

17

DELICIAS

MODIFICACIÓN

G-44/2

PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA

# TOMO IV

## MILLA DIGITAL

INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES

DOMÓTICA DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS

ANEXOS SOBRE DOMÓTICA

INFORME SOBRE REDUCCIÓN DE BARRERAS

ASPECTOS LEGALES

TEXTO REFUNDIDO  
NOVIEMBRE 2006



# 17

DELICIAS

MODIFICACIÓN G-44/2

PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA

## TOMO I

### Memoria de información

#### 1 ANTECEDENTES Y OBJETO DE LA MODIFICACIÓN

- 1.1 Oportunidad y conveniencia de la modificación del plan general
- 1.2 Ámbito
- 1.3 Determinaciones del vigente plan general de Zaragoza
- 1.4 Antecedentes de la modificación del plan general
- 1.5 Contenido del proyecto de modificación del plan general

#### 2 INFORMACIÓN URBANÍSTICA

- 2.1 Usos y edificaciones existentes
- 2.2 Características naturales del territorio
- 2.3 Paisaje
- 2.4 Situación medioambiental
- 2.5 Infraestructuras
- 2.6 Estructura y análisis de la propiedad del suelo
- 2.7 Incidencia del entorno y proyectos relacionados

# TOMO II

## Memoria de ordenación

### 3 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA ORDENACIÓN

#### 3.1 Antecedentes

#### 3.2 Descripción y justificación de la propuesta

##### 3.2.1. Objetivos de la ordenación en función del Plan Estratégico

##### 3.2.2. Concepción general de la ordenación propuesta y efectos sobre el territorio

##### 3.2.3. Estructura urbana

##### 3.2.4. Movilidad

##### 3.2.5. Calificación del suelo

- Usos lucrativos
- Usos dotacionales
- Cuadro resumen
- Cálculo del aprovechamiento medio

##### 3.2.6. Infraestructuras y servicios

#### 3.3 Gestión de la zona G44/2

#### 3.4 Viabilidad económica de la propuesta

### 4 PLAN DE ETAPAS

## Normas Urbanísticas

Modificación de las Normas Urbanísticas del Plan General

Ficha del Área ordenación de la zona G44/2 (anejo IV de las normas urbanísticas)

Ordenanzas Particulares del Área G-44/2

Fichas urbanísticas

Ficha del Anejo VIII de las Normas Urbanísticas del Plan General

# TOMO III

## Anexos a la Memoria

Anexo 1 Estudio demográfico y de necesidades de equipamientos del área y de su entorno.

Anexo 2 Estudio de tráfico

Anexo 3 Presupuesto

Anexo 4 Análisis paisajístico. Normas paisajísticas

# TOMO IV

## Milla Digital

1 Infraestructuras de telecomunicaciones para la Milla Digital de Zaragoza.

2 Informe técnico sobre domótica de viviendas y edificios de la Milla Digital de Zaragoza.

3 Anexos al informe técnico sobre domótica de viviendas y edificios de la Milla Digital.

4 Informe técnico sobre la evaluación de alternativas tecnológicas para la reducción de barreras asociadas a distintas tecnologías.

5 Aspectos legales en el ámbito de la gestión y la explotación de redes de telecomunicaciones

# DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

## Planos de información

- I-0.- Situación y emplazamiento. Delimitación del área de actuación
- I-1.- Planeamiento vigente: clasificación del suelo
- I-2.- Planeamiento vigente: estructura urbanística
- I-3.- Planeamiento vigente calificación y regulación del suelo
- I-4.- Topografía.
- I-5.- Geotecnia
- I-6.- Hidrología (curvas de inundación y acuíferas).
- I-7.- Edafológico. –vegetación.
- I-8.- Construcciones, usos existentes y acequias. (planta general actual)
- I-9.- Infraestructuras. Caminos y viales. (planta general actual)
- I-10.- Perfiles longitudinales. Viales que se propone mantener
- I-11.- Abastecimiento de aguas.
- I-12.- Saneamiento
- I-13.- Infraestructuras eléctricas
- I-14.- Infraestructuras gas
- I-15.- Infraestructuras de telecomunicaciones
- I-16.- Estructura de la propiedad. (datos Catastrales)
- I-17.- Estructura de la propiedad (por grupos de propietarios)
- I-18.- Equipamientos en el entorno

## Planos de ordenación

- O-1.- Clasificación del suelo
- O-2.- Estructura urbanística
- O-3.- Calificación y regulación del suelo. Alineaciones y rasantes
- O-4.- Delimitación de la Unidad de Ejecución

## Nueva ordenación. Planos de apoyo

- 1.- Áreas de movimiento de la edificación
- 2.- Red viaria en planta
- 3.- Perfiles longitudinales
- 4.- Secciones del viario y perfiles transversales
- 5.- Movimientos autobuses interurbanos
- 6.- Red viaria en planta. Principales itinerarios peatonales
- 7.- Galerías de servicio
- 8.- Red de saneamiento y evacuación de aguas
- 9.1.- Red de abastecimiento de agua
- 9.2.- Red de riego
- 10.- Red de distribución de energía eléctrica y alumbrado público
- 11.- Red de distribución de gas
- 12.- Red de telecomunicaciones
- 13.- Red de recogida neumática de residuos
- 14.- Plano de imagen

**ANEXO 1 :**  
**Infraestructuras de telecomunicaciones de la**  
**Milla Digital de Zaragoza.**



---

# INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES PARA LA MILLA DIGITAL DE ZARAGOZA

---

Zaragoza, octubre de 2005

Autor/es: Ignacio Alastruey Benedé  
Juan Chóliz Muniesa  
Ignacio Garcés Gregorio  
José Antonio Lázaro Villa  
Antonio Valdovinos Bardají

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón  
Grupo de Tecnologías de las Comunicaciones y  
Grupo de Tecnologías Fotónicas  
Universidad de Zaragoza

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Red Troncal</b> .....	<b>3</b>
2.1	Consideraciones iniciales .....	3
2.1.1	Consideraciones sobre la red .....	3
2.1.2	Consideraciones sobre el tráfico .....	4
2.1.3	Consideraciones sobre la oportunidad .....	4
2.1.4	Consideraciones sobre la capacidad .....	4
2.1.5	Consideraciones sobre la titularidad de la red .....	5
2.2	Tecnologías de red troncal en entornos ‘Metro’ .....	6
2.3	Infraestructura de comunicaciones de la red troncal .....	9
2.3.1	Edificio de Telecomunicaciones Milla Digital .....	9
2.3.2	Red troncal de fibra óptica .....	10
<b>3</b>	<b>Red de acceso</b> .....	<b>14</b>
3.1	Red de acceso basada en cable .....	14
3.1.1	Tecnologías de red de acceso basadas en cable .....	14
3.1.2	Infraestructura de comunicaciones de la red de acceso .....	19
3.1.3	Redes PLC .....	20
3.2	Red de acceso basada en tecnologías inalámbricas .....	24
3.2.1	Tecnologías inalámbricas para la red de acceso .....	24
3.2.2	Infraestructuras de comunicaciones móviles celulares .....	26
3.2.3	Radio sobre fibra .....	34
3.2.4	Infraestructuras para el despliegue de redes WIMAX .....	41
3.2.5	Infraestructuras para el despliegue de redes WiFi .....	45
3.3	Conclusiones relativas a la red de acceso .....	51
<b>4</b>	<b>Presupuesto</b> .....	<b>53</b>

## 1 Introducción.

En lo que respecta a la infraestructura de comunicaciones, ésta estará basada en una red de fibra óptica con dos partes diferenciadas: la red troncal y la red de acceso. Ambas estarán basadas en sistemas ópticos de comunicaciones, si bien la red troncal será únicamente óptica, mientras que la red de acceso podrá convivir con otro tipo de tecnologías, como pueden ser las inalámbricas o las xDSL. En cualquier caso la red de acceso deberá llevar fibra hasta el hogar y hasta las empresas instaladas en la zona, proporcionando un mínimo de 100 Mbps para el caso de los hogares y un ancho de banda estimado de 50 Mbps por empleado para las empresas.. La red troncal deberá soportar todo el tráfico que se vaya a generar tanto en viviendas como en empresas en el entorno de la zona denominada 'Milla Digital'. Previamente a exponer las tecnologías presentes y sus posibilidades, es conveniente hacer algún tipo de consideración.

## 2 Red Troncal

### 2.1 Consideraciones iniciales

#### 2.1.1 Consideraciones sobre la red

La red de la que estamos considerando su infraestructura es una red de las denominadas 'metro', lo que implica que las distancias no serán muy largas, que el volumen de tráfico será medio-intenso y que deberemos tener conexiones con la red de larga distancia y con la red de acceso. El tráfico será mayormente de datos y los costes no podrán ser tan elevados como los que se puede permitir la red de transporte a larga distancia. Se deberán tomar dos grandes decisiones en cuanto a la tecnología de la red de transporte y en cuanto a la tecnología de la red de acceso. Ambas decisiones deberán sobre todo tomarse teniendo en cuenta:

- a) La madurez y posibilidades técnicas, de forma que la infraestructura de comunicaciones no sea una red experimental, ya que todos los servicios dependen de ella.
- b) Las posibilidades que ofrecen las tecnologías más modernas, que permiten ofrecer nuevos servicios a un menor coste, de forma que la red evite la problemática de las redes más antiguas.

### 2.1.2 Consideraciones sobre el tráfico

Hoy en día el tráfico de datos sobrepasa ya al de voz, y esta tendencia se irá acentuando con el tiempo, ya que todos los nuevos servicios que se están ofertando hoy en día tienden a remarcar esta orientación. Este hecho ha sido el que ha originado que las nuevas redes de comunicaciones no estén tan orientadas hacia la voz como las antiguas, sino que incluyan nuevas funcionalidades y estén preparadas para recibir tráfico a ráfagas más que a multiplexar canales de voz que, aunque no se esté hablando (no transmitan datos), necesitan reservar un ancho de banda fijo mientras dura la conexión. Aplicaciones de transmisión de datos que requieren más ancho de banda de bajada que de subida, asimétricas, como las puras aplicaciones web o el vídeo bajo demanda se han desarrollado al amparo de tecnologías del tipo xDSL o cable. Estas tecnologías están paulatinamente perdiendo interés debido a la aparición de nuevas aplicaciones como voz sobre IP (VoIP), comunicaciones "peer to peer" (P2P) o redes de archivo masivo (SAN) que no son tan asimétricas (precisan más o menos el mismo ancho de banda de bajada que de subida). El desarrollo y uso de estas nuevas aplicaciones hace que tecnologías del tipo Ethernet se estén barajando como muy interesantes a la hora de construir nuevas redes dada su gran flexibilidad. Adicionalmente, como veremos, esto también tiene ciertas implicaciones en la red de transporte.

### 2.1.3 Consideraciones sobre la oportunidad

Disponer de redes previas que han debido dar servicio de telefonía fija es una ventaja inicial, pero limita en gran medida la búsqueda de soluciones más modernas donde las redes se pueden diseñar y desplegar desde un principio. Por otra parte, el hecho de que la zona a estudiar no se haya empezado a urbanizar todavía aporta una ventaja adicional, pues es posible diseñar la forma óptima de cómo queremos la red y no depender de la estructura urbana disponible para amoldarse a ella. Ambas ventajas deberían aprovecharse para realizar una red moderna, con alta capacidad y de coste medio-bajo.

### 2.1.4 Consideraciones sobre la capacidad

La Ordenanza Municipal para la Milla Digital establece en su artículo 3.1.10 sobre Instalaciones Domóticas y de Telecomunicaciones apartado 2 que "La red de acceso mediante fibra óptica debe proporcionar un ancho de banda mínimo de 100 Megabits por segundo por vivienda." y en el artículo 3.2.6 sobre Instalaciones de Telecomunicaciones en su apartado 4 que "La red de acceso debe proporcionar un ancho de banda mínimo de 50 Megabits por segundo por empleado con requisitos de conectividad". Por otra parte, el Plan Director de la Milla Digital, calcula, a partir de varias fuentes citadas (PGOU, Urbanismo, MIT), una evolución con un nivel de construcción final en 2015 de

2842 viviendas ocupando una superficie de 307.672 m<sup>2</sup> y una superficie dedicada a oficinas de 115.000 m<sup>2</sup> con una previsible ocupación de unos 4.000 empleados. Las tecnologías y equipamientos empleadas en la Milla Digital deben ser capaces de crecer con nivel de ocupación de la Milla Digital y ser capaces de ofrecer el ancho de banda requerido. De todas formas no se debería hacer directamente la cuenta de multiplicar ancho de banda disponible por número de usuarios, porque ni ese número reflejará la realidad de necesidades de transporte, ni será económicamente viable. Por ejemplo, si multiplicáramos la necesidad global de tráfico asegurando el ancho de banda para todo usuario en todo momento necesitaríamos dimensionar la red de transporte para manejar 500 Gb/s. Esto no es económicamente viable y por tanto habrá de tomarse una determinación acerca del ancho de banda real que se va a asegurar a empresas y hogares. Sirva como referencia la Campus Party 2005, celebrada en Valencia, donde simultáneamente se están conectando unas 5500 personas, a tasas del orden del Mb/s, y la infraestructura de salida aportada por Telefónica es de 3 líneas SDH de 622 Mb/s. Parece razonable escalar la red en un factor 10, al menos en lo que respecta a hogares. Podría hacerse también para empresas, aunque en este caso la calidad de servicio debería asegurarse al máximo. En cualquier caso la red deberá ser capaz de crecer en el tiempo según vayan instalándose empresas y hogares, lo que se asegura con la infraestructura propuesta.

### 2.1.5 Consideraciones sobre la titularidad de la red

En algunas regiones del mundo, sobre todo en algunos estados y ciudades de los Estados Unidos, se está adoptando la política de instalar, operar y mantener la infraestructura de comunicaciones bajo titularidad pública, y posteriormente alquilarla a los operadores para que proporcionen los servicios. Un ejemplo interesante de este tipo de idea es la red UTOPIA que conecta diversas ciudades del estado de Utah (<http://www.utopianet.org>).

La idea es que las instalaciones fueran públicas y las compañías operaran utilizando esa infraestructura, como en un aeropuerto, intentando ofrecer mejores prestaciones que las que las compañías privadas pudieran ofertar debido al coste, ya que en otro caso no tendría sentido de cara al ciudadano.

Sin embargo, esto no es posible actualmente en España dada la legislación vigente, en concreto lo dispuesto por el artículo 5 de la Ley 32/2003, Ley General de Telecomunicaciones, por el que se establece que *“la explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas se realizará en régimen de libre competencia sin más limitaciones que las establecidas en esta ley y su normativa de desarrollo”*.

Por tanto, la explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas en el entorno de la Milla Digital se realizará en régimen de libre competencia, respetando los procedimientos establecidos en la legislación vigente al respecto.

## 2.2 Tecnologías de red troncal en entornos ‘Metro’

Las tecnologías de red troncal en entornos metropolitanos han ido evolucionando en los últimos años de acuerdo a los cambios que se producen, de forma rápida, en los entornos de red. Hace unos años, la tecnología preferida para red troncal tanto para largas distancias como para entornos metropolitanos era la Jerarquía Digital Síncrona, más conocida en sus siglas en inglés como SDH. Sus ventajas son:

- Interoperabilidad entre fabricantes.
- Tecnología madura y flexible.
- Permite escalar los anchos de banda de forma progresiva.
- Permite multiplexar y demultiplexar contenedores virtuales (líneas de ancho de banda menor del transportado) de forma sencilla.
- Dispone de un sistema de gestión, alertas y mantenimiento de la red (OA&M).
- Es compatible con los sistemas más antiguos conocidos como PDH.

Las redes en entornos metropolitanos se realizaban en topologías en anillo, que confieren a la red algunas ventajas adicionales:

- Proporcionan un sistema de protección de red.
- Permiten encadenar anillos de igual o menores tasas de transmisión.
- Permiten aprovechar al máximo el ancho de banda disponible en el anillo.

Por tanto, a la hora de plantear una red troncal de transporte, pensar en sistemas SDH debe ser la primera opción. Pero también tienen algunas desventajas:

- Son sistemas caros, comparados con otras tecnologías.
- El sistema de gestión de red es poco flexible.
- No están preparados para soportar de forma directa tráfico de paquetes.

Adicionalmente, hay un último escollo: los sistemas SDH se han ligado históricamente para la gestión del tráfico de datos para dar calidad de servicio con una tecnología como ATM que, si bien es técnicamente buena para las aplicaciones de transmisión de voz o vídeo paquetizadas, es muy cara.

Hoy en día existen otros tipos de alternativas que proporcionan más flexibilidad por un costo menor, aunque está por ver que las prestaciones sean tan buenas como las proporcionadas por la combinación de tecnologías SDH+ATM. Algunas de estas alternativas no descartan SDH como tecnología de transporte, pero tratan de que ésta no sea la única alternativa. Además, se trata de aprovechar al máximo las posibilidades de la fibra óptica.

De forma histórica, el crecimiento en ancho de banda desde las tecnologías SDH se hizo a través de introducir nuevos láseres en la misma fibra, esto es, multiplexar cada canal con una portadora óptica diferente. Esto, en el dominio eléctrico, es bien conocido, y se denomina FDM (Frequency Division Multiplexing). De la misma forma, en el dominio óptico se le denominó WDM (Wavelength Division Multiplexing). La ventaja de utilizar WDM es clara: aumentamos el ancho de banda sin instalar nueva fibra, aprovechando al máximo las posibilidades que nos ofrece una fibra óptica en cuanto a capacidad. Pero hay algo más: la flexibilidad que aporta a una red, porque disponemos de un grado de libertad adicional: la longitud de onda. Para ver esto, utilicemos un ejemplo: Imaginemos que existe un enlace a 155 Mbps entre dos puntos con tecnología SDH, evidentemente a una longitud de onda digamos  $\lambda_1$ . Imaginemos que queremos aumentar la capacidad del enlace. Tendríamos, en la visión no-WDM, dos alternativas: utilizar otro par de fibras, lo que es carísimo, o cambiar el equipo de 155 Mbps por otro de mayor capacidad, lo cual es dilapidar recursos. Usando un par de elementos pasivos podemos multiplexar otro canal en la misma fibra óptica a una longitud de onda  $\lambda_2$ , pero además, al hacerlo, podemos decidir (y esto es lo importante) que el nuevo canal no sea SDH, sino por ejemplo GbEthernet. Ambas tecnologías pueden convivir perfectamente y permite flexibilizar la red, a costa de un menor control sobre la misma.

Hay básicamente dos tipos de tecnologías WDM que se están aplicando hoy en día: si pretendemos introducir muchas longitudes de onda en una fibra (hasta 80) deberemos ir a la tecnología DWDM (Dense WDM), que es la principal en entornos de red troncal de larga distancia. En entornos metropolitanos es más normal encontrar soluciones más baratas (por tener menores tolerancias) con menos longitudes de onda: CWDM (Coarse WDM), que tiene hasta 8 longitudes de onda. Los sistemas WDM permiten comenzar utilizando uno o unos pocos canales e ir aumentando en número de longitudes de onda (o 'colores') según se precise por necesidades de ancho de banda. Esto es importante si se desea hacer una gestión económica adecuada de la red, ya que introducir anchos de banda muy altos al principio en una red nueva es un gasto elevado que no generará retornos hasta que ese ancho de banda esté 'lleno'. En un sistema WDM se puede crecer a la vez que llegan los retornos y permite flexibilizar la gestión.

Las desventajas de las tecnologías WDM son:

- Al final, el sistema WDM debe estar soportando otra tecnología de red, por lo que si queremos sistemas de gestión de red e ingeniería de tráfico deberemos seguir utilizando otro tipo de tecnologías.
- Se pierde granularidad (la posibilidad de extraer un canal de bajo ancho de banda).
- La red debe ser más exigente desde el punto de vista físico (sobre todo con DWDM).

Por otra parte, el avance de las redes basadas en servicios Ethernet es ya imparable, si bien no avanza todo lo que debiera debido a las inversiones ya efectuadas en redes tipo ATM. Ethernet, como tecnología de LAN, es ya el estándar de facto cuya principal ventaja es el coste de los equipos terminales, sin olvidar la penetración hasta el usuario, que su escalado multiplica el ancho de banda por 10 cada vez que aumenta un orden en la jerarquía y que puede finalmente utilizarse también en el transporte de datos, sobre todo en redes Metro. Como hemos dicho este tipo de redes soporta cada vez más flujos de datos para los que Ethernet está concebida. Por tanto, en breve tiempo Ethernet colonizará también las tecnologías WAN e incluso el acceso a través de nuevas propuestas como por ejemplo las redes EPON. Hasta que llegue ese momento, se están barajando nuevas alternativas en las que se tiene en cuenta el carácter 'a ráfagas' de las comunicaciones de datos, que no es muy compatible con tecnologías de tipo TDM como SDH si no se trabaja con ATM. Para ello se están planteando tecnologías denominadas POS (Packet Over SDH), en la que se optimiza la entrada de tráfico a ráfagas en sistemas TDM como SDH, e incluso están apareciendo sistemas Ethernet para transporte puro como 10GbE PHY.

De todas formas, y en un entorno 'metro', tenemos alternativas para el transporte, basadas puramente en tecnología Ethernet. El problema con que nos podemos encontrar en entornos con calidad de servicio exigente, como puede ser el entorno empresarial, es la ingeniería de tráfico. Los sistemas basados en ATM permiten realizar redes privadas virtuales (VPNs), aportar calidad de servicio a los clientes y priorizar paquetes a los que les resulte negativo un pequeño retraso o 'delay', como aplicaciones de Voz sobre IP (VoIP). Afortunadamente se han desarrollado nuevas tecnologías de ingeniería de tráfico basadas en el etiquetado de paquetes, lo que denominamos MPLS (Multi Protocol Label Switching). Uniendo esta tecnología con Ethernet encontramos realmente una alternativa a la combinación entre SDH y ATM, que compite sobre todo en precio, pero también en flexibilidad, preparación para servicios más modernos e incluso permite la integración de redes ATM en las propias basadas en MPLS. Aunque no está todavía tan implantada y desarrollada como los sistemas SDH, ni tiene tantas empresas fabricantes, es una opción interesante para nuevas redes como será la que se instalará en la Milla Digital. En entornos menos exigentes, como pueden ser los entornos residenciales, las tecnologías Ethernet pueden aportar suficiente calidad de servicio con un costo menor sin tener que implementar MPLS.

Para resumir, vemos que existen dos tipos de tecnologías de transporte en entornos 'metro' con filosofías diferentes pero que pueden convivir, sobre todo si se combinan con tecnologías CWDM o DWDM para las cuales la transparencia de protocolos y tecnologías de red es una de sus virtudes. La elección de estas tecnologías, no obstante, no debe ser escogida en el corto plazo, ya que desde un punto de vista inicial lo que se precisa es disponer de una red de fibra óptica que no limite ninguna de ellas, como veremos en los siguientes puntos.

Las empresas que ofrecen soluciones de red de transporte en entornos metro basadas en SDH y WDM son las primeras empresas de telecomunicaciones del mundo: Lucent, Alcatel, Cisco, Nortel, etc. En cuanto a soluciones CWDM hay más empresas, aunque generalmente no se dedican a la red en sí sino a integrar equipos de otros fabricantes en entornos WDM. Cabría aquí destacar a Telnet Redes Inteligentes S.L. como fabricante de la propia ciudad de Zaragoza.

En cuanto a los sistemas basados en Ethernet con MPLS, existen empresas con equipos instalados ya en varios entornos metro (MAN) y superiores (WAN) como, principalmente, River Stone Networks (<http://www.riverstonenet.com/>) o Juniper Networks (<http://www.juniper.net>).

## **2.3 Infraestructura de comunicaciones de la red troncal**

Los elementos constitutivos de la red troncal son:

- A. Edificio de Telecomunicaciones Milla Digital.
- B. Red troncal de fibra óptica.

### **2.3.1 Edificio de Telecomunicaciones Milla Digital**

Se plantea la necesidad de disponer de un edificio que actúe como central de gestión y conmutación de red y proporcione conectividad a las redes externas de otros operadores. Este edificio podría disponer de varias plantas, de modo que en una de ellas (nunca en el sótano) se instalasen las funciones relacionadas con la gestión de la red de telecomunicaciones. El resto de plantas podrán ser alquiladas por empresas proveedoras de servicios (seguridad, teleasistencia, servicios domóticos, gestión de la red, etc.) o por empresas interesadas en utilizar la red como laboratorio avanzado o plataforma de desarrollo y pruebas de servicios de red inteligente, protocolos de señalización de red para servicios multimedia, estrategias de gestión de recursos radio, mecanismos de tarificación y facturación, garantía de seguridad en el acceso a las redes y en las comunicaciones, etc.

Algunas especificaciones del Edificio de Telecomunicaciones Milla Digital son:

- Ubicación cercana a la estación del AVE por la disponibilidad de conectividad con las redes troncales de las principales operadoras.
- Disponibilidad de sistemas de alimentación permanente, sistemas de climatización, seguridad, etc.
- Disponibilidad de espacios e infraestructuras técnicas adecuadas para los diferentes usos (patinillos accesibles, cuartos de

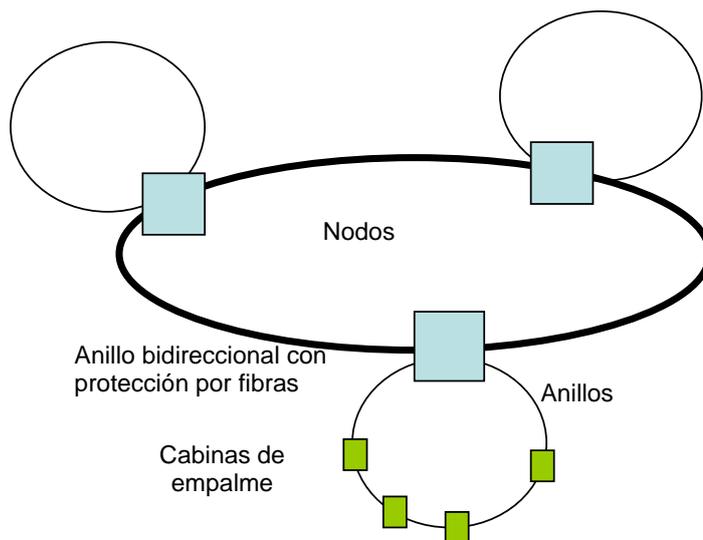
comunicaciones amplios y ubicados convenientemente, suelo técnico, etc.)

- Conectividad de alta capacidad a redes de otros operadores (incluyendo posible backup mediante radioenlaces digitales o enlaces satelitales).

### 2.3.2 Red troncal de fibra óptica

La estructura idónea para la red troncal es una configuración en anillo con duplicidad en nodos de acceso de modo que se garantice la máxima disponibilidad de la red. Dicha red troncal debe ser capaz de proporcionar una capacidad adecuada y disponer de tecnologías de red adecuadas para gestión y protección. La tecnología SDH sería la más adecuada para este caso. El tipo de red de acceso no se vería limitado por la elección de la tecnología ni de la configuración de la red troncal, lo que permite tomar decisiones más adelante en ese sentido. En cualquier caso, una tecnología de red óptica pasiva (PON) podría ser ideal para el acceso desde la red troncal.

El esquema topológico de la red troncal podría ser:



**Figura 1.- Topología de la red troncal**

En el primer esquema propuesto existirían tres nodos principales, situados respectivamente en la estación del AVE, uno de los edificios del otro lado de la A68 (por ejemplo, el Edificio de Telecomunicaciones Milla Digital) y algún edificio de la zona más alejada, cubriendo así las tres zonas más importantes. Los dos primeros nodos nombrados serían los adecuados para

conectarse a redes de las operadoras. Dentro de cada edificio se debe disponer de un cuarto de telecomunicaciones de al menos 50m<sup>2</sup>, dotado de suelo y techos practicables, climatización adecuada para trabajar a temperaturas fijas, instalación eléctrica y fuerza, sistemas de seguridad y entradas y salidas practicadas para los diferentes cables al cuarto. Los tres nodos deberían estar unidos por cables de fibra óptica de 256 fibras, lo que permitirá en su momento hacer llegar una fibra óptica desde cualquiera de los nodos a los múltiples terminales que podrían existir en el futuro. De cada uno de los nodos principales saldrán anillos que contarán, a su vez, con cabinas de empalme, al menos una por cada parcela del barrio de la milla digital. Dichas cabinas deberán estar preparadas para planta externa, en principio no deberían contar con fuerza eléctrica y, caso de ser armarios exteriores, se podrán mimetizar con el entorno. Cualquier elemento (edificio, antena, empresa, etc.) que precise una fibra óptica dentro de una parcela necesitará de una canalización hasta la cabina de empalme para tomar alguna de las fibras ópticas disponibles. Desde este punto de vista, el cable de 256 fibras representa un sobrecoste sobre el de 128, pero que no es significativo para las distancias que se manejan y permite más flexibilidad y capacidad de la red. Topologías del tipo PON para red de acceso como las propuestas más adelante, permiten reducir el número de fibras en red troncal para colocar divisores de haz o splitters y producir la granularidad en las cabinas de empalme. No obstante la topología de red propuesta no limita esta posibilidad y utilizar cables con más fibras posibilita tomar otras opciones en el futuro que no utilicen estas tecnologías.

Las cabinas de empalme podrán ser de dos tipos: cajas de empalme de exterior (soterradas o colgadas sobre algún elemento urbano) o armarios de exterior. Los armarios de empalme exteriores tienen la ventaja del fácil acceso a los empalmes o divisores que eventualmente pudieran instalarse, lo cual reduce los costes de mantenimiento. Por el contrario, los armarios de exterior ocupan un espacio en la vía pública y son más sensibles a actos de vandalismo o accidentes, por lo que habrá que valorar si es mejor utilizar cajas de empalme soterradas (torpedos) cuyo coste es menor, pero son más complicadas de instalar y mantener. Otra posibilidad es utilizar el mobiliario urbano ya existente para mimetizar las cabinas de empalme. Las cabinas de empalme, ya sean cajas o armarios, deberán poder soportar el empalme de todas las fibras que tengan los cables, deberán poder instalar divisores o splitters y tener al menos dos entradas grandes para los cables y varias salidas para la distribución de las fibras.

En la figura 2 se observan los dos tipos de cabinas de empalme. Se aprecia la facilidad de instalación y mantenimiento del armario y la forma más compacta de la caja de empalme para exterior.



**Figura 2.- Cabinas de empalme**

La topología mostrada en la figura 1 se explicitaría sobre el terreno utilizando diferentes tramos de fibra y cabinas como se muestra de forma orientativa en la figura 3:



**Figura 3.- Esquema de la red troncal**

Esta figura debe entenderse únicamente como un esquema aproximado y orientativo de las ubicaciones de los nodos y de la conectividad entre ellos. Los caminos físicos más convenientes para la realización de las canalizaciones deberán ser determinados una vez se disponga de toda la información

detallada de las características urbanísticas. Tales canalizaciones deberán ser realizadas a lo largo de calles y carreteras, y aprovechando siempre que sea posible la existencia de canalizaciones preexistentes o galerías de servicio. Asimismo, el número de cabinas de empalme podrá ser disminuido de acuerdo a las necesidades reales que se deriven de posteriores estudios más detallados. Este hecho no afectará ni a la topología ni a los caminos de canalización previstos.

De esta forma, usando las canalizaciones citadas y el cable de fibra se pueden realizar topologías tan complejas como se desee, utilizar tecnologías PON o no, y existirá una capilaridad adecuada para el número de fibras que sea necesaria en cada parcela. Un aspecto interesante es que un cuarto nodo se podría poner de forma sencilla en el Meandro de Ranillas, formando una red con 4 nodos con anillo perfectamente cerrado uniendo los nodos 2 y 3 con el eventual cuarto. Adicionalmente, existiría la posibilidad de ampliación de la red troncal hasta el entorno del Portillo, donde podría instalarse un nuevo nodo y de forma que se pudieran compartir los recursos. Este esquema debe ser tomado a modo de orientación, ya que desconocemos cómo será y quedarán los accesos realmente y no estamos dando ninguna indicación de por dónde deberán ir físicamente los tramos de cable. Independientemente de la implementación final de los caminos físicos de canalización, se debe garantizar que los tramos que unen los diferentes nodos principales vayan por caminos físicamente diferentes para conseguir una protección de caminos 1+1 completa.

Algunas especificaciones de la red troncal podrían ser:

- Capacidad de transporte de información a velocidades no inferiores a 2,5 Gigabits/segundo en red troncal. Si el ancho de banda no es suficiente en el futuro, se podrán utilizar equipos CWDM o DWDM para el incremento de nuevas líneas, bien sean SDH o Ethernet. En este punto la idea inicial podría ser empezar con una línea SDH a 2,5 Gbps sobre una longitud de onda CWDM e ir creciendo a nuevas líneas SDH sobre la misma fibra según se fuera necesitando. Los enlaces de 10Gb/s también pueden ser contemplados, pero habrá de asegurarse una correcta granularidad de los flujos de datos de orden superior, lo que probablemente lleve a unos multiplexadores ADM más complejos y costosos.
- Anillo bidireccional de 4 fibras con protección 1+1.
- Cable de fibra óptica monomodo estándar de 256 fibras. Si está previsto utilizar DWDM, no estaría de más valorar el coste de utilizar un número pequeño de fibras (4-8) del tipo Allwave (OFS), que eliminan el pico central de absorción y permiten utilizar entornos CWDM más completos para la red troncal, o del tipo MetroCor (Corning) con características mejoradas en cuanto a dispersión (fibras NZDSF).

- Topología de red troncal en anillo con canalización de al menos cuatro tubos de 110 mm, si la gestión de red es pública o por una única empresa a la que se le subcontrate tal actividad. En el caso de que se desee que cualquier operadora acceda con su propia red hasta la toma de usuario, se deberían contemplar al menos dos tubos de 110 mm por operadora.

La red troncal propuesta no limita en algún modo las diferentes opciones que se pudieran barajar para el acceso o inclusión de otro tipo de tecnologías, ahora o en el futuro.

Incluso podría valorarse la posibilidad de introducir dos redes de transporte diferentes descansando sobre el mismo cable. Una de ellas, la residencial, podría tener menores prestaciones en cuanto a calidad de servicio, podría hacerse utilizando tecnologías puramente Ethernet, lo que permitiría obtener por el mismo precio mayor ancho de banda, garantizando así buena parte del máximo ancho de banda ofrecido. La otra, destinada a empresas y usuarios con recursos, tendría mejores prestaciones en cuanto a calidad de servicio y gestión y podría basarse en SDH ó tecnología Ethernet de transporte más una tecnología de ingeniería de tráfico como MPLS.

## 3 Red de acceso

### 3.1 Red de acceso basada en cable

#### 3.1.1 Tecnologías de red de acceso basadas en cable

Las tecnologías de acceso de banda ancha por cable que están funcionando hoy en día en nuestras ciudades son básicamente dos: la tecnología ADSL (operada por Telefónica, pero también por el resto de operadoras) y la tecnología cable-modem (operada en exclusiva por AUNA en nuestra región). Ambas tecnologías, si bien son diferentes, se parecen en que proporcionan un servicio asimétrico, que comparten un ancho de banda fijo para un número elevado de usuarios, y que las velocidades máximas que pueden aportar están en el rango de unos pocos Mbps. En cambio, en sus diferencias, hay una fundamental: la red ADSL está instalada ya en las ciudades, ya que emplea el par de cobre telefónico para la transmisión, mientras que la cable-modem ha de instalar toda la red nueva, pues el medio de transmisión no está disponible en la red de acceso telefónica básica. A la hora de plantear una nueva red, como sería la Milla Digital, hay que pensar qué tipo de servicios y ancho de banda se quiere aportar a los usuarios y ver qué tecnologías se quieren implantar, ya que se va a hacer desde cero. Los servicios, cada vez más tienden a una simetrización del flujo de datos, esto es, ya no son tan asimétricos (videoconferencia, 'gaming', SAN (Storage Area Networks), VoIP, etc...). Adicionalmente, se pretende que la red de la Milla Digital posea un ancho de banda elevado por usuario, del orden de 100 Mbps.

Ambos hechos imponen buscar nuevas tecnologías de acceso por cable, ya que ni ADSL ni la tecnología cable-modem son capaces de aportar ese ancho de banda, al menos de forma sencilla o con la tecnología actual.

Para ofrecer el ancho de banda requerido se pueden utilizar diversas soluciones tecnológicas. En estos momentos se está desarrollando muy rápidamente la industria productora de estas soluciones, por lo que se ofrece a continuación una relación de las actuales tecnologías, sus características más importantes y las empresas que ofrecen equipamiento de cada una de las tecnologías apuntadas. Dada la gran actividad industrial en este campo, pueden surgir nuevas soluciones en poco tiempo, lo que supone que en el momento de ejecutar la obra será necesaria una revisión de las tecnologías y los fabricantes. El momento lógico para dicha revisión sería cuando se presente el proyecto de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación para la Milla Digital tal y como indica el apartado 1 del artículo 3.1.10 sobre Instalaciones Domóticas y de Telecomunicaciones de la Ordenanza Municipal.

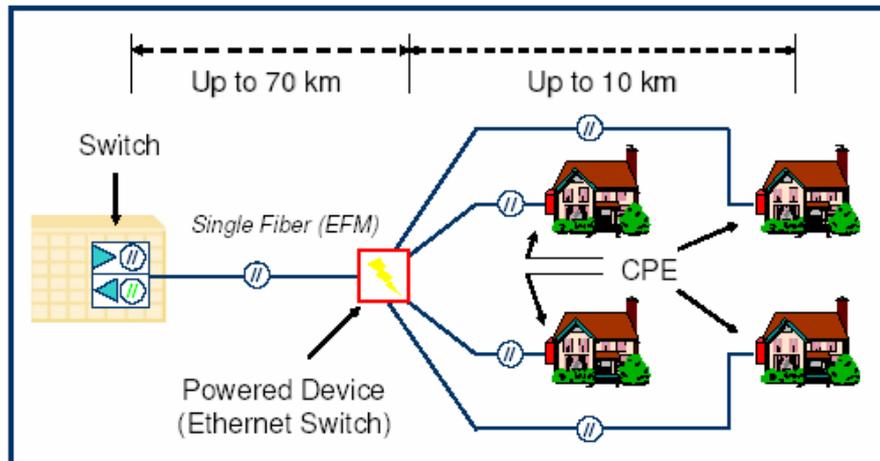
De entre las actuales alternativas tecnológicas para dar servicio de comunicaciones de banda ancha por fibra óptica hasta el hogar (FTTH) o hasta el edificio (FTTB) se presentan a continuación aquellas con un desarrollo suficiente como para que ya exista un estándar. Las soluciones más interesantes son:

- Fiber Optic Gigabit Ethernet, estándar IEEE 802.3z.
- EPON (Ethernet Passive Optical Network) con estándar IEEE 802.3ah.
- BPON (Broadband Passive Optical Network), estándar ITU G.983.
- GPON (Gigabit Passive Optical Network), estándar ITU G.984.

Las dos primeras utilizan Ethernet como tecnología de red, lo cual es una ventaja dado que los 100 Mbps que ofrece Fast Ethernet son exactamente los que queremos aportar a cada hogar, además de que todos los ordenadores personales vienen con tarjetas que usan Ethernet como tecnología de red primaria. Todas estas tecnologías pueden utilizarse para llevar la fibra hasta el hogar, pero sería más lógico plantear la llegada de una fibra hasta el edificio, donde en el cuarto de comunicaciones estuviera el equipamiento de pasarela, y desde allí una distribución a los hogares bien de fibra multimodo o por cable de cobre (par trenzado, categoría 5 o superior). Desde este punto de vista, es muy barata y flexible la utilización de tecnologías Ethernet de los nodos hasta los edificios, y posteriormente su distribución a los hogares mediante switches o routers.

La tecnología basada en Fiber Optic Gigabit Ethernet consiste en la instalación de una red Ethernet Punto a Punto con conexiones por fibra óptica.

La arquitectura de red es la misma que la de una red Ethernet punto a punto convencional en la que los diversos elementos activos de la red, switches, distribuyen el ancho de banda entre los usuarios, pero utilizando una fibra óptica como medio de transmisión.



**Figura 4.- Arquitectura de red basada en Fiber Optic Gigabit Ethernet**

Esta arquitectura de red requiere que cada uno de los usuarios disponga de una conexión directa mediante una fibra óptica con el Switch Ethernet que distribuye el ancho de banda entre los usuarios. Dadas las distancias implicadas en la Milla Digital, una red de acceso basada en esta arquitectura puede llevarse a cabo mediante la instalación de un conjunto de Switches Ethernet en los tres nodos primarios de la red troncal de la Milla Digital. De esa manera, como se comenta en el apartado anterior, puede establecerse una protección 1+1 entre ellos.

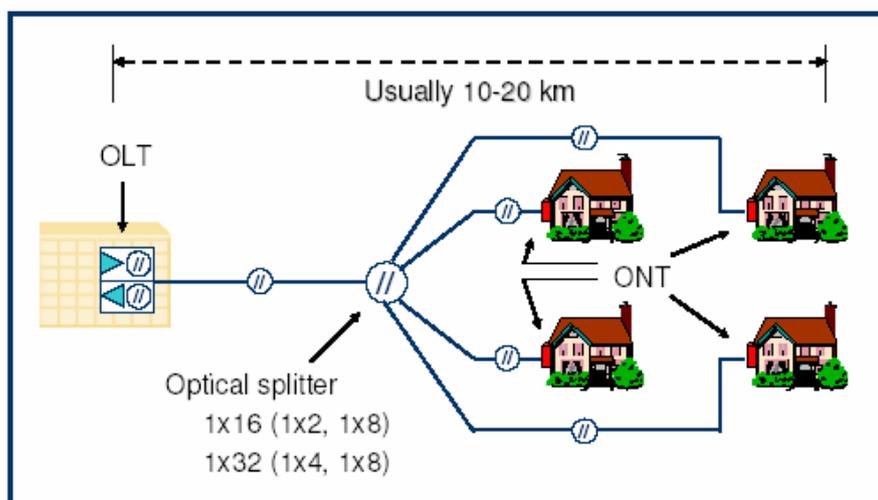
Desde los nodos principales se establecerán conexiones por fibra óptica desde cada una de las viviendas o grupo de oficinas hasta el nodo primario más cercano mediante el cable de 256 fibras. Dado el número de viviendas que se espera construir en la Milla Digital puede haber limitaciones en el cable de 256 fibras y que en determinadas zonas no sea posible realizar una conexión 1 a 1 entre cada vivienda y el nodo primario más cercano. Una solución puede ser la instalación de Switches Ethernet en las Cabinas de Empalme, pero se requiere entonces de suministro eléctrico y adecuadas condiciones de temperatura y humedad. Otra solución puede ser la utilización de técnicas CWDM para compartir una misma fibra en algunos de los tramos. En cualquier caso ambas soluciones encarecerían el proyecto.

Además, esta tecnología es la más cara de las cuatro mencionadas, por lo que cabría su aplicación para la zona de oficinas de la Milla, ya que esta arquitectura aporta un nivel de privacidad de las conexiones vía hardware, seguramente muy apreciada por las empresas. Por otra parte es la tecnología

que, a priori, es capaz de generar un mayor ancho de banda, presenta una mayor fiabilidad y ha sido contrastada en el mundo entero.

Un gran número de empresas ofertan en este momento equipamiento para este tipo de redes: 3Com, Alcatel, Allied Telesis, Alteon Networks, Bay Networks, Cabletron Systems, Cisco, Extreme Networks, Foundry Networks, HP, Intel y Nortel además de empresas aragonesas, como es el caso de TELNET Redes Inteligentes S.A.

Las otras 3 tecnologías citadas (EPON, BPON y GPON) se basan en la compartición de una red de fibra óptica en estructura de árbol. El nombre PON proviene de Passive Optical Network, y quiere enfatizar el hecho de que se pueden utilizar elementos pasivos de fibra óptica para la distribución de las señales, lo cual representa a priori un abaratamiento de los costes y de las infraestructuras. En una red EPON, una unidad denominada cabecera del operador (OLT) realiza las funciones de conexión entre la red de acceso y la red troncal. Dichas unidades OLT deberán estar situadas en los nodos primarios y conectadas con la red de las operadoras mediante la protección ofrecida por el anillo bidireccional de la red troncal de la Milla Digital.



**Figura 5.- Arquitectura de red basada en xPON**

La conexión entre los terminales de usuario (ONT) y la cabecera se realiza mediante la conexión de todas las fibras que llegan a cada uno de los usuarios a un divisor de potencia que es el que está directamente unido por fibra óptica a la cabecera. El divisor de potencia es un componente óptico pasivo que no requiere de ningún tipo de alimentación y que soporta habitualmente temperaturas de entre  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$  sin variación en sus prestaciones, por lo que dicho componente puede ser instalado en las cabinas de empalme.

Cada una de las tecnologías apuntadas posee diversas peculiaridades que se muestran de forma resumida en la siguiente tabla.

	<b>EPON</b>	<b>BPON</b>	<b>GPON</b>
<b>Standard</b>	IEEE 802.3ah	ITU G.983	ITU G.984
<b>Ancho de Banda Máximo</b>	1000 Mbps	622 Mbps	2488 Mbps
<b>Usuarios conectados por cabecera</b>	16	32	64
<b>Ancho de Banda promedio por usuario</b>	60 Mbps	20 Mbps	40 Mbps
<b>Coste relativo.*</b>	Bajo	Medio	Alto

\* Según el "Photonics and Networking Research Laboratory, Universidad de Stanford"

**Tabla 1.- Características de las tecnologías xPON**

La tecnología BPON resulta ya hoy día obsoleta y ha sido sustituida por la GPON en Estados Unidos donde se inició la implantación es este tipo de redes. La tecnología GPON ha sido la última de la tres en ser estandarizada. Actualmente este tipo de equipamiento es ofrecido por: Alcatel, Flexlight, Optical Solutions y Terawave, principalmente al mercado Americano donde operadoras como Verizon, SBC o Bellsouth están usando esta tecnología.

Por último, la tecnología EPON es una tecnología que desde el primer momento se desarrolló con la intención de hacer uso del amplio número de diseños ya existentes de componentes Ethernet. Por ello se trata de la tecnología más barata. En estos momentos empresas como: Alloptic, Centillum, Passavé y Teknovus ofrecen los componentes necesarios para instalar redes EPON, principalmente al mercado asiático, donde empresas como NTT y KDDI están ofreciendo ya conexiones de 100 Mbps mediante esta tecnología. En Aragón, la empresa TELNET Redes Inteligentes también tiene disponible en la actualidad equipamiento para este tipo de redes, lo cual abriría la puerta a disponer de equipos con tecnología zaragozana en la Milla Digital.

Gracias al cable de 256 fibras instalado, la distribución concreta de viviendas conectadas a una misma cabecera (16 a 64) puede llevarse a cabo de una forma flexible en función de la tecnología empleada. Adicionalmente, no hay ningún problema para que los elementos divisores pasivos se encuentren en las cabinas de empalme, ya que no precisan de fuerza eléctrica para su operación y son de tamaño reducido.

En resumen, las tecnologías más interesantes a la hora de plantear la red de acceso son la red Ethernet de alta velocidad o alguna de las soluciones PON, siendo la EPON posiblemente la más prometedora. Además, cabe destacar las posibilidades de sinergia que podría tener disponer de una red

'core' o de transporte basada en Ethernet con ingeniería de tráfico MPLS y red de acceso basada asimismo en tecnologías Ethernet.

### 3.1.2 Infraestructura de comunicaciones de la red de acceso

- Las viviendas edificadas en Milla Digital deberán permitir la instalación en sus zonas comunes de los equipos de telecomunicaciones necesarios para cumplir con los requisitos de conectividad total en la zona (estaciones base de telefonía celular, antenas mimetizadas, cámaras de vídeo, puntos de acceso inalámbricos, etc.), todo ello de acuerdo a la normativa legal vigente y minimizando el impacto ambiental y visual.
- Asimismo, las viviendas edificadas en Milla Digital deberán disponer del espacio necesario para ubicar los equipos requeridos para la conexión con la red troncal y para la distribución y gestión de las redes internas del edificio. Espacio que debe contar con las condiciones de accesibilidad adecuadas.
- A todas las viviendas y oficinas de la milla digital debe llegar una acometida de fibra óptica. Configuración conocida como FTTH (Fiber To The Home). Esto se hará de forma sencilla a través de la configuración de red troncal propuesta y la inclusión de equipos FTTH en los edificios y las ONUs (Unidades de red óptica) en las casas
- Deben implantarse canalización desde las cabinas de empalme hasta todos los semáforos, farolas, paradas de autobús, paneles publicitarios y otros elementos del mobiliario urbano que puedan ser susceptibles de telecomando, teleactuación o uso como interfaz de comunicaciones.
- Cada edificio deberá disponer de un espacio empotrado en pared, convenientemente equipado y accesible desde el exterior para la concentración/multiplexación de las conexiones de fibra óptica procedentes de los elementos de la arquitectura urbana común.
- Todos los edificios deben ser diseñados (cálculo estructural, accesibilidad y disponibilidad de instalaciones, etc.) de modo que puedan albergar estaciones base de telefonía celular.
- Todos los edificios, públicos y privados, deben cumplir como mínimo los requisitos exigidos para la normativa vigente en materia de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICTs). En cualquier caso, estos requisitos pueden ser insuficientes para la provisión de todos los servicios planteados para Milla Digital. En

estos casos, la Infraestructura Común de Telecomunicaciones será diseñada de manera que garantice el adecuado cumplimiento de las especificaciones planteadas por Milla Digital.

- Los elementos constitutivos de las diferentes redes de acceso inalámbrico podrán estar situados en edificios, mobiliario urbano o nodos de la propia red troncal de fibra óptica. El esquema propuesto permite alcanzar mediante técnicas de radio sobre fibra cualquier punto en el que se ubiquen las antenas.

### 3.1.3 Redes PLC

La idea de transportar datos sobre las redes eléctricas no es algo que haya surgido en los últimos años. De hecho, las líneas de electricidad hace tiempo que se utilizan para transmitir información que no requería gran ancho de banda, como la monitorización y lectura de los contadores. PLC (*Power Line Communications*) es una tecnología que posibilita la transmisión de voz, vídeo y datos sobre las redes eléctricas. Es decir, transporta todos los servicios de una red IP (Internet) hasta la toma de corriente de los hogares u oficinas. Para ello hay que conectar la red de telecomunicaciones a la estación de transformación y desde ahí emplear la red eléctrica para llegar al cliente final.

Al usuario le basta un módem PLC conectado a cualquier enchufe para recibir la conexión de banda ancha. Este módem recibe la señal de un repetidor situado en el cuarto de contadores del edificio (que puede atender hasta 256 equipos), conectado a su vez a un centro de distribución del que recibe los datos a una velocidad de hasta 200 Mbps.

Uno de los problemas de esta tecnología proviene del hecho de que los datos viajan por la red eléctrica a una frecuencia (de 1 a 34 MHz), en la banda utilizada por los radioaficionados. Por ello, el débil aislamiento de los cables eléctricos, unido al mal estado de algunas redes, hacen que la instalación eléctrica de un hogar se pueda convertir en una antena que, por un lado, recibe toda clase de 'ruidos' electromagnéticos del exterior y, por otro, deja escapar señales que pueden interferir en otras comunicaciones.

Las empresas dedicadas a la tecnología PLC esperan que los avances en la tecnología, los estándares de comunicación y el reciente apoyo de la Unión Europea den un nuevo impulso al PLC, que puede aprovechar el imparable avance de Internet y la proliferación de servicios de (voz y datos) que requieren banda ancha. Para ellas, el despliegue sin necesidad de obra civil en las actuales líneas de distribución eléctrica (con una cobertura de la población superior al 90%) convierte a PLC en una alternativa muy competitiva en coste y prestaciones frente a las actuales soluciones de banda ancha.

Sin embargo, la entrada de las eléctricas en el mercado de las telecomunicaciones no está exenta de problemas y no terminan de despejarse

las dudas respecto a la posible contaminación del espacio radioeléctrico de esta tecnología, a pesar de que algunas pruebas han demostrado que puede funcionar sin interferir en otras comunicaciones.

En cuanto al funcionamiento de la red, la energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia (50 ó 60 Hz), mientras que los datos que viajan por esa misma red utilizan la banda de 1 a 34 MHz, atravesando varios tramos:

- Un primer tramo de Media Tensión (entre 15 y 50 Kilovoltios) desde la central generadora hasta el primer transformador.
- Tramo de Transporte o de Alta Tensión (de 220 a 400 Kilovoltios) que lleva la energía hasta la subestación de transporte.
- Tramo de Media Tensión (66-132 Kilovoltios) hasta la subestación de distribución.
- Último tramo de Media Tensión (10-50 Kilovoltios) hasta el centro de distribución.
- Red de Baja Tensión (220-380 voltios) que distribuye la energía dentro a los centros urbanos.

PLC ofrece llevar Internet a alta velocidad allí donde llega la luz eléctrica sin necesidad de crear nuevas redes y con gran comodidad para el usuario, que sólo tiene que enchufar el PC. Entre las características de esta tecnología destacan:

- Velocidades de transmisión de hasta 200 Mbps en el tramo final (que llegarán al usuario compartidos con el resto de abonados –hasta 256– al mismo repetidor).
- No precisa obras ni cableado adicional y el proceso de instalación es rápido y sencillo para el cliente final, lo que facilita la oferta de servicios competitivos en calidad y precio.
- El enchufe es la toma única para la alimentación, voz y datos (Internet).
- La conexión es permanente y el servicio eléctrico no se ve afectado.

El principal inconveniente de PLC es que, aunque la tecnología haya avanzado mucho, todavía no se ha implantado y entra en fuerte competencia con un ADSL muy extendido. Además, según la opinión de algunos expertos, no se han despejado las dudas sobre las interferencias del PLC en la banda HF (Alta Frecuencia). Por otra parte, y al igual que sucede con las comunicaciones móviles, también con esta tecnología existen sectores sociales claramente enfrentados. Así, según la comunidad de radioaficionados, el grado de interferencias detectadas durante las pruebas piloto ha sido muy perjudicial

para sus intereses. De hecho, la Unión de Radioaficionados Españoles (URE) ha creado el Grupo PLC para seguir la implantación de esta tecnología y su impacto en la banda de HF. En uno de los artículos publicados en su sitio web se asegura que en todos los países tecnológicamente avanzados *"el PLC ha sido objeto de enconadas discusiones públicas ante el justificado temor de que este servicio traiga un intolerable aumento del ruido eléctrico que dificulte el uso del espacio radioeléctrico"*. Un comunicado de la URE afirma que el PLC está prohibido por ley en algunos países, como Finlandia, *"basándose en informes sobre graves perjuicios a servicios esenciales de la Cruz Roja, Protección Civil y el Ejército"*, mientras que *"en EEUU no han pasado de la fase de pruebas, en el Reino Unido está paralizada su comercialización y en Alemania cerró una de las empresas pioneras al poner freno el gobierno del país al caos de interferencias que estaba produciendo el sistema"*. En definitiva, defienden que no es un sistema "limpio", pues genera "electropolución": contamina el espectro de radiocomunicaciones al conllevar, a su entender, radiaciones perjudiciales innecesarias. Al implantar ese sistema, asegura la URE, se perjudica a otros servicios y personas:

- La red eléctrica actúa como antena emisora y receptora de radiación, produciendo y recogiendo a su vez una enorme cantidad de interferencias que se traducen en microcortes y pérdidas de velocidad. Los cables no están blindados ni preparados para transportar señales de datos a alta velocidad.
- Si existen estaciones de radiodifusión o radioaficionados cerca de un acceso PLC, éste deberá tener instalados filtros que reducen su velocidad.
- Determinados sistemas de radiocomunicaciones cercanos (de aeropuertos, hospitales, embajadas, tráfico marítimo, teléfonos inalámbricos, etc.) pueden verse afectados a causa de las radiaciones parásitas de esta tecnología.
- Los requisitos de calidad de la instalación eléctrica del domicilio son muy exigentes; de no ser así, se producirían diversas incompatibilidades. La más típica es el corte del diferencial dejando al domicilio sin energía eléctrica.

Por el contrario, desde las empresas interesadas en esta tecnología se defiende su inocuidad, indicando que si existen interferencias, pueden eliminarse cambiando de forma remota la frecuencia del PLC para que no interfiera con otras señales. Entre las ventajas de PLC se presenta que la velocidad de acceso a Internet de PLC es exactamente la que se oferta, frente al 10% de la velocidad contratada que garantizan los proveedores de ADSL, y es una tecnología simétrica, esto es, ofrece la misma velocidad de subida (enviar algo a Internet) que de bajada (traer algo de Internet).

En cuanto a la situación en España, en octubre de 2003 Endesa,

Iberdrola y Unión Fenosa anunciaban sus intenciones de dar acceso a Internet a través de la red eléctrica. Dos años después el despliegue de PLC —una tecnología de la que ya se hablaba hace una década— se encuentra en un "paréntesis temporal". Ahora se está a la espera de una segunda generación de equipos que multiplica la potencia y velocidad de transmisión (la valenciana DS2 ha sido la primera empresa en fabricar los chips para que los módem PLC transporten datos a 200 Mbps). Además, el lanzamiento comercial del PLC coincidió con una agresiva campaña de los proveedores de ADSL, que mejoraron en gran medida sus ofertas.

Algunos analistas apuntan también que las eléctricas no tienen suficiente interés en desarrollar PLC, entre otras cosas, por sus intereses económicos en otras empresas de telecomunicaciones. Éstas, por su parte, mencionan la falta de estándares, la carestía de los equipos y las dudas sembradas respecto a los efectos sobre la salud de esta tecnología para justificar el retraso en el despliegue del PLC. En España la situación está así:

- Tras las pruebas piloto de Barcelona y Zaragoza, Endesa ha aparcado su oferta de PLC. Endesa ha habilitado unos 20.000 hogares para recibir PLC y mantiene 2.000 clientes que se abonaron al servicio tras las pruebas. Epresa, la eléctrica de Puerto Real, que cuenta con capital municipal y de Endesa, inició el lanzamiento comercial de PLC en la localidad gaditana el pasado 1 de junio. Ofrece telefonía IP y acceso a Internet a 600 Kbps simétrico (a 21 euros al mes), 1 Mbps (27 euros) y 3 Mbps (33 euros).
- **Iberdrola** comercializa PLC en Madrid y Valencia: Ha "iluminado" (conectado) 90.000 hogares y tiene 4.000 clientes. Ha mejorado su oferta inicial con los servicios PLC 1000 (1 Mbps de velocidad simétrica a 39 euros al mes) y PLC 300 (300 Kbps por 27,90 euros mensuales). En el teléfono de contratación del servicio, donde también se oferta la conexión ADSL de Iberdrola, reconocen que las peticiones de PLC son escasas "porque hay poco territorio cubierto". La eléctrica conecta sus centralitas a Internet mediante redes de fibra, LMDS (radio) y satélite de Iberdrola y su filial Neo-Sky.
- El PLC de **Unión Fenosa** no ha dado señales de vida hasta la fecha.

Si bien entra en directa competencia con el ADSL y el acceso por cable, en principio no debería existir ningún problema para que los operadores incluyan ambos tipos de conexión en su oferta. Tal es el caso de Portugal, donde Energías de Portugal (EDP) utiliza al operador de telecomunicaciones ONI (que también ofrece ADSL) para comercializar PLC (Oni220 Powerline).

En cualquier caso, la necesidad de amortizar la inversión ha llