

# INFORME SOBRE INSTALACIONES

César Martín. Arquitecto.

Proyectar Navarra nº 90, septiembre 2004. Pp. 139 – 178 (extracto)

## 1. INTRODUCCIÓN

La redacción de un artículo en el que se explicaran todas las instalaciones que hoy en día forman parte indisoluble de los edificios es compleja, pues puede quedarse en algo superficial en la medida en que no se profundice en cada una de ellas; baste recordar el hecho de que en ciertos tipos arquitectónicos, como hospitales o edificios de oficinas con cierto grado de tecnificación, el coste de las instalaciones puede suponer más del cincuenta por ciento del total.

No existe una definición clara que permita explicar con precisión el concepto de instalaciones en edificación. Las instalaciones abarcan desde los indispensables suministros de agua y electricidad a todo el conjunto de mecanismos, sensores, receptores y elementos tecnológicos que permiten al hombre disfrutar de un confort que sería imposible de tener sólo con los elementos físicos (estructura, cerramientos) de la arquitectura tradicionalmente entendida.

Pero el confort no se consigue sólo con la implantación masiva de instalaciones en un espacio, tiene componentes objetivos (cada cuerpo, cada clima es distinto) y subjetivos en los que intervienen muchos factores:

- La psicología de cada persona.
- El color del local, potenciado o no con la iluminación y materiales que se coloquen.
- El ruido que perciba, o sufra, una persona.
- El olor, la aromaterapia. Un caso conocido fue el de Roxy, el animador del Radio City Music Hall, quien durante un breve periodo inyectó ozono en el sistema de aire acondicionado del teatro, “porque con su olor acre y refrescante conseguía un efecto tonificante”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> KOOLHAS, Rem. “Delirio de Nueva York”. Pp. 210-211.

- La ergonomía. Un puesto de trabajo que cumpla las condiciones de una iluminación y ventilación correctas, pero en el que no sea posible usar con comodidad los aparatos tecnológicos que han invadido la vida contemporánea, provocará que esas instalaciones no sean del agrado del usuario aunque estén perfectamente calculadas y ejecutadas.
- No es igual para las mujeres que para los hombres; puede decirse que tienen regulado su hipotálamo con diferentes puntos de consigna.

Todo lo que no proporcione bienestar se acerca a la incomodidad, y puede convertirse en una situación desagradable estar día tras día trabajando o viviendo en un espacio incómodo. Las instalaciones se constituyen pues, en los elementos que permiten realizar los ajustes oportunos para que una persona pueda estar cómoda dentro del espacio tratado. Un ejemplo al respecto: se puede diseñar una instalación de climatización para que un edificio tenga una temperatura media de 21°C que puede satisfacer al ochenta por ciento de las personas que estén en él, pero una instalación de calidad será aquella que permita, además, que cada persona pueda ajustar la temperatura a su estado de confort.

Pero las instalaciones actuales no sólo proporcionan confort y bienestar, es que sin ellas la vida moderna, tal y como la entendemos, sería inconcebible. Hace quince años una toma de teléfono parecía suficiente para una vivienda convencional, pero desde hace unos años se necesita una en cada habitación para que cada miembro de la familia pueda conectarse desde su ordenador a la información y servicios que proporciona internet. Claro que ahora, con una única toma de teléfono, puede resolverse la conexión a internet para toda la vivienda con las ya desarrolladas redes inalámbricas.

Llegados a este estadio, quién se atreve a decir que dentro de unos años no se necesitará ningún tipo de toma porque se disfrutará de accesos inalámbricos gratuitos a internet como ya ocurre en numerosas ciudades y campus universitarios de Estados Unidos y del norte de Europa. Obsérvese que este comentario afecta sólo a un campo muy reducido de todas las instalaciones, y el cambio se revela constante y de gran importancia para los usuarios de los edificios, pero los edificios que se construyen ¿están preparados también para facilitar este cambio constante?

Hay que pensar que hay edificios que sin instalaciones no cumplirían la 'utilitas' vitrubiana. Un hospital o un edificio dedicado a la investigación tecnológica, sin instalaciones, no deja de ser una cabaña del siglo XXI con una estructura optimizada para sostenerlo y una construcción que lo protege de las inclemencias del tiempo, pero que no estará cumpliendo las funciones para las que fue construido.

No es necesario recurrir a ejemplos complejos para entender lo fundamental de las instalaciones. En una vivienda contemporánea gran parte de la documentación y la mayoría de las gestiones para conseguir las licencias de actividad están asociadas a las instalaciones, y es que hasta la más sencilla vivienda necesita de un número mínimo de fluidos para 'funcionar': agua, electricidad, gas, datos,...

Ahondando aún más en esta relación entre arquitectura e instalaciones, todos aquéllos que forman parte del proceso constructivo tienen que tener en cuenta que "para comprender una vivienda eléctrica hoy en día es necesario reconocer su relación programática y estructural con las centrales de energía, las emisoras de radio y televisión y las instalaciones de telecomunicaciones. Sin estos otros edificios, sus herramientas y sus sistemas de infraestructura, tales como cables eléctricos, postes y torres de transmisión, la vivienda no tendría luz, ni calefacción, ni energía y, a falta de ellos, tampoco conexión con el ciberespacio. Sus moradores no vivirían en el siglo XXI, sino en la época preindustrial del siglo XVIII ilustrado; que es el modo en que la arquitectura sigue existiendo para los que, hoy día, continúan negando o menospreciando este hecho fundamental [...]. Desde esta nueva posición, los edificios eléctricos pueden rediseñarse de modo estratégico, con unas posibilidades que sólo estarán limitadas por la propia imaginación de los arquitectos"<sup>2</sup>.

Las antenas de televisión, parabólicas, antenas de telefonía móvil, chimeneas colectivas, chimeneas individuales, fancoils en fachadas, torres de refrigeración, climatizadores, ventilaciones de garajes, centros de transformación,... configuran y forman parte ya del paisaje urbano y de la imagen de la ciudad. ¿Hasta cuándo permanecerán al margen del diseño global sin integrarlos en un edificio que sin ellas no sería nada?

Todas las instalaciones requieren un conocimiento muy detallado de las mismas, de la normativa a aplicar, y cada día surgen novedades con mejoras notables de las prestaciones gracias al crecimiento exponencial de la tecnología en el que estamos sumergidos, y que obligan a una reconsideración constante de las soluciones adoptadas.

---

<sup>2</sup> "Contemplando el ciberespacio: la infraestructura eléctrica es arquitectura", *2G Arquitectura y energía, 2001*, 18. CARROLL, Brian Thomas, pp. 140-141.

Así, el correo tradicional se sustituyó por el fax -una gran novedad en su momento-, luego se desarrollaron las redes de transmisión de datos que permitían conectarse a internet allá donde existiera una toma de teléfono, y actualmente los ordenadores ofrecen hasta ocho horas de funcionamiento con baterías, y es posible la conexión a internet sin cables. Se comercializan bombas con rodets electromagnéticos que aumentan considerablemente sus prestaciones, que permitirán nuevos logros para la ingeniería contemporánea que a su vez repercutirán inexorablemente en la edificación. La climatización termoeléctrica ya se ha aplicado a vehículos que han participado en la todavía inacabada guerra en Irak, ¿cuánto tardará en llegar al campo de la edificación? La novedad es la constante en las instalaciones de este comienzo del siglo XXI.

Dada la amplia temática a tratar, a lo largo de estas líneas no se pretende desarrollar detalladamente cada una de estas instalaciones. Los monográficos publicados con anterioridad que iniciaron esta serie: artículos sobre cubiertas, fachadas y acabados interiores<sup>3</sup>, son artículos con contenidos específicos de conocimientos teóricos, de legislación, sobre diseño y puesta en obra. Pretender hacer lo mismo con todas las instalaciones que son necesarias en las distintas tipologías edificatorias requeriría escribir un grueso libro que no corresponde en modo alguno con lo que se planteaba desde la editorial. Se recorrerán las distintas instalaciones comentando y detallando aquellos puntos más singulares para el lector, ya sea por su importancia, su especificidad en un determinado aspecto o por mera curiosidad, siempre desde un punto de vista más cercano a la vertiente arquitectónica del proyecto, que a la pura descripción tecnológica de los elementos que las componen; comentando algunas de las estrategias de diseño para cada una de estas instalaciones, de modo individual o asociadas entre sí.

Pensamos que éste es el enfoque adecuado para un primer número que permita una visión del conjunto de la instalaciones dado el amplio abanico de temas a tratar: dentro del área de la electricidad se situaría la iluminación interior y exterior de los edificios, que por sí misma podría ser objeto de un monográfico detallado; el estudio y confort acústico, sin ser necesariamente una instalación, sí que exigiría un estudio propio por las afecciones que tienen las instalaciones en una acústica de calidad; o piénsese por un momento en la amplia legislación europea, estatal, autonómica e incluso municipal existente sobre cada uno de estos campos.

---

<sup>3</sup> SÁNCHEZ-OSTIZ, Ana. Cubiertas, *Proyectar Navarra* 84, pp. 121-177.

SÁNCHEZ-OSTIZ, Ana. Fachadas, *Proyectar Navarra* 86, pp. 143-192.

PELLICER, Domingo. Acabados interiores, *Proyectar Navarra* 89, pp. 125-174.

Como punto de partida, a continuación se enumera parte de la legislación vigente sólo en lo referido al sector energético<sup>4</sup>. La elección de este campo no es casual, y se tratará detalladamente a lo largo del artículo.

Legislación Comunitaria [...]

Legislación Estatal [...]

Legislación municipal

- Pamplona. Ordenanza sobre captación y aprovechamiento de la energía solar térmica en edificios.
- Como ejemplo de la multitud de normativas a tener en cuenta al desarrollar la faceta más cercana a las instalaciones de un proyecto, se puede hacer una referencia al PSIS de la Ecociudad de Sarriguren donde se señalan unos valores de cumplimiento de Kg de los edificios más exigentes que los establecidos en la NBE CT-79 buscando potenciar “el carácter bioclimático del asentamiento”.
- 

Este listado, si se multiplica por el número de elementos a estudiar en cada instalación permitirá entender al lector la amplitud de los temática, en la medida en que se quiera alcanzar un cierto grado de detalle en la descripción de cada uno de los grupos de instalaciones de los que se va a hablar:

- Protección contra incendios.
- Fontanería y saneamiento.
- Electricidad.
- Acondicionamiento higrotérmico.
- Otras instalaciones.
- Diseño de instalaciones.

Como criterio general, puede indicarse que para que el usuario de una instalación pueda hacer empleo de la misma, tendrá que haber sido pensada y supervisada en los siguientes apartados:

- Diseño.
- Cálculo.
- Ejecución.
- Puesta en marcha.

---

<sup>4</sup> Fuente: IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.  
www.idae.es

Un fallo en cualquiera de ellos supondrá tener una instalación deficiente; es importante tener este concepto claro, ya que supone la diferencia entre una instalación correcta o incorrecta, por otro lado también habrá que ponderar los costes de ejecución y mantenimiento.

Por ejemplo: un fancoil de conductos puede estar bien ubicado en un local, los conductos pensados para no solaparse con las luminarias y la megafonía, todo ello bien calculado y con una recogida adecuada de los condensados, y al finalizar se ha comprobado que la temperatura es la pretendida con el cálculo en el puesto de trabajo. En estas condiciones basta un soporte mal colocado, para que se produzcan vibraciones y aparejado con ellas ruido, de modo que el usuario no estará cómodo con la temperatura, ni con la iluminación, ni con poder conectarse fácilmente a la red de datos; sólo escuchará el molesto ruido que provoca el conducto que, además, constituye un problema complicado de localizar y corregir una vez finalizada la obra.

Por tanto, el presente artículo parte con una clara vocación didáctica; y aunque no se hablará en él de la evolución del diseño de las instalaciones, de lo interno de los edificios, esta componente tiene gran interés. Muestra de ello es que aunque los maestros de la Arquitectura han podido destacar por sus discursos teóricos, los espacios que han generado o su conocimiento de la construcción, los que han sido grandes arquitectos han tenido en todo momento presentes las instalaciones. Dos casos clásicos son el de Frank Lloyd Wright, que creía que su mayor aporte a la Arquitectura había sido la calefacción incorporada a la losa del suelo (*gravity heat*), y el de Louis I. Kahn, quien decía que detestaba las instalaciones, y que justamente por ello las tenía presentes desde el mismo inicio del proyecto.

## 2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Comienza este recorrido por el conjunto de instalaciones que más condicionan el diseño final de los edificios. De hecho, en la NBE-CPI-96 priman las condiciones de diseño pasivo sobre las puramente relativas a instalaciones. Por ejemplo, si un conducto atraviesa varios sectores de incendios, no hay mayor problema en protegerlo con paramentos que aseguren su resistencia al fuego, o colocar en su trazado compuertas cortafuegos (que ocupan espacio, son caras y requieren ser accesibles por mantenimiento), pero la primera y mejor medida a tomar en el diseño es que los conductos discurran por el sector al que sirven, sin invadir otros y sin necesidad de recurrir a soluciones suplementarias.

La mejor instalación de protección contra incendios es la que no tiene que colocarse porque se ha asegurado por otros procedimientos que el incendio no se propague. La Ley de Murphy es muy clara: "Si algo tiene que salir mal, saldrá mal"; cuando se produce un incendio el ideal sería no depender de ningún tipo de elemento mecánico o eléctrico.

Una nota al respecto. La extinción de un incendio debe actuar lo antes posible sobre el foco de inicio, por lo que las extinciones en zonas de fuegos en cocinas son complejas y deben funcionar rápidamente. Habitualmente se realizan mediante detectores que dan una señal a una llave que libera un tipo de gas que por inundación del local sofoca el incendio. Pero el detector puede tener un comportamiento defectuoso por la suciedad que existe en una cocina, el cable de conexión en caso de incendio puede fallar, así como las válvulas de las botellas de gases, las cuales además requieren un mantenimiento, ocupan espacio y tienen un cierto riesgo de explosión por contener gases a presión. Para solventar esta situación, existen sistemas patentados (ANSUL R 102) que permiten actuar sobre el foco del incendio de una cocina -la zona de fuegos, por elementos puramente mecánicos (muelles activados térmicamente), sin ningún tipo- de ayuda suplementaria de aparata electrónica, de modo que podría decirse que "funcionan solos" en caso de incendio.

El primer objetivo para evitar que un incendio afecte a las personas o a las propiedades es que no se produzca. En este punto quienes también decidirán en el futuro sobre la idoneidad o no de ciertas soluciones, además de los organismos competentes con la normativa correspondiente, serán las empresas aseguradoras, sobre todo en edificios de carácter público, proponiendo soluciones que no figuren específicamente en ninguna normativa, pero sin las cuales aumentarán considerablemente las primas.

Así, en archivos de material sensible se pueden tomar medidas de detección y actuación rápidas, costosas, modernas, pero que podrían fallar; en esos casos hay aseguradoras que prefieren que en los locales no haya nada: si el local forma un sector de incendios, y dentro no hay electricidad, no hay agua, es más difícil que lo allí almacenado sufra cualquier percance. En este caso, no la presencia, sino la ausencia de instalaciones condicionará la arquitectura final. Otro ejemplo: un sistema de seguridad que se utilizaba en las cajas fuertes de los bancos consistía en conectar las tomas de corriente del interior en el exterior de la caja, el cable de conexión atravesaba el hueco de la puerta y, por tanto, antes de cerrar era necesario desconectar el cable, con lo que se eliminaban los riesgos de accidentes eléctricos del interior de las cajas.

Otro tipo de solución que pueden 'aconsejar' las aseguradoras es la implantación de rociadores en parte o en todo el edificio en función de sus experiencias acumuladas en edificios similares, complementando lo que marque la normativa específica.

La normativa vigente es de mínimos, todas aquellas medidas adicionales que tome el proyectista en favor de la seguridad son deseables. Es común la circunstancia de tratar de ajustar las anchuras de las escaleras para que ocupen lo menos posible y utilizar ese espacio con otros fines, y es lógico cuando hay poco, como ocurre en el caso de la vivienda colectiva. Pero en caso de edificios de pública concurrencia no se debería ajustar constantemente las dimensiones de las salidas y escaleras de evacuación. Un incendio es una situación extrema, en la que lo prioritario es que las personas puedan desalojar los locales afectados.

Pero si a pesar de tomar medidas para que el incendio no se produzca, éste se inicia, lo que hay que permitir es la evacuación del edificio de todas las personas, tratar de contenerlo dentro de un sector sin que afecte a otros y diseñar el conjunto de modo que los servicios de extinción puedan cumplir su tarea eficazmente. Así, se distinguirá entre las medidas de protección pasiva y activa.

### **Medidas de protección pasiva**

Las medidas de protección pasiva pretenden hacer cumplir los siguientes puntos:

- Fácil evacuación del edificio. La normativa actual penaliza los fondos de saco, y las salidas y escaleras de incendios se convierten en elementos fundamentales en el diseño del edificio. Aquí puede aparecer un conflicto entre las salidas y el control de accesos de un edificio, ya que una puerta de emergencia con un sistema de apertura anti-pánico puede ser abierta desde el interior, y producirse un acceso no autorizado. Esto se puede solucionar de varias maneras: poniendo detectores y sistemas de alarma asociados a las puertas que actúen sobre alarmas sonoras, cámaras de televisión,... sistemas sencillos pero que implican instalaciones adicionales.



- Asegurar las exigencias de resistencia ante el fuego de los elementos constructivos y estructurales (siempre homologados), además de asegurar el comportamiento estanco de cada sector frente al incendio.
- Minimizar los riesgos que se producen con las instalaciones eléctricas, las instalaciones de climatización o en los huecos verticales de los ascensores.

### **Medidas de protección activa**

Estarían constituidas por los siguientes elementos:

- Instalaciones de detección.
- Detectores. De muy diversos tipos: ópticos, de humos, térmicos, de llama. Cada uno para un uso específico.
- Pulsadores manuales. Han de verse, por eso sobresalen y son de color rojo. Si su presencia no gusta y se tratan de esconder o minimizar, no estarán cumpliendo su labor.
- Retenedores de puertas. Permiten la opción de tener puertas abiertas en puntos singulares de un edificio, pero pueden cerrarse en caso de que los detectores den señal de alarma.
- Centrales de control. Responsables de coordinar toda la información recibida de los diferentes elementos de la instalación.
- Sistemas de alarma, señalización y emergencia. Alumbrado de emergencia.
- Sistemas de extinción.
- Extintores.
- Hidrantes.
- Equipos de bombeo.
- BIEs y rociadores. En caso de que actúen han de preverse las tuberías necesarias para evacuar el agua.
- Extinción por agentes gaseosos.
- Extinción de cocinas.

