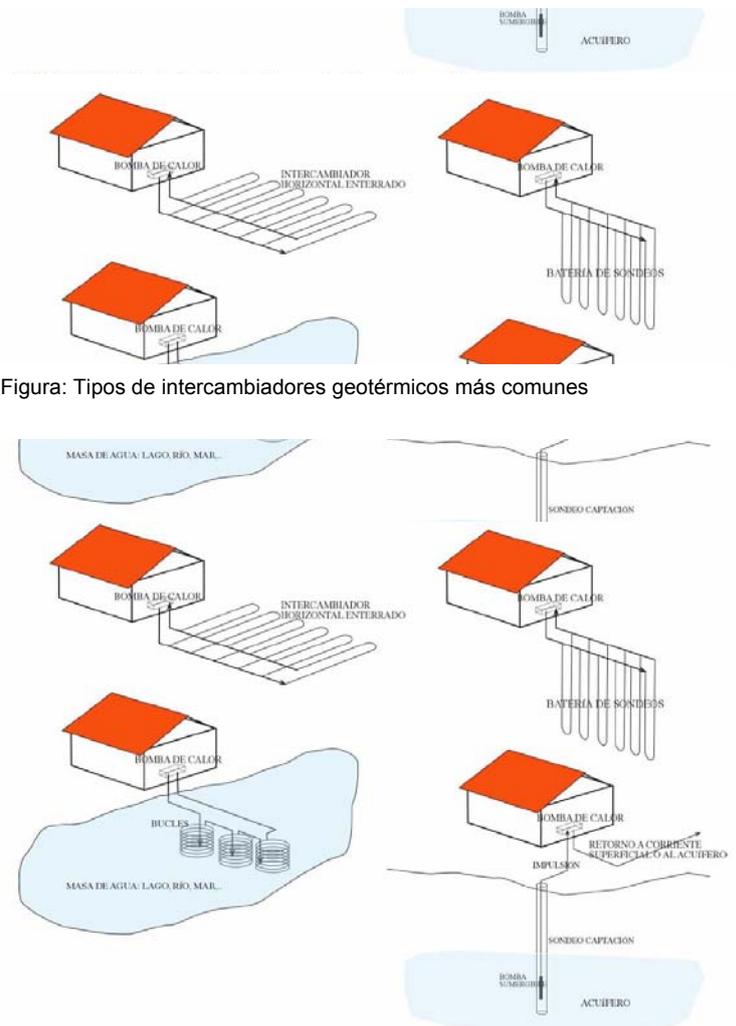
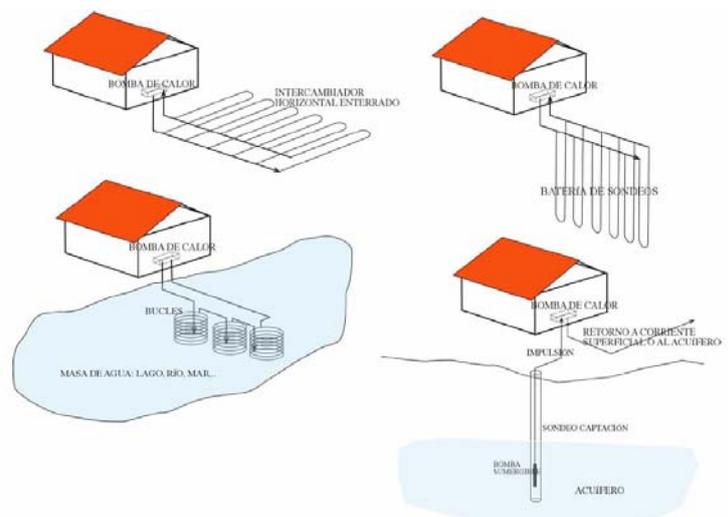


Figura: Tipos de intercambiadores geotérmicos más comunes

si bien esto tiene poca influencia cuando se usa la bomba de calor en modo reversible.

13.3.2.2. Captación vertical. Los aprovechamientos con intercambiadores verticales consisten en perforaciones realizadas en el subsuelo en las que se introducen, en el caso más sencillo, un doble tubo por el que circula el fluido. Las profundidades de los sondeos se sitúan entre 10 y 250 metros, siendo las más frecuentes entre 50 y 100 metros.

Figura: Tipos de intercambiadores geotérmicos más comunes



El aprovechamiento de los recursos geotérmicos permite diseñar un sistema de climatización centralizado, más comúnmente conocido como *“district heating&cooling”* (redes urbanas de climatización). El sistema satisface la demanda de calor, frío y ACS de un conjunto de usuarios, distribuidos dentro de una zona extensa, del tamaño de un barrio, distrito o incluso una ciudad entera, las 24 horas del día durante los 365 días del año.

La instalación de redes urbanas de climatización permiten una mejora estética del edificio, inmuebles más eficientes y con mejor calificación energética, disponibilidad de azoteas y salas técnicas por ausencia de maquinaria, mayor espacio comercializable por mayor compacidad de subestaciones, instalaciones de mantenimiento sensiblemente más económico, diferenciación de su oferta frente otros edificios, etc.

Además, el usuario se beneficia de un amplio abanico de ventajas del sistema: ahorro en costes energéticos (por menor contratación de electricidad y mayor coeficiente de rendimiento (COP) real vs instalación individual), ahorro en costes de explotación (mantenimiento técnico más sencillo), no se obliga a reinversiones futuras para reposición de equipos de producción, mayor confort por ausencia de ruidos, mayor

seguridad de suministro (sistema robusto y redundante), mayor espacio útil disponible, eliminación de riesgos, mejor previsión de sus costes energéticos, disponibilidad de potencia, etc.

Otro buen ejemplo de integración de fuentes de energía renovable en las ciudades, lo constituyen las siguientes instalaciones de energía geotérmica en edificios públicos y viviendas de distintas ciudades españolas:

A. Edificio Polivalente de la Universidad de Alcalá (UAH) – C. MADRID

B.

- Mayor proyecto geotérmico realizado en una Universidad en Europa.
- Demandas energéticas: Calefacción, refrigeración y ACS.
- Periodo de amortización: inferior a 2 años.
- Potencia: 500 kW
- Superficie: 5000 m²
- Captación: 60 perforaciones de 100 m



Fig. Edificio Polivalente de la Universidad de Alcalá de Henares – UAH. (Fuente: GEOTER)

La instalación, ubicada en el nuevo Edificio Polivalente del Campus Científico Técnico es la mayor de estas características que existe en una universidad europea. En la construcción del edificio se ha previsto la incorporación de un sistema geotérmico de baja entalpia para la climatización del edificio, consistente en un total de 60 sondeos de intercambio energético de 100m de profundidad cada uno, para el aporte de calefacción, refrigeración y A.C.S., para producción simultánea de calefacción y

refrigeración con una potencia aproximada total de 500 kW con un total de 6.000 m de perforación de intercambio geotérmico.

Respecto a un sistema convencional, el ahorro de energía en la climatización de los 4.690 metros cuadrados del edificio Polivalente es de alrededor del 30%, lo que supone una reducción del 25% de las emisiones de CO₂.

C. Hotel Balcón del Eresma - SEGOVIA

- Mayor proyecto hotelero en Europa
- Potencia: 200 kW
- Periodo de amortización: inferior a 3 años
- Captación: 20 perforaciones de 120 m
- Sistema de distribución a través de suelo radiante

Este complejo constituye el primer gran proyecto geotérmico de Castilla-León, de España y uno de los mayores de Europa. En total se han realizado más de 20 perforaciones de unos 120 metros de profundidad que servirán para aprovechar el calor del subsuelo en invierno y refrigerar el edificio en verano. Todo ello permitirá reducir en más de un tercio el consumo energético de una actividad hotelera convencional una vez que se ponga en marcha. Una vez ejecutado, el sistema de geotermia será el responsable de conseguir el 100% de la demanda de refrigeración, el 80% de la demanda de calefacción y la necesaria para satisfacer las necesidades de ACS, SPA y piscinas del complejo hotelero.

D. Edificio Alexandra: Viviendas Municipales – SABADELL

- Potencia instalación: 660 kW
- Año de construcción: 2008-2009
- Superficie: 14.000 m²
- Configuración bombas de calor: 5 de 60 kW + 6 de 60 kW
- Configuración distribución: suelo radiante + Fancoils
- Intercambio geotérmico: Perforaciones – 6.370 m



Fig. Edificio Alexandra, Viviendas Municipales de Sabadell (Fuente: GEOTICS)

El edificio Alexandra cuenta con viviendas dotacionales públicas, una biblioteca pública y un centro de servicios. El edificio cuenta con una potencia instalada de 660 Kw, con 11 bombas de calor geotérmicas, y una distribución llevada a cabo con fancoils y suelo radiante.

La Asociación Española de Promotores Públicos de Vivienda y Suelo (AVS) ha concedido un reconocimiento al edificio, en el marco de los Premios a las mejores prácticas de Vivienda Protegida correspondientes a 2010. Este inmueble, climatizado mediante energía geotérmica, ha obtenido un accésit dentro de la categoría de mejor edificación en obra nueva.

E. Viviendas de protección oficial (VPO) – MATARÓ

- Potencia instalación: 40 kW
- Año de construcción: 2009
- Superficie: 400 m²
- Configuración bombas de calor: 1 de 40 kW
- Configuración distribución: techo radiante + ancolis
- Intercambio geotérmico: Perforaciones verticales – 600 m



Fig. Viviendas VPO (Fuente: GEOTICS)

El proyecto "7 viviendas VPO en Mataró", climatizados con energía geotérmica, cuenta en el edificio con un sistema de tratamiento de las aguas grises, protecciones frente a radiaciones eléctricas indeseadas, un sistema de iluminación natural y fachadas ventiladas, con el uso de materiales reciclados.

La energía geotérmica es un elemento importante que hace más sostenible el edificio, ya que es una energía renovable que permite climatizar aprovechando el calor del subsuelo.

El proyecto Mataró se presenta como un modelo de arquitectura sostenible de calidad en el que, mediante un diseño correcto, ha obtenido una calificación energética de Clase A según el Código Técnico de la Edificación, dentro de unos criterios económicos contenidos. El proyecto ha sido premiado en los Premios Eficiencia Energética ISOVER 2011.

Autor: Carlos Cantudo Tamorejo
Entidad: AENA

14. Aeropuerto Verde.

○ 14.2. Resumen.

Un aeropuerto verde es aquel que hace un uso responsable de los recursos naturales que necesita para su funcionamiento, reduce el consumo de energía y promueve la utilización de energías renovables para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, y el que gestiona adecuadamente sus residuos. En suma, un aeropuerto cuyo impacto en su entorno es mínimo y cuyo objetivo es llegar a ser una instalación neutra en emisiones de carbono (emisiones cero).

El proyecto aeropuerto verde se concibe como una plataforma para la evaluación, en un entorno operativo real (aeropuerto de Lanzarote), de las tecnologías disponibles para optimizar el consumo de los recursos naturales, especialmente de la energía, reducir la emisión de gases de efecto invernadero y fomentar la utilización de energías renovables en los aeropuertos de Aena Aeropuertos.

○ 14.3. Vehículos eléctricos en aeropuertos.

○



La Dirección de Medio Ambiente de Aena Aeropuertos está llevando a cabo diversas pruebas de viabilidad del uso de vehículos 100% eléctricos (BEV, "Battery Electric Vehicle") comerciales en entornos aeroportuarios. Se han realizado hasta la fecha tres tomas de contacto con diversos modelos disponibles en el mercado, en los aeropuertos de Madrid-Barajas y Barcelona-El Prat. Dado que los resultados obtenidos han sido satisfactorios, se está llevando a cabo un estudio de viabilidad de mayor alcance, sobre vehículos eléctricos en "renting" en los citados aeropuertos junto con los de Palma de Mallorca y Lanzarote. En total, se estarán examinando en uso normal durante tres años, treinta y tres vehículos cien por cien eléctricos, de los cuales se han asignado diez a Madrid-Barajas, diez a Barcelona-El Prat, ocho a Palma de Mallorca y cinco a Lanzarote.

De forma paralela, se está finalizando la instalación de la infraestructura de recarga necesaria en dichos aeropuertos. Es de esperar que el uso aeroportuario del vehículo eléctrico se extienda en un futuro próximo a otros aeropuertos, si la utilización de este tipo de vehículos demuestra su viabilidad operativa.

El Aeropuerto de Madrid-Barajas la primera flota de vehículos eléctricos puesta en servicio por Aena Aeropuertos. Se trata de 33 vehículos (coches y furgonetas) que se destinarán a los aeropuertos de Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat, Palma de Mallorca

y Lanzarote y que suponen la mayor flota de coches eléctricos utilizada por un gestor aeroportuario en Europa. Su utilización favorecerá la disminución de gases contaminantes, puesto que anualmente se reducirá en 13.200 kilos las emisiones de CO₂, y supondrá un ahorro económico de 13.000 euros/año. Aena Aeropuertos ha destinado más de un millón de euros a la adquisición de estos 33 vehículos en la modalidad de renting a 3 años. Los vehículos han sido suministrados por la empresa Northgate a través de concurso público, por un importe de 1.086.000 euros, y se distribuirán de la siguiente manera: 10 coches para Madrid-Barajas, otros 10 para Barcelona, 8 para Palma de Mallorca y 5 para Lanzarote. La medida está incluida en el Plan de Ahorro, Eficiencia Energética y Reducción de Emisiones, en el Transporte y la Vivienda presentada el 6 de abril de 2011 en el Congreso por el ministro de Fomento y está alineada con las propuestas del Libro Blanco de Transportes de la Comisión Europea para potenciar la utilización del coche eléctrico.

Los vehículos se utilizarán para dar servicio a los aeropuertos en las actividades realizadas en el “lado aire” por los departamentos de operaciones, medio ambiente e ingeniería, entre otros. Con esta primera flota, Aena Aeropuertos analizará la viabilidad de sustituir por coches eléctricos la totalidad de los vehículos convencionales que utiliza en la actividad aeroportuaria, más de 4.000, y extender su utilización también a las actividades realizadas por otras empresas que operan en los aeropuertos como compañías aéreas o de handling. Por esa razón, la Dirección de Medio Ambiente de Aena conjuntamente con la Dirección de cada aeropuerto supervisará la correcta implantación y funcionamiento de los coches suministrados. Si los resultados del proyecto son satisfactorios la casi totalidad de los vehículos que operan en los aeropuertos serán eléctricos en un plazo de entre 5 y 10 años.

○ **14.4. Vehículos eléctricos en aeropuertos.**

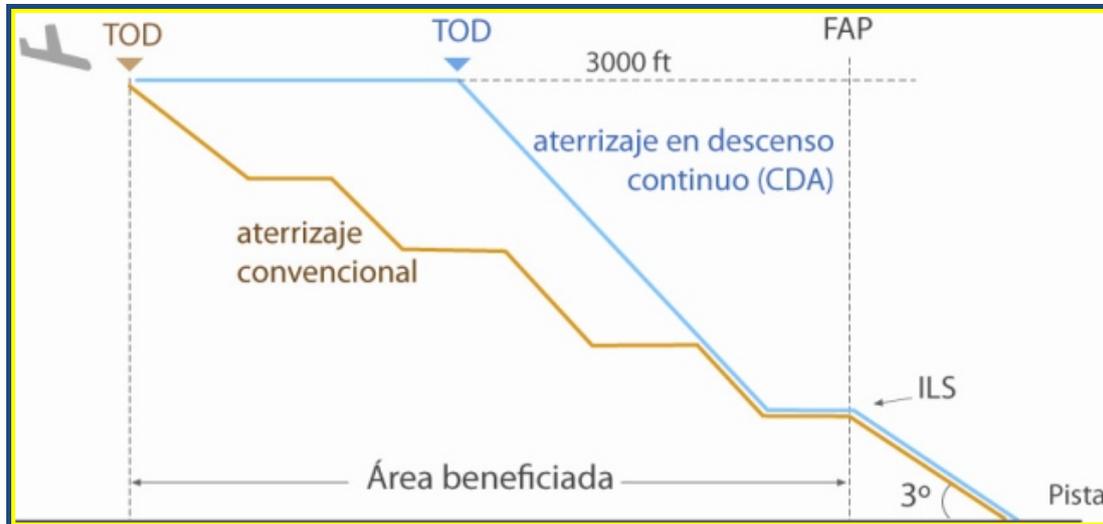
○

Aena Aeropuertos está impulsando la implementación de aproximaciones en descenso continuo (CDA) en aeropuertos de media densidad de tráfico. Las aproximaciones en descenso continuo, conocidas también como aproximaciones “verdes” son un conjunto de procedimientos operacionales de aproximación y aterrizaje, diseñados con el fin de reducir a un mínimo la exposición global al ruido y las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

En esencia, este tipo de procedimientos de aproximación llevan aparejado un aumento del tiempo durante el cual el piloto de la aeronave lleva el avión al “ralentí” o a potencia baja, en la fase de descenso, siendo el piloto el que, perfecto conocedor de las características de la aeronave al mando, maneje dicho aparato con el objetivo de reducir el gasto de combustible en esa fase del vuelo. Este menor gasto de fuel lleva consigo una reducción de las emisiones de gases contaminantes y, por el hecho de emplear una potencia moderada, un menor impacto acústico en la población.

El sistema de aproximación en descenso continuo (CDA) es una herramienta actualmente disponible pero solo es viable su aplicación en aeropuertos durante períodos de tiempo con baja densidad de tráfico (p.ej. en horario nocturno). La problemática de aplicar procedimientos CDA en aeropuertos de media/alta densidad de tráfico es que cada aeronave en descenso continuo baja a una velocidad óptima diferente y por tanto no es posible utilizar las técnicas de control actuales ya que éstas garantizan la separación mínima de distancia entre aeronaves mediante vectores

radar, restricciones en la velocidad y maniobras de espera que interferirían con la maniobra CDA haciéndola inviable.



La aplicación de CDA en escenarios de media y alta densidad de tráfico debe apoyarse en nuevas técnicas de separación entre aeronaves basadas en tiempo, y no en distancia, que permitan al controlador aéreo secuenciar en el tiempo a las aeronaves. Aena Aeropuertos, a través de la Dirección de Medio Ambiente y en colaboración con la Dirección de Navegación Aérea y la Dirección de Aeropuertos Españoles, está llevando a cabo un proyecto dirigido por el Centro de Referencia I+D+i en ATM (CRIDA) y con la participación de Air Europa, Boeing (BR&TE) e INECO, para definir un escenario operacional que, produciendo el mínimo impacto sobre aeronaves y ATC, permita la implementación de procedimientos de Aproximación en Descenso Continuo (CDA) satisfaciendo las demandas de capacidad y seguridad y pueda ser implementado de forma inmediata en 2012. El proyecto tiene como escenario operacional el aeropuerto de Palma de Mallorca pero los resultados que se obtengan del proyecto serán fácilmente extrapolables a la mayoría de los aeropuertos de la red de Aena Aeropuertos.

Autor: Juan Armindo Hernández Montero
Entidad: Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS)

15 Smart city. Ejemplo de renovación y actualización energética de un barrio de Madrid.



La innovación urbana emprendida en las Smart City, pasa por la intervención en la ciudad con nuevos esquemas de renovación y actualización energética, haciendo énfasis en transformar lo ya construido. Un buen ejemplo en este sentido es la renovación y actualización energética de las colonias municipales de San Francisco Javier y de Nuestra Señora de los Ángeles del distrito de Vallecas para convertirlo en un ecobarrio.

Ambas colonias fueron construidas en las décadas de 1950 y 1960, cuyos edificios estaban en un estado muy deficiente a nivel estructural, con instalaciones obsoletas, carentes de aislamiento y de ascensores, sin espacio verdes y en la actualidad, constituyen uno de los Ecobarrios que el Ayuntamiento de Madrid está construyendo, cuya finalización está prevista para el año 2016.



Las obras de renovación comprenden la urbanización de las Colonias, previa demolición de los edificios existentes, con *la construcción de 17 inmuebles que contendrán 1614 viviendas y los edificios ya finalizados de la central de recogida neumática de residuos sólidos y la de cogeneración de energías (District Heating).*

La urbanización de las colonias se ha realizado con criterios de sostenibilidad en donde se han incorporado zonas terrazas, plantación de elementos vegetales autóctonos de escasa dependencia hídrica con riego por goteo, se han creado zonas arbóreas de protección solar en estancias peatonales, carril bici, zona de juegos para niños y mayores, pavimentos diferenciados en su coloración según los usos, etc.



Bajo los viales peatonales y de tráfico rodado se han realizado las instalaciones urbanas de alumbrado público y privado, agua fría, saneamiento, alcantarillado, entre las que destacan las conducciones de agua caliente procedente de la central de cogeneración de energías para el suministro de calefacción y ACS de las viviendas.



Soterrado en un espacio de relación vecinal de nueva creación, junto a la calle Martínez de La Riba, se han construido las centrales de cogeneración de energías y la de recogida neumática de residuos urbanos de las colonias.

El edificio de la central de cogeneración de energías se halla totalmente finalizado, está previsto que suministre calefacción y ACS con la más alta eficiencia energética a las 1614 viviendas de las colonias.

Consta de dos plantas, en la superior se encuentra la sala de calderas de condensación con la sala de control de la central, en la actualidad están instaladas dos



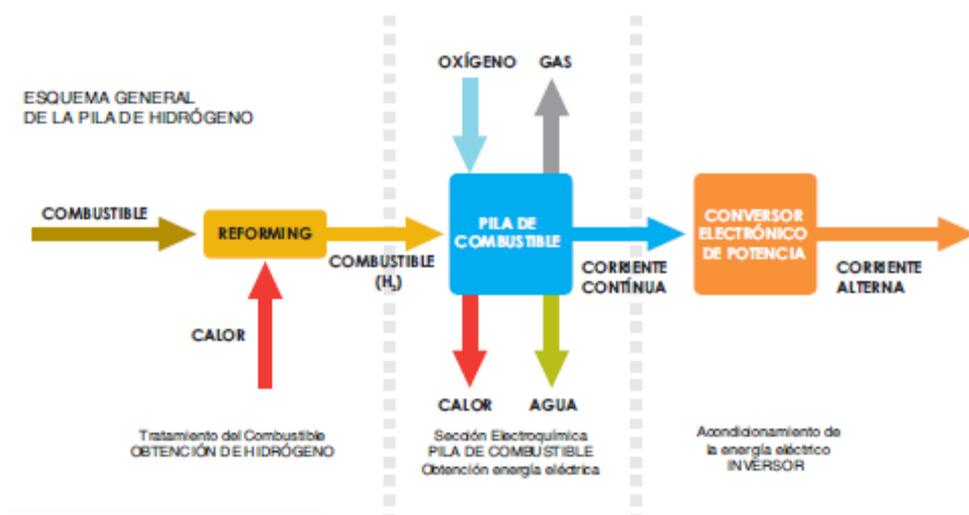
calderas de condensación.

En la inferior se halla la sala de pilas de combustible con dos pilas de combustible instaladas actualmente, que se irán ampliando según el programa de construcción de

las viviendas, en el que se mantendrá la cogeneración como criterio fundamental del ecobarrio.



Este sistema de cogeneración mediante la tecnología de “PILA DE COMBUSTIBLE (Hidrogeno)” produce el 70% de agua caliente para ACS cuyo 30% restante es suministrado por las calderas de condensación. Como elemento residual genera energía eléctrica que se utilizará para el autoconsumo de las dos centrales y la restante se disipará en la red general del barrio. Se conseguirá unos ahorros de energía cercanos al 50% y una reducción equivalente de emisiones contaminantes.



Los
edif

icios que contendrán viviendas en alquiler y en venta, se han proyectado con criterios de sostenibilidad. En cada uno se incorporará una subestación térmica en donde se acumulará el agua caliente procedente de la central de cogeneración y se distribuirá hasta la entrada a las viviendas en donde se ubicará un módulo climático que proporcionará el ACS y la calefacción a cada vivienda y contendrá los contadores de consumo de energía visibles para los usuarios.

Junto a la central de cogeneración de energías se halla la de Recogida Neumática de Residuos Urbanos. Esta central consta de dos plantas, en la primera se hallan las turbinas de extracción y en la inferior el cuarto de filtrado y los contenedores de residuos. En cada edificio se ubicarán dos buzones en las zonas comunes, uno para residuos sólidos y otro para envases, que almacenarán las bolsas de residuos para ser absorbidas desde la central a través de las conducciones existentes bajo la vía pública. Una vez en la central se extraerán los líquidos y se compactarán para almacenarse en los contenedores que serán trasladados a la central de Valdemingomez.

Este sistema de recogida neumática va a permitir una gran mejoría medioambiental en el ecobarrio, en la reducción del transporte y de la contaminación, en el tratamiento y el reciclaje de los residuos generados por los edificios y a su vez se elimina la acumulación de residuos urbanos en la vía pública.



Sobre la cubierta de las centrales de cogeneración



ón y de recogida de residuos se ha creado un nuevo espacio público de relación vecinal con las cinco chimeneas de evacuación de gases de las centrales. Este espacio se ha convertido en el lugar de encuentro de los vecinos y un hito en el barrio por su singularidad y novedoso diseño.



La estructura de acero de las chimeneas está rodeada por un forro textil, a modo de sombrillas, que actúan como chimeneas solares, es decir regulan térmicamente el espacio al producirse un movimiento ascendente por el calentamiento del aire en la parte superior de las chimeneas. Disponen de una iluminación de LEDS con bancos y una zona para juego de niños y jóvenes.

En la actualidad está finalizado un edificio de 99 viviendas en régimen de venta y otro se halla en proceso de construcción. Los restantes edificios están en proceso de redacción de proyecto y obtención de las correspondientes licencias.



El programa de edificación se ha establecido para que estén finalizado todo el barrio en los últimos meses del año 2016. Las instalaciones de la central de cogeneración de energías serán ampliadas en una segunda fase en el 2014 y completada también en el 2016, para dar suministro de calefacción y de ACS a todos los usuarios según van ocupando sus viviendas.