- Ventilación de garajes y aparcamientos. Constituye éste un punto propio por la importancia de las afecciones y servidumbres que genera en el edificio. El sistema de ventilación de un aparcamiento tiene dos objetivos: garantizar que no se produzcan acumulaciones de monóxido de carbono en concentraciones peligrosas en el funcionamiento habitual del aparcamiento y, en caso de incendio, garantizar la evacuación de humos.

La normativa de incendios tiene en este caso diferentes fuentes: el Reglamento de Baja Tensión, la NBE-CPI 96 y la norma UNE 100-166-92 sobre "Ventilación de aparcamientos". De las sumas de todas ellas la instalación debe cumplir las más desfavorables:

- Capacidad para realizar seis renovaciones por hora (siete en la Comunidad de Madrid) ó  $15 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ .
- El caudal se repartirá entre dos dispositivos distintos.
- Funcionamiento de los componentes durante noventa minutos a  $400^\circ\text{C}$ .
- Ningún punto estará situado a más de 25 metros de distancia de un punto de extracción de los humos.
- Se dispondrán rejillas de extracción a razón de cada  $100 \text{ m}^2$  y no más de 10 metros una de otra.
- La velocidad de aire en los conductos no será superior a  $7 \text{ m/s}$ .
- El aire extraído se descargará a un lugar que diste 10 m, por lo menos, de cualquier ventana o toma de aire, y si el conducto desemboca en un lugar de acceso público, la boca de salida estará como mínimo a una altura de 2'5 metros del suelo.

Cabe señalar aquí la importancia que supone repensar las soluciones habituales de ventilación en aparcamientos. Así, si los detectores de monóxido se colocan cerca del suelo, parece lógico que las rejillas de los conductos de extracción también lo estuvieran; la entrada de aire natural podría colocarse en el techo del garaje, con lo que el movimiento de aire sería eficiente, y en caso de incendio el humo ascendería de modo natural y podría evacuarse por las entradas de aire sin necesidad de soluciones mecánicas adicionales. Este es un punto que se presta a un interesante debate, que desembocaría en el replanteo de las soluciones que se ejecutan en los aparcamientos.

Para finalizar este apartado, es necesario insistir en que para que las instalaciones de protección contra incendios sean útiles han de tener un correcto mantenimiento, los responsables del edificio deben conocerlas perfectamente y han de complementarse con el correspondiente plan de emergencia.

### 3. FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

Son dos instalaciones distintas que pueden concebirse y plantearse independientemente, pero que van unidas conceptualmente: lo que entra al edificio tiene que salir, y han de establecerse los caminos oportunos para ello.

De hecho ese es el principal problema de estas instalaciones. Piénsese en lo que supone dentro de los grandes ideales de la Arquitectura –con mayúsculas- cambiar un grifo de posición para que se pueda hacer uso de la ‘planta libre’ del local: albañil para romper, fontanero para colocar la tubería en su nueva posición, albañil y pintor para los acabados (sin mencionar los cambios que puede suponer desplazar también el saneamiento). Las soluciones asociadas a estas instalaciones son anticuadas y están tan pendientes de desarrollar, que de cinco de las ideas planteadas para la Casa Barcelona en el *Construmat 2001*: la ventana perfectible, el tabique móvil, el pavimento registrable, la cocina modular y los sanitarios mueble, tres tenían como base de desarrollo las instalaciones de fontanería y saneamiento para tratar de aportar nuevas soluciones.

Y las ‘nuevas’ soluciones distintas de lo establecido existen: el saneamiento horizontal para pluviales, sin las pendientes que tantas soluciones constructivas determina, es habitual para las grandes superficies de carácter industrial, ¿cuánto tardará en implantarse en otros tipos edificatorios?

Mejorar el actual sistema de saneamiento fecal, en el que es necesaria una importante cantidad de agua en relación a la materia que lleva en suspensión, también aportará nuevas soluciones, desde el realismo que supone la separación de las aguas grises, a los sistemas más fantásticos planteados por Buckminster Fuller:

“Los Ojos de Mosca de 26 y 50 pies son semiautónomos, esto es, que no tienen conexiones de alcantarillado, agua o suministro eléctrico. La higiene personal, las funciones de lavado de ropa y utensilios funcionan mediante pistola de alta presión, aire comprimido y agua atomizada, que sólo requieren medio litro de agua por hora. Los excrementos humanos se depositan en un ‘toilet’ con envoltura seca. La persona se sienta en dos mitades limpias y cubiertas con una película plástica. El excremento cae en un tubo plástico abierto por arriba que forma los bordes convergentes de las dos hojas plásticas, que luego se electrosellan, y que originalmente cubrían los dos lados del asiento. La sección tubular herméticamente sellada que contiene el excremento se separa mecánicamente y es transportada como basura para ser pulcramente empaquetada en cartón corrugado claramente marcado para ser recogido y enviado a la planta de producción de metano y de fertilizantes en polvo, o para ser transformado en gas metano o fertilizantes mediante un equipo accesorio del propio domo”<sup>5</sup>.

En un futuro no muy lejano el agua será un elemento mucho máspreciado y más caro que en la actualidad, y no se valorará que un edificio ahorre, sino que gaste poco. Pero hasta ese momento ¿quién es el profesional responsable de que se coloquen en una promoción de 100 viviendas lavadoras de clase A que ahorran 374.000 litros de agua al año?<sup>6</sup>

## **Elementos de diseño**

Existen suministros de agua con distintos fines:

- Consumo.
- Limpieza y riego (incluida la evacuación de residuos).
- Alimentación de otras instalaciones.

De la misma manera el saneamiento puede ser:

- Unitario.
- Separativo. Pluviales y fecales, éstas a su vez pueden estar formadas por redes paralelas (aguas grises y negras).
- Sistemas de evacuación forzada, que complementan los anteriores cuando el agua evacuada esté por debajo de la red de saneamiento.

---

<sup>5</sup> FULLER, Buckminster. “El Camino Crítico” COAATM, Murcia, 2003, pp. 144-145.

<sup>6</sup> Fuente: Fundación ecología y desarrollo. “Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos”. Ed. Bakeaz. Una lavadora eficiente utiliza menos de 75 litros por ciclo (ciclo normal a 60°C, con 5 kg de ropa); la lavadora Lynx WFR2460EE tiene un consumo de agua de 39 litros. Se consideran dos lavados semanales. A este ahorro de agua hay que añadir los correspondientes de electricidad y detergente.

Se entiende por suministro de agua, la tubería que enlaza la red de abastecimiento de la ciudad o mancomunidad correspondiente con el contador general o con los contadores del edificio. Las características que necesitamos conocer para realizar el suministro son: Situación del punto de enganche de la red de abastecimiento de la ciudad, presión nominal de la red, así como la oscilación máxima y mínima de la presión a lo largo del día, y la fiabilidad del suministro.

En algunos casos también se necesita el análisis químico, fundamentalmente para conocer su dureza. En los casos en que el suministro se realice de un pozo o un manantial. También es necesario el análisis bacteriológico para poder saber qué tratamiento hay que dar al agua para que sea potable.

En general los suministros son de dos tipos: desde la red municipal a través de un depósito de reserva y posterior bombeo; o directo en los casos en que se cumpla que la red municipal sea fiable y tenga presión suficiente (relacionada con la altura del edificio). A veces, el agua se suministra directamente a las seis primeras plantas y se bombea a las plantas superiores. En zonas o ciudades donde el suministro de agua no sea fiable o en edificios concretos, como pueden ser un hotel o un hospital, donde debemos garantizar el suministro en todo momento, es necesario colocar un depósito de reserva.

### **Agua caliente sanitaria**

Se entiende por agua caliente sanitaria el agua caliente a una temperatura de 35°C / 40°C en el grifo, que sirve para ser utilizada en el aseo personal o limpieza de utensilios.

Una instalación de agua caliente sanitaria tiene que resolver las siguientes cuestiones: cubrir la demanda máxima y conseguir las temperaturas de distribución y consumo de acuerdo al R.I.T.E. y a la normativa antilegionela. Para ello, hay que conocer los siguientes parámetros: Cálculo de la demanda y de la red de distribución, cálculo de la caldera, intercambiador de calor y la acumulación, y cálculo de la red de retorno.

De acuerdo al artículo I.T.E. 02.5., y a lo indicado en la Norma U.N.E. 100-030 – Prevención de la Legionela en Instalaciones de Edificios, las temperaturas mínimas de producción y utilización del agua caliente son las siguientes:

1. Temperatura de almacenamiento: 60°C.
2. Temperatura mínima de la red: 50°C.
3. Posibilidad de calentarla de forma periódica a 70°C.

Las temperaturas que normalmente se manejan son las siguientes:

- Temperatura de entrada de red: de 5°C a 12°C
- Temperatura de acumulación: 65°C / 60°C
- Temperatura de salida de red: 55°C / 50°C
- Temperatura de utilización: 35 / 40°C

## **Instalación de riego**

Las tarifas que las compañías de suministro cobran por el consumo de agua suelen tener dos componentes: por consumo y por depuración.

Como el agua de riego no necesita depuración, cuando se tiene un contador para este servicio, las compañías no cobran por este concepto, por lo que resulta más barata que el agua de consumo. Si el consumo de riego es considerable puede ser conveniente tener un contador independiente.

Por otro lado, como los caudales de riego suelen ser grandes, pero en un corto espacio de tiempo, es usual programar el riego por zonas de manera que las superficies se rieguen entre las 8 de la tarde y las 8 de la mañana.

## **Depuración**

La colocación de sistemas de depuración particulares sigue siendo necesaria en diferentes municipios donde todavía la red de saneamiento es deficiente, por lo que hay que recurrir a:

Fosas sépticas, en desuso.

Depuradoras.

Pozos clarificadores y filtros biológicos.

Una 'semidepuración' es la que necesitan las denominadas aguas grises, provenientes de la bañera, el lavabo y la lavadora (aguas 'ligeramente' sucias). La depuración, almacenamiento y posterior reutilización de este agua para un edificio reduce los consumos de agua ya que se puede utilizar de nuevo en usos que no requieran agua potable: cisternas de inodoros, riego o limpieza de locales.

Desafortunadamente, su uso no está extendido por diversas razones: son necesarias redes paralelas -que complican y encarecen la ejecución final de la instalación- para el agua de consumo y para el agua 'reciclada'; el saneamiento fecal y de aguas grises no pueden mezclarse; se trata de sistemas que requieren mantenimiento, y aquellos que requieren menos mantenimiento son más caros; si la instalación no está bien ejecutada puede haber problemas de olores,... Distintos problemas y dificultades que están ralentizando la implantación de este tipo de sistemas, a pesar de que se estima que una vivienda puede ahorrar unos 45 litros de agua potable por persona y día<sup>7</sup>, esto es, para un grupo de 100 viviendas con tres personas por vivienda, se ahorraría cada día 13.500 litros de agua al día, casi 5 millones de litros al año.

### **Elementos de las redes de fontanería y saneamiento**

Son muchos y muy variados, podrían agruparse del siguiente modo:

- Llaves, válvulas, filtros y dilatadores. Estos elementos ocupan espacio, por lo que al diseñar las secciones de paso para estas redes debe pensarse en ellos, no sólo en el diámetro de las tuberías; además, deben ser registrables (esto es, accesibles) para labores de mantenimiento.
- Redes de ventilación de saneamiento (con sifones o cierres hidráulicos).
- Arquetas.
- Aparatos de consumo. Los elementos terminales de la red y dónde han de plantearse las medidas oportunas para el ahorro de agua.

---

<sup>7</sup> Fundación ecología y desarrollo. "Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos". P. 9.

#### 4. **ELECTRICIDAD**

Se hablará en este capítulo de baja tensión. La alta tensión entraría de lleno en el apasionante mundo de la gestión de la energía que, aunque pueda parecer que tiene una influencia menor en la edificación, se constituye en un poderosísimo elemento conformador del paisaje y del urbanismo.

Y si la alta tensión suministra la potencia, la baja tensión, “la electricidad del día a día”, es la sangre de la sociedad actual; se citan a continuación unas líneas de B. T. Carroll que describen con claridad esta situación:

“Un análisis arquitectónico del baño romano clásico sería incompleto si ignorase las cañerías, el agua y los lejanos acueductos que posibilitaban su función. Hoy en día, la infraestructura predominante no es el agua, sino la electricidad en toda su extraordinaria dimensión. Ésta se ha convertido en el nuevo orden arquitectónico del entorno construido [...]. Los cortes de suministro son cada vez más frecuentes [...]. Estar sin energía eléctrica durante un tiempo nos recuerda hasta qué punto nos hemos convertido en dependientes de la electricidad y qué difícil resulta imaginar cómo podríamos vivir sin ella. Tanto las tareas básicas, como cocinar, limpiar y comunicarnos, como las avanzadas, es decir, las telecomunicaciones a través de los ordenadores interconectados dependen del funcionamiento de la red eléctrica”<sup>8</sup>.

Pero por otra parte, el sistema de ejecución de las instalaciones de electricidad no satisface a nadie, no siempre están las tomas e interruptores donde al usuario le conviene, y cambiar tan sólo una de posición supone llamar a diferentes gremios o tener que dedicar horas de ‘bricolaje’ para llegar a un resultado no siempre satisfactorio. Piénsese en las diferencias existentes entre las instalaciones eléctricas de una cocina, tal vez la parte de la vivienda con mayor carga tecnológica, y los paneles de control de un automóvil.

#### **Suministros y acometidas**

Cualquier suministro de energía eléctrica para una urbanización de edificios residenciales, de oficinas o industriales, o bien para otro tipo de edificios como pueden ser hospitales, escuelas o locales comerciales, se definen por tres parámetros:

- a) Potencia de suministro.
- b) Tensión de suministro.

---

<sup>8</sup> “Contemplando el ciberespacio: la infraestructura eléctrica es arquitectura”, *2G Arquitectura y energía*, 2001, 18, pp. 129-134.



c) Punto de enganche.

Cuando los suministros sobrepasan los 50 Kw se suelen realizar en alta tensión, normalmente a una tensión de 13'2 / 20 K.V., aunque la tensión de suministro es decisión de la compañía suministradora.

Cuando se proyecta una urbanización para edificios residenciales, oficinas o industriales, los centros de transformación se suelen distribuir con el criterio de que la distancia desde cualquiera de ellos hasta el edificio más alejado sea inferior a 150 - 200 metros.

La potencia de los transformadores de uso residencial suele ser de 100, 160, 250, 400, 500 y 630 K.V.A. En la industria se utilizan con potencias de hasta 2.500 K.V.A.

Cuando es necesario colocar en un centro de transformación de uso residencial una potencia superior a 630 K.V.A., se recurre a instalar varios transformadores; el utilizar potencias normalizadas facilita disponer de transformadores de repuesto.

Los centros de transformación pueden colocarse al exterior, procurando que no estén a nivel inferior del suelo para evitar filtraciones de agua. Solamente en caso de que el colector de saneamiento tenga una cota inferior a la del centro y puedan evacuarse por gravedad las infiltraciones de agua, podrá admitirse centros de transformación subterráneos.

Determinados edificios públicos, como estadios, aeropuertos, hospitales, etcétera, necesitan disponer de un suministro complementario con medios propios, de manera que en caso de fallo del suministro principal pueda evacuarse el edificio y puedan funcionar determinados servicios básicos como bombas de agua contra incendios, alarmas, escaleras mecánicas, quirófanos, salas de ordenadores,...

El artículo 10 del RBT divide estos suministros complementarios en tres tipos:

- Socorro.
- Reserva.
- Doble suministro.

El suministro de socorro debe ser capaz de proporcionar por lo menos el quince por ciento del suministro normal. Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas (cualquiera que sea su ocupación) y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

El suministro de reserva debe de ser capaz de proporcionar por lo menos el 25% del suministro normal. Deberán disponer de suministro de reserva:

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie.
- Estadios y pabellones deportivos.

El doble suministro es el que puede suministrar más del cincuenta por ciento del suministro normal. Deben disponer de doble suministro aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para más de 1.000 espectadores, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie.

Las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

### **Caja general de protección**

La instalación eléctrica de un edificio con suministro en baja tensión comienza en la caja general de protección. Las características de estos suministros son las siguientes:

1. Aparte del Reglamento de Baja Tensión, hay que tener en cuenta las normas de la Compañía Suministradora.
2. La responsabilidad de la compañía suministradora acaba en la caja general de protección. En la C.G.P. comienza la responsabilidad de los usuarios.
3. La intensidad de cortocircuito mínima en la caja general de protección es de 12 K.A.

4. Las compañías eléctricas tienen sus normas para la instalación de contadores. En edificios multiusuarios tienen que estar agrupados en una o varias centralizaciones. En el origen de todos ellos, tiene que haber un interruptor en carga con una intensidad mínima de 160 A.
5. Todos los abonados disponen antes de su contador de un fusible de seguridad.

## **Contadores**

Los contadores son rotores de un motor inductivo, los bobinados son similares para los contadores de activa y reactiva, pero no miden lo mismo. También hay contadores de doble lectura (hora valle y normal), e incluso de triple lectura en casos especiales asociados a usos industriales para medir las puntas de consumo. Los maxímetros son mecanismos de medición para edificios de gran envergadura. Miden cuál ha sido el consumo máximo en un tiempo, para comprobar si está o no dentro de la potencia contratada por el edificio.

## **Protecciones eléctricas**

Las protecciones eléctricas tienen fundamentalmente dos objetivos:

1. Proteger la instalación contra sobrecargas y sobreintensidades, para evitar que una instalación se destruya o se produzcan incendios.
2. Para proteger a las personas.

La protección de las personas frente a contactos con instalaciones eléctricas se realiza mediante dos elementos:

1. Puesta a tierra de las masas metálicas.
2. Utilización de interruptores diferenciales.

Un interruptor diferencial consiste en un núcleo magnético (núcleo metálico) por cuyo interior pasan los conductores activos y el neutro. Alrededor del núcleo magnético hay una espiral donde se puede inducir una tensión cuando por el núcleo circule una intensidad. Cuando no hay un defecto o derivación a tierra, la corriente que va (alimenta) a un consumidor coincide con la que vuelve (retorno) y el flujo magnético que circula por el núcleo es nulo, por lo que no se crea ninguna tensión en la espiral. Sin embargo, cuando haya un defecto o derivación a tierra, la corriente de alimentación será mayor que la de retorno, por lo que en el núcleo magnético circulará un flujo magnético que inducirá una tensión en la espiral y debido a esta tensión se cerrará una corriente que abrirá al interruptor diferencial. Se denomina interruptor diferencial porque su funcionamiento se basa en utilizar la diferencia de la corriente de ida con la de retorno cuando se produce un fallo. La diferencia de corriente que es capaz de detectar un diferencial se llama sensibilidad.

Las sensibilidades normales de los interruptores diferenciales son:

- 30 mA
- 100 mA
- 300 mA

### **Cuadros eléctricos, conductores, tubos, canalizaciones y cajas de derivación**

El conjunto de estos elementos, junto con los que componen las redes de voz y datos, podría asimilarse al sistema nervioso del hombre, con sus nodos, líneas de comunicación, líneas preferentes y terminales.

La mayor parte de los conductores utilizados son de cobre, aunque para líneas de transporte y canalizaciones prefabricadas el material más utilizado es el aluminio. Se pueden clasificar según el tipo del aislamiento, del número de conductores, etcétera, pero una clasificación común es la siguiente:

- Conductores aislados a 0'6/ 1 K.V.
- Conductores aislados a 750 Voltios.
- Conductores desnudos para puestas a tierra.

Los distintos tipos de canalizaciones deben diseñarse con parte de su sección libre para permitir futuras ampliaciones, y deben ser -por tanto- registrables para poder hacer el oportuno tendido de líneas; también deben ser accesibles las cajas de derivación, y ha de pensarse en los espacios necesarios para poder trabajar con comodidad en los cuadros eléctricos.

Han de cuidarse especialmente las distancias mínimas entre las líneas de fuerza convencionales y otras redes. Es recomendable que los interruptores sean del tipo A inmunizados y no AC normales, sobre todo cuando trabajamos con motores para evitar interferencias entre las diferentes redes, que son complejas de localizar y corregir. La electrónica (que funciona en corriente continua) de red provoca que los interruptores normales salten y por eso han surgido los inmunizados; han de tenerse en cuenta los efectos de las corrientes armónicas, como los dimmers o reguladores de luz que provocan irregularidades en la curva característica de la tensión, debido a la potencia deformante de las tomas de electrónica, que aunque se puede reducir con filtros, resulta una solución más complicada que plantear unas distancias mínimas de montaje.

## **Elementos consumidores**

Al hacer el cálculo de cargas es importante conocer los coeficientes de simultaneidad para evitar quedarse corto en el dimensionado de la instalación, porque si bien el tendido de nuevas líneas puede ser relativamente sencillo si las canalizaciones están planteadas correctamente, hacerlo provoca siempre incómodas obras que interrumpen la vida normal de un edificio.

Dentro de todos los elementos consumidores, los motores constituyen un grupo muy especial. Un motor eléctrico es una máquina que recibe energía eléctrica y la transforma en energía mecánica. Las cargas inductivas, como motores y transformadores, absorben potencia reactiva inductiva, para poder establecer sus campos magnéticos. Esto supone para la empresa suministradora de energía una carga adicional y por ello penaliza los consumos con un factor de potencia inferior a 0'9. En el caso de contratos superiores a 15 kW la empresa dota al cliente de un contador de reactiva. Para contrarrestar el consumo de reactiva, la manera más sencilla es conectar en paralelo condensadores, cuya acción eléctrica es opuesta a la de las cargas inductivas.

Para finalizar este apartado, una cuestión que no se puede dejar de reseñar es la implantación cada vez mayor de sistemas informáticos en las viviendas, y que serán más en el futuro. Todos estos sistemas necesitan electricidad continuamente, ¿cuánto tiempo falta para que los usuarios de las viviendas reclamen que alguno de los circuitos de la vivienda esté alimentado por algún sistema de alimentación ininterrumpida?

## **Iluminación**

Como se indicaba al inicio del artículo, este es uno de los apartados más atractivos, importantes y de mayor carga 'escénica' de la arquitectura actual. Nos limitaremos aquí a hacer un pequeño resumen sobre los tipos de lámparas existentes, dejando para futuros números un estudio más detallado.

## Conexión a tierra

Durante el funcionamiento de las instalaciones eléctricas, grandes o pequeñas, o en el empleo de máquinas o aparatos que van a prestar algún tipo específico de servicio eléctrico, es una norma fundamental de seguridad que todas las partes metálicas que se encuentran accesibles al contacto con las personas se deben mantener siempre a un potencial bajo, para que un contacto accidental no resulte peligroso para las personas.

Aun con esta medida de seguridad permanece el riesgo de que las partes que normalmente están aisladas, por alguna causa accidental o defectos en su aislamiento puedan tener contacto con partes metálicas que no están a tensión. Este peligro se puede reducir y eventualmente eliminar estableciendo una conexión a tierra conveniente.

La resistencia de tierra está formada por la suma de las siguientes resistencias:

La resistencia propia del conductor de conexión a tierra.

La resistencia correspondiente a la conexión con el electrodo a tierra.

Difusión de la corriente por la tierra.

Las puestas a tierra tienen por objeto:

- Limitar la tensión de las masas metálicas respecto a tierra.
- Asegurar la actuación de las protecciones.
- Eliminar el riesgo que supone una avería en la instalación.

Una instalación de puesta a tierra comprende la ligazón metálica directa, sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalación, edificios y superficies próximas al terreno no existan diferencias de tensiones peligrosas y permitir el paso a tierra de las corrientes de falta (fallo del aislamiento) o las de descargas de origen atmosférico.

Los electrodos normalmente están formados por picas o anillos realizados con un conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>, enterrado en el suelo a más de 50 cm de profundidad. Es decir, es una masa metálica en permanente contacto con el terreno para facilitar el paso a éste de las corrientes de edificio que puedan presentarse.

El punto de puesta a tierra es un punto situado en el cuadro general del edificio o en la centralización de contadores, unido con el electrodo de tierra a través de una arqueta registrable para poder comprobar la resistencia a tierra.

Los conductores de protección son conductores aislados, con aislamiento de color verde-amarillo normalizado, que unen las masas de la maquinaria eléctrica que utilizamos (batidora, motor, frigorífico, ascensor,...) con las líneas principales de tierra, o directamente con los puntos de puesta a tierra.

## 5. ACONDICIONAMIENTO HIGROTÉRMICO

Se ha llamado a este capítulo acondicionamiento higrotérmico, porque el término climatización se queda en ocasiones corto para definir de manera completa el fin último de estas instalaciones.

No obstante, para alcanzar el confort en un local hay que regular no sólo la temperatura y la humedad, sino también asegurar que el aire no está viciado, por lo que hay que hablar, además, de ventilación.

Se trata de una de las instalaciones más requeridas dentro del confort que busca la sociedad actual, igual en los edificios que en los automóviles. Son significativos los paralelismos existentes en este tipo de instalaciones entre la industria del automóvil y las viviendas actuales: hace unos años pocos coches podían disponer de aire acondicionado, pero ahora se ofrece de serie incluso en los vehículos más pequeños, y del mismo modo mucha gente se plantea en la actualidad colocar aire acondicionado (refrigeración) en sus viviendas. De hecho, este ha sido uno de los grandes problemas de los últimos veranos, cuando la saturación de las líneas eléctricas por el consumo masivo de estas máquinas ha generado en algunas zonas graves cortes en el suministro eléctrico.

A pesar de que son instalaciones cada vez más solicitadas, no siempre se es consciente de que si se quiere climatizar con aire, éste ocupa mucho espacio: para transportar energía térmica el aire es 3.470 veces menos eficaz que el agua.

Por otra parte, aunque la climatización por aire se va extendiendo progresivamente, y si bien los controles e inspecciones de calidad son habituales para los alimentos y el agua, apenas existen para los 19.000 litros de aire que respiramos al día en edificios cerrados, origen por otra parte de numerosas patologías. Los edificios enfermos son problemas de hoy por las soluciones del pasado, y hay que tratar de no caer dos veces en la misma piedra.

### Condiciones iniciales

Para que en un edificio pueda utilizarse una instalación de climatización, hay que resolver previamente tres condiciones:

- Que el edificio tenga el suficiente aislamiento de manera que su coeficiente global de transmisión  $K_G$  sea menor al exigido por la Norma Básica NBE-CT-79 (o normativas más restrictivas).



- El emplazamiento de la maquinaria y su aislamiento acústico debe ser el adecuado, para que ni a los usuarios del propio edificio ni a los usuarios de los edificios próximos les resulte molesta. De acuerdo a la reglamentación actual, se entiende como niveles de ruido molestos los superiores a 35 db (A) durante el día y 30 db (A) durante la noche.
- Si se utilizan calderas para calefacción, la altura de las chimeneas debe superar en un metro a la de las ventanas más altas de todos los edificios situadas dentro de un círculo de 50 metros, con centro en las chimeneas.

Si se pretende que la climatización del edificio sea con aire, el edificio debe cumplir dos condiciones más:

- Que los locales donde se sitúan los climatizadores tengan una altura mínima de 3'5 metros, aunque dependiendo del tipo de edificio y del tamaño del local o zona climatizada puede ser necesaria hasta una altura de 5 metros.
- La altura libre mínima de los falsos techos de los locales climatizados debe ser de 0'6 metros; dependiendo del tamaño del local y de los posibles cruces, puede ser necesario que la altura mínima sea de 1'2 metros.

Lo que se quiere decir con estos datos orientativos, es que antes de diseñar la instalación de climatización primero deben resolverse las cuestiones que atañen al propio edificio, estudiando el emplazamiento, cómo es la 'piel' del edificio (Kg, estanquidad de las ventanas, protecciones solares) y el funcionamiento que va a tener: horarios de la distintas zonas, uso específico de los locales y repartos de consumos.

Una vez se tengan resueltos estos puntos, se podrá empezar a diseñar las diversas partes de las que consta una instalación de climatización.

[...]

## **Equipos de calentamiento**

### CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS

Las calderas se clasifican de forma general atendiendo al fluido que calientan:

Agua caliente (temperatura inferior a 80 °C)

Agua sobrecalentada (temperatura superior a 140 °C)

Vapor, en usos industriales y para humidificar.

Fluido térmico.

A su vez, por su morfología pueden ser:

Pirotubulares: los gases de combustión pasan a través de tubos sumergidos en el fluido.

Acuotubulares: los gases calientes circulan por el exterior de los tubos conductores de agua.

## **Máquinas frigoríficas**

Una máquina frigorífica es una máquina en la que evoluciona cíclicamente un fluido, gracias al trabajo que desde el exterior se realiza sobre dicho fluido. Cuando el fluido, denominado comúnmente como refrigerante, intercambia calor con los cuerpos fríos, los enfría más y cuando intercambia calor con los cuerpos calientes los calienta más. De aquí que una máquina frigorífica pueda utilizarse con una doble función: enfriar, en cuyo caso es una máquina frigorífica, y calentar, denominándose entonces bomba de calor.

Se entiende por ciclo de un fluido todo proceso en el que la sustancia evoluciona pasando por una serie de estadios hasta que vuelve a recuperar su estado inicial, quedando así en condiciones de repetir el recorrido anterior.

En los ciclos frigoríficos se define la eficacia (COP, Coefficient Of Performance) como el coeficiente entre el efecto perseguido y el trabajo empleado para conseguirlo.

En la práctica, existen unas limitaciones de rentabilidad que dependen de las temperaturas de los focos, frío o caliente, utilizados, así como el tipo de compresor y refrigerante que se utilice. Para que el COP de una bomba de calor sea elevado, la temperatura de evaporación (foco frío), debe ser lo más alta posible y, por otra parte, la diferencia entre las temperaturas de condensación y evaporación deben estar en torno a los 40°C.

Si usamos como foco frío el aire ambiente exterior, debemos tener en cuenta que a temperaturas en torno a 2 ó 3 °C y según la humedad relativa existente, habrá problemas en el evaporador.

En el caso de utilizar el agua como foco frío, si la temperatura de evaporación desciende de 0°C se nos formará hielo, de ahí que si se quiere aprovechar como foco frío agua por debajo de 5°C, será preciso utilizar otro intercambiador intermedio.

A veces, puede ser necesaria la utilización conjunta de varias bombas de calor, asociadas bien en paralelo cuando lo que se necesite sea aumentar la potencia calorífica o frigorífica, o bien en serie cuando se precise una temperatura final de utilización alta, que una sola bomba de calor no es capaz de suministrar.

Hay que resaltar que al utilizar las bombas de calor como productoras de calefacción, la máxima temperatura que se conseguirá será de 55°C.

El análisis de rentabilidad de la bomba de calor se hará comparando el coste de la energía en la solución convencional con el coste de la energía eléctrica consumida por la bomba de calor.

Se desarrollará en posteriores números las particularidades de los sistemas de refrigeración con paneles solares, enfriadoras, torres de refrigeración y los problemas de la legionela, aunque quién sabe si esos problemas no van a ser cuestión del pasado si prosperan las tecnologías que sustituyen las torres de refrigeración por 'cubiertas solares'<sup>9</sup>.

## **Ventilación**

Podemos distinguir dos tipos de ventilación:

- Ventilación ambiental.
- Ventilación localizada.

La ventilación ambiental es la que renueva el volumen de aire del local, sustituyéndolo por aire exterior. Para establecer una ventilación ambiental hay que conocer el volumen del local, el número de personas que habrá en el mismo y el número de veces por hora que se necesite cambiar de aire, esto es, el número de renovaciones por hora.

La ventilación localizada es el tipo de ventilación que pretende captar el aire contaminado en el mismo lugar de su producción, evitando que se esparza por todo el local. En este caso, debe tenerse en cuenta el caudal y la velocidad del aire, las tomas de aire viciado y el conducto a través del que se llevará el aire contaminado hasta su descarga. Es el tipo de ventilación que se da en las industrias o en las cocinas.

El RITE, en su instrucción ITE 02.2.2 "Calidad del aire interior y ventilación", indica que "para el mantenimiento de una calidad aceptable del aire en los locales ocupados, se considerarán los criterios de ventilación indicados en la norma UNE 100-011, en función del tipo de local y del nivel de contaminación de los ambientes, en particular la presencia o ausencia de fumadores".

## **Bombas y ventiladores**

En una instalación de climatización las bombas aceleradoras son el equivalente al corazón del hombre, y por ello, son fundamentales.

Las bombas pueden clasificarse en de rodete o de desplazamiento; éstas a su vez pueden clasificarse en alternativas o rotativas, y ser de desplazamiento fijo o variable.

---

<sup>9</sup> MARTÍNEZ GALÁN, José María. "Sustitución de torres de refrigeración por cubierta solar". El Instalador, mayo 2004, p. 60 y ss.

Para el funcionamiento de las bombas han de definirse los siguientes parámetros: caudal, altura útil, potencia de accionamiento, potencia del motor, revoluciones por minuto y rendimiento.

Un ventilador es esencialmente una bomba de gas en vez de líquido. Los ventiladores se pueden clasificar en función de la presión desarrollada (de baja, media o alta presión) o de la dirección del flujo de aire (centrífugos, axiales o de flujo mixto).

Los ventiladores axiales son en general ruidosos y de poca presión. Los ventiladores centrífugos pueden suministrar una presión mayor, y con el mismo rodete se pueden dar varias gamas de caudales y presiones dependiendo del número de r.p.m., con lo que a un mayor número de r.p.m. obtendremos una máquina más económica pero más ruidosa.

### **Unidades terminales**

Son los elementos responsables de la cesión de calor en el local a tratar, los elementos serían:

- Radiadores, fancoils.
- Suelos y techos radiantes.
- Difusores de aire.

Resumir con estas tres sencillas líneas la complejidad de la tecnología aparejada a cualquiera de estos elementos no debe confundirse con la importancia que tiene la correcta elección de los mismos: elegir el modelo 'casi' correcto para un local puede ser la diferencia entre que un lugar sea cómodo para vivir o trabajar, o que se convierta en ese sitio donde la persona que ha de estar en él esté tan incómoda que se preocupe más por el 'maldito' aire acondicionado que por lo que está haciendo.

### **Sistemas de regulación o control**

Las necesidades de calefacción o refrigeración de un local o de un edificio no son constantes ni a lo largo del día ni del año, ni se necesita el mismo calor en las habitaciones de una vivienda o en los locales de un edificio, ni se ocupan simultáneamente, incluso puede ser habitual que haya habitaciones que apenas se utilicen, o lo sean sólo a partir de una determinada hora. Por lo tanto, es importante poder disponer de un sistema de regulación de la temperatura que adapte el funcionamiento de los sistemas de acondicionamiento a las diversas necesidades solicitadas.

Controlar los diferentes parámetros de un sistema de acondicionamiento para optimizarlos y lograr el máximo ahorro de energía con el mayor confort no es más que una medida de sentido común: Siempre que se realice una instalación de este tipo debe plantearse paralelamente el sistema de control.

Pero este sistema de control necesita sensores, necesita 'asomar la nariz' para conocer las condiciones del local a servir, y entonces aparecen las sondas. Estas sondas darán una respuesta más adecuada si se sitúan cerca del punto que se quiere controlar, del lugar donde va a estar la persona, por lo tanto, se verán. En la medida en que se alejen de esa situación óptima disminuirá la calidad de la respuesta del sistema.

Sin embargo, esta pérdida de eficacia al alejar las sondas podría mejorarse con una instalación más compleja, pero entonces las instalaciones se convierten en algo demasiado artificioso. Por ejemplo: en una cancha deportiva cubierta, con cámaras de aire en la fachada que se abren en verano para permitir la salida del aire caliente, y en invierno se cierran para propiciar el 'efecto invernadero', se puede gestionar el funcionamiento de estas cámaras de aire con un sistema *high-tech* con sondas de temperatura, de iluminación, analizando la velocidad del viento, con un análisis horario de las diferentes estaciones del año para dar una señal a unos motores que abran o cierren las compuertas de las cámaras. Pero un sistema de esta índole, además de ser caro y complejo, ha consumido una energía gris (la necesaria para crear y colocar todos los elementos de control) difícil de cuantificar. Todo podría resolverse con unas compuertas manuales que el responsable de mantenimiento abre o cierra cuando comienza la época de calor o de frío. Será el proyectista de la instalación quien deba evaluar los costes, confort y objetivos del tipo de control a colocar.

## **6. OTRAS INSTALACIONES**

Hasta aquí las instalaciones 'convencionales', entendiendo por convencional aquella instalación que de un modo u otro estará presente en la mayoría de tipos de edificios.

Pero hay muchas otras instalaciones, necesarias para que ciertos edificios 'funcionen', o que complementan y mejoran las prestaciones de otras instalaciones. Un ejemplo: Si en un trazado extenso de tuberías se quiere conocer el punto exacto en que se ha producido una fuga, el mercado ofrece cables detectores de fugas que informan sobre el punto exacto en que se ha producido. Este sistema se clasificaría en ¿fontanería?, ¿climatización?, ¿o tal vez podría estar dentro del campo de la domótica? Las instalaciones se complementan y necesitan mutuamente, otra razón más para insistir en la importancia de la concepción global del diseño de todas ellas.

### **Redes de voz y datos**

Se trata de un tipo de instalación relativamente sencilla en cuanto al dimensionado, los tendidos y los espacios para armarios distribuidores que necesita; pero son sistemas de alta tecnología que deben convivir con los sistemas ancestrales de construcción y así, la delicada colocación de la fibra óptica debe posponer su colocación en la obra hasta el último momento, ya que cualquier anomalía anularía la línea completamente.

En todo caso estas redes (telefonía, radiodifusión sonora, televisión,...) responden a un comportamiento similar, donde todo son datos que se transforman en distintos elementos terminales en imágenes, sonidos,... en información.

### **Domótica**

El término domótica procede del francés *domotique* (domus + robotique), y es un término acuñado hace años, cuando las expectativas de las instalaciones hacían presagiar un futuro cercano a la ciencia ficción en cuanto a las prestaciones que se podrían tener en un local, en una vivienda. Hoy -sin recurrir a sistemas complicados- se puede activar por teléfono la calefacción de la vivienda de fin de semana unas horas antes de la llegada, o podemos recibir un mensaje en el móvil diciendo: "su casa está siendo robada" (aunque ¿de qué nos sirve si estamos a 200 kilómetros y no llegaremos hasta que todo el daño esté hecho?).

Por tanto, ha de existir un equilibrio entre lo que proporciona esta clase de tecnología y las necesidades del usuario: una bicicleta para recorrer dos kilómetros y una furgoneta para mover una carga de cierto peso; y, en ocasiones, la publicidad de las empresas de domótica hacía creer que todos necesitaban un camión de cuatro ejes.

En todo caso, esta integración entre sistemas, aunque mejora cada día, hoy por hoy es un conglomerado de diferentes fabricantes pendiente de una integración real entre las empresas implicadas que redunde en una sencillez de manejo para el usuario final.

Actualmente el término domótica ha caído en un cierto desuso para hablar sencillamente de sistemas de control (ligados a las redes de datos), que pueden afectar a distintas ramas de las instalaciones:

- Gestión del alumbrado.
- Gestión de la climatización.
- Sistemas de seguridad y control de accesos.
- Megafonía.
- Sistemas de protección contra incendios,...

## **Ascensores**

En primer lugar, ha de recordarse que la invención de esta máquina -por Elisha Otis- permitió el desarrollo de la arquitectura en un grado tal que, sin ella, la ocupación del espacio en altura sería inviable y, por tanto, nuestras ciudades imposibles.

Los ascensores admiten múltiples clasificaciones. Pueden ser de cabina sencilla, panorámicos, inclinados o con diseños específicos para la vivienda unifamiliar. Pueden ser eléctricos, hidráulicos o tipo 'climber'. Pueden tener la maquinaria abajo, arriba, en un espacio lateral o integrada en el hueco del ascensor. Todas estas combinaciones, además, deben adecuarse al uso y forma del edificio en el que se vayan a colocar.

Pero la percepción que tenga el usuario del ascensor dependerá, no tanto de estas cuestiones técnicas como de otras cuestiones más 'materiales':

- Aspecto, comodidad y ruido de la cabina en la que se desplaza. Este punto admite por parte de los fabricantes una amplia variedad en la personalización de los acabados que ofrecen. En todo caso ha de cuidarse ya que, en muchas ocasiones, de un edificio sólo se conocerá la fachada exterior, el ascensor y el local al que nos dirijamos. Como curiosidad, en Oriente, dentro de la teoría del conocimiento del Feng Shui, las escaleras y ascensores se consideran como flujos energéticos del edificio, y así se cuidan; aplicando los principios de esta teoría es por lo que, por ejemplo, en Hong Kong los ascensores están conectados directamente con la calle: para permitir el movimiento de energía. Este es un ejemplo de cómo una instalación que se concibe en nuestro ámbito cercano de una manera aséptica y meramente funcional, puede variar en su diseño al tener en cuenta otros puntos de vista, en este caso de cultura y conocimientos populares.
- Otro punto a cuidar es que cada vez que el usuario reclame el ascensor, éste llegue lo antes posible. No se trata ya de que la máquina en sí funcione perfectamente, se da por supuesto; lo que además se requiere es que lo haga rápidamente. Se entra aquí en el mundo de los análisis de tráfico vertical y de control de los ascensores. Como hemos visto en otras instalaciones anteriores, tan importante como la ejecución de la instalación, es el control de la misma. Para solucionarlo hay múltiples opciones que han de comentarse con las empresas por la experiencia acumulada que poseen, pero además existen formas de control de los ascensores que se pueden ligar a otras instalaciones (¿sería acaso esto también domótica?). Por ejemplo, se puede coordinar con el sistema de control de accesos que a partir de ciertas horas los ascensores no tengan paradas en determinadas plantas, o se puede unir al sistema de iluminación de modo que al parar la cabina en una planta, se encienda la iluminación del vestíbulo. Son en todo caso ejemplos sencillos que hablan de la interactividad entre las instalaciones, por muy diferentes que aparenten ser.

## **Acústica**

Realmente no se debería considerar la acústica como una instalación, no lo es. Es una rama de la física que estudia el comportamiento del sonido en los espacios arquitectónicos.

Pero la concepción que tiene de ciencia, hace que se vea más como algo 'ingenieril' que como algo 'arquitectónico'. Es una materia amplia, delicada y específica que -como otras que se han visto hasta ahora- requeriría un estudio en profundidad.

En todo caso resulta interesante, y útil, 'ver' la acústica como el elemento sintomático que permite saber si la arquitectura está bien, si es funcional: Si en un espacio de oficinas hay mala acústica, puede ser que haya un exceso de vidrio en los cerramientos y que el sonido rebote; si un difusor hace ruido señala que no está adecuadamente dimensionado; si se escuchan las conversaciones entre locales contiguos, la construcción no ha sido la correcta. Y la acústica será el síntoma de que algo en el edificio no está bien resuelto.



## **Instalaciones ‘ecológicas’**

Dentro del amplio paraguas de lo ecológico ha tenido cabida un amplio espectro de elementos, teorías y discursos en ocasiones alejados del sentido común. Lo que resulta evidente es que en el futuro próximo no se considerará más ecológico al que ahorre mucho, sino al que gaste poco.

Se centrará este apartado en los sistemas de utilización de la energía proveniente del sol: por aprovechamiento térmico o eléctrico.

El dimensionado va a depender de los siguientes parámetros:

Demanda abastecible.

Radiación solar disponible.

Autonomía deseada.

Costes de inversión.

Costes de conexión a la red en el caso del aprovechamiento eléctrico. Las instalaciones conectadas a la red se diferencian básicamente de las aplicaciones aisladas, en la ausencia de elementos de acumulación ya que es posible utilizar la energía procedente de la red para suplir la demanda no cubierta por la instalación fotovoltaica.

En el caso del aprovechamiento térmico, es evidente que el problema de un edificio situado en el sur de España es diferente a las necesidades de un edificio situado en el norte. Las medidas que se pueden tomar son las siguientes:

- 1º. Aumentar el aislamiento y la estanqueidad del edificio, con lo que disminuirán sus pérdidas en invierno; pero en un edificio bien aislado, casi el cincuenta por ciento del gasto se produce por infiltraciones de aire. Las pérdidas por infiltraciones en el norte suponen mucho dinero, mejorar las carpinterías exteriores y garantizar la renovación de aire, empieza a costar más dinero.
- 2º. Colocar un invernadero. Mejora el aprovechamiento solar en invierno.
- 3º. Aumentar la masa del edificio. Este aumento tiene su justificación cuando se quiere almacenar una determinada energía: en Pamplona en verano la temperatura externa puede bajar a 15°C por la noche, se refrigera la vivienda, y si la masa es suficiente, durante el día no se superarán los 27°C.

## **Más instalaciones**

Existen otras instalaciones -muy diversas- para usos específicos, tales como gases medicinales, sistemas de llamadas a enfermeras, correo neumático, aspiración centralizada,... que dada su singularidad de diseño y montaje, si bien no son especialmente complejas, deben estudiarse con detalle antes de su implantación en cualquier edificio.

## DISEÑO DE INSTALACIONES

Se hablará aquí de algunas de las medidas para ahorrar energía que han de tenerse en cuenta desde el mismo inicio del diseño del edificio.

Ya durante el verano pasado, y a lo largo del presente los cortes de suministro eléctrico debidos al aumento del consumo, generalmente asociados a las puntas que generan los encendidos masivos de aparatos de aire acondicionado, están dejando de ser algo que ocurre esporádicamente a ser una preocupación real con una solución compleja que implica un reordenamiento de la actual red de suministro eléctrico y que obligará a las distintas partes implicadas a tomar medidas que van más allá del parche puntual, para pensar en soluciones a largo plazo que, por otra parte, son las únicas lógicas.

Piénsese que “dos tercios de la energía eléctrica generada se pierde en calor residual antes de que sea utilizada [...]. Cuando, finalmente, la energía llega al aparato eléctrico, se malgasta aún más energía durante su uso”<sup>10</sup>. Por tanto, el problema de la eficiencia energética se puede atacar de varios modos: minimizando la demanda solicitada, reduciendo los “camino” energéticos y, por otra parte, con un uso sensato de las máquinas y aparatos eléctricos que deben ofrecer a su vez rendimientos mejores.

“¿Qué se necesita para cambiar el equivocado curso de la infraestructura eléctrica? La unificación de la planificación eléctrica (sistemas eléctricos), el diseño (herramientas eléctricas) y la arquitectura (construcciones eléctricas) [...]. Esta estrategia descentralizada es un esfuerzo básico para realizar cambios a gran escala que, de otro modo, sería imposible [...]. Hacer esto requiere planificar una red descentralizada de centrales energéticas ubicadas en las comunidades, donde se generaría energía de modo sostenible mediante fuentes de energía alternativas y limpias, entre las que se encuentran la eólica, la solar, la geotérmica y la hidráulica [...] Se pediría a todos los sectores residenciales, comerciales e industriales que generaran una parte de su propia energía y que vendieran cualquier excedente a la red eléctrica comunitaria. Las microturbinas y las tecnologías de cogeneración pueden ayudar a llevar a cabo esta tarea, como también pueden hacerlo las células de combustible, una tecnología que ha existido desde hace ciento cincuenta años [...]. Es también posible que algún día, cada edificio pueda proveerse de energía con su propia célula de combustible [...]. Se exigirá que todos los edificios, antiguos o nuevos, ahorren energía siempre que sea posible, y será una violación de ley no hacerlo”<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> “Contemplando el ciberespacio: la infraestructura eléctrica es arquitectura”, *2G Arquitectura y energía, 2001*, 18. CARROLL, Brian Thomas, p. 131

<sup>11</sup> “Contemplando el ciberespacio: la infraestructura eléctrica es arquitectura”, *2G Arquitectura y energía, 2001*, 18. CARROLL, Brian Thomas, pp. 138-139.

Estas palabras son fundamentales para entender el camino que ha de tomarse para llegar a la tan ansiada eficiencia energética, y sin embargo no se debe ver este planteamiento como un nuevo problema a resolver, de hecho “el reconocimiento de esta arquitectura de la electricidad, común en nuestras vidas cotidianas, contiene el potencial para un nuevo diseño, democrático y sostenible, de la civilización eléctrica”<sup>12</sup>.

¿Cómo se pueden reducir los “camino” que requieren las instalaciones y alcanzar esa estrategia descentralizada? A través de la atomización de los elementos de producción eléctrica y generando centros de producción de calor (y frío si fuera necesario) comunes, dentro de un planteamiento de actuación urbano.

En Navarra se ha iniciado ya ese proceso de atomización eléctrica con la implantación masiva de los parques eólicos. Será una solución más o menos adecuada, que guste más a unos y menos a otros, pero la opinión del que suscribe es que ese es el camino a seguir. De hecho, recientemente el Centro de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ha reconocido la trayectoria de la empresa responsable de estos molinos en el ámbito de las energías renovables, al calificarla como una de las mejores prácticas llevadas a cabo a nivel internacional. Al valorar la candidatura de esta empresa, el comité de selección ha tenido en cuenta su contribución al desarrollo de las energías renovables en Navarra, un sector prácticamente desconocido hace quince años y que actualmente es capaz de generar electricidad equivalente al sesenta por ciento de la demanda eléctrica de la región.

Siempre habrá quien opine que los molinos dañan el paisaje, que se podría haber materializado de otro modo,... pero lo que es claro es que es un primer paso en la dirección correcta: la autosuficiencia energética a través de fuentes de energía renovables.

El segundo punto que se ha dejado en el tintero es la producción de frío y calor común a escala de ciudad. En España no hay tradición en este tipo de soluciones, porque las que se realizaron en el pasado no funcionaron del modo esperado y contribuyeron a un cierto escepticismo en cuanto a la validez de la solución (recuérdense los proyectos de calefacción urbana para Pamplona de 1961).

Pero este tipo de instalaciones son habituales en los países del norte y centro de Europa, en Estados Unidos y Canadá, y se han realizado centralizaciones de producción de frío en países árabes.

---

<sup>12</sup> “Contemplando el ciberespacio: la infraestructura eléctrica es arquitectura”, *2G Arquitectura y energía*, 2001 , 18. CARROLL, Brian Thomas, p. 143.

No obstante, este tipo de instalaciones urbanas son complejas de plantear. Su implantación habría de entrelazarla con el ya complejo diseño urbanístico contemporáneo. Pero desde el punto de vista de las instalaciones es una solución óptima: se reducen considerablemente los costes de mantenimiento, la instalación está más controlada, y a pesar de que la inversión inicial es mayor, el balance económico final es más satisfactorio. La imagen de esta propuesta podría ser la de la sustitución de 10.000 pequeñas chimeneas en otras tantas viviendas, por una chimenea y unos trazados comunes que sirven a todas ellas.

Podrá entender el lector que se trata de tomar decisiones estratégicas difíciles de coordinar, pero que suponen un interesante punto de inicio para una nueva concepción de la integración de las instalaciones con la edificación, buscando siempre un consumo responsable y eficiente de la energía.

Y es que la mentalidad actual de gasto de energía no puede mantenerse. El año 73 fue un aviso, pero durante el mes de agosto del presente 2004, la noticia que abre los telediarios cada día es la subida continua del petróleo. Y a medida que se reduzca la disponibilidad del petróleo, las estrategias que aquí se plantean tendrán que irse definiendo.

No se va a valorar en los próximos años que los edificios ahorren mucho, sino que consuman poco. La sutil diferencia. Así, una medida obligatoria desde agosto de 1998 es la colocación de contadores individuales para las instalaciones colectivas de calefacción y agua caliente sanitaria, estimándose que con la medición individual de los consumos energéticos se pueden conseguir reducciones del gasto de entre un veinte y un treinta por ciento, debido al mayor cuidado de los vecinos al consumir<sup>13</sup>.

Se han dedicado estas líneas a plantear un camino en el diseño de instalaciones a gran escala, pero debe mencionarse también el diseño de instalaciones en su faceta de montaje, coexistencia y vida útil en el edificio.

Las instalaciones que requiere un edificio son de tipos diferentes, y son prácticamente inevitables las interferencias entre diferentes tipos de instalaciones. Todas ellas necesitan registros para el mantenimiento y mejora de sus prestaciones a lo largo del tiempo. No hacerlo adecuadamente, con espacio, con fácil accesibilidad, supone reducir la vida útil de las instalaciones en relación a la del edificio.

---

<sup>13</sup> IDAE. "Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable". P. 128.

## **7. CONCLUSIÓN**

El lector conocedor de la materia tratada puede haber echado en falta elementos, tecnologías, materiales, soluciones o considerará que a algunos se les ha dado poca importancia y a otros demasiada. Pero ha sido éste un artículo que pretendía ser un acercamiento global al diseño y control de las instalaciones para hacer ver la importancia de su integración en el proceso proyectual y de ejecución de un edificio, ya que hacerlo de manera separada es comprender erróneamente el proceso edificatorio.

Un artículo que ambicionaba desde el inicio ser un entretenido recorrido para el lector por este apasionante mundo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ARAU, Higini. ABC de la Acústica Arquitectónica. ISBN 84-329-2017-7.
- ARIZMENDI, Luis. Instalaciones Urbanas. Tomo III. ISBN 84-85198-59-X.
- AAVV. Arquitectura y energía. 2G Revista Internacional de Arquitectura, nº 18. ISSN 1136-9647.
- AAVV. Proyecto Casa Barcelona. ISBN 84-95273-95-0
- El instalador. ISSN 0210-409
- Ente Regional de la Energía de Castilla y León. Prontuario energético. ISBN 84-7846-404-2.
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Navarra. Re Revista de edificación. ISSN 1138-5596.
- Fundación Ecología y Desarrollo. Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos. ISBN 84-88949-46-4.
- FUAD-LUKE, Alastair. Manual de Diseño Ecológico. ISBN 1-900826-36-4.
- Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. La cubierta captadora en los edificios de viviendas. ISBN 84-7853-436-9.
- JIMÉNEZ, Carlos. Manual de Luminotécnica. Oficinas. ISBN 84-329-6051-9.
- LLORENS, Martín. Calefacción. ISBN 84-329-6545-6.
- MIRANDA, Ángel Luis. Aire acondicionado. ISBN 84-329-6544-3.
- MIRANDA, Ángel Luis; RUFES, Pedro. Torres de refrigeración. ISBN 84-329-6556-1.
- ORTEGA, Antonio; ORTEGA, Mario. Calefacción y refrescamiento por superficies radiantes. ISBN 84-283-2741-6.
- PARICIO, Ignacio. El tendido de las instalaciones. ISBN 84-923125-8-0
- POSADA, José Luis. NBE-CPI/96. Comentarios y criterios para su aplicación. ISBN 84-85597-57-5.
- PROYECTAR NAVARRA. Baluarte - Instalaciones generales. Nº 85, pp. 151-156.
- PROYECTAR NAVARRA. Energía, medio ambiente y arquitectura bioclimática. Nº 75.
- SOLER & PALAU. Manual Práctico de ventilación. Tectónica. ISSN 1136-0062.
- VÁZQUEZ MORENO, Javier; HERRANZ AGUILAR, Juan Carlos. Manual práctico de instalaciones en edificación I. Instalaciones hidráulicas. Fontanería, saneamiento, protección contra incendios. Ediciones Liteam. ISBN 84-95596-05-9
- VÁZQUEZ MORENO, Javier; HERRANZ AGUILAR, Juan Carlos. Manual práctico de instalaciones en edificación II. Instalaciones energéticas. Calefacción, climatización, gas. Ediciones Liteam. ISBN 84-95596-06-7
- VÁZQUEZ MORENO, Javier; HERRANZ AGUILAR, Juan Carlos. Manual práctico de instalaciones en edificación III. Instalaciones eléctricas. Electricidad, alumbrado, telecomunicaciones. Ediciones Liteam. ISBN 84-95596-04-4

[www.atecyr.org](http://www.atecyr.org)

[www.idae.es](http://www.idae.es)

[www.mcp.es](http://www.mcp.es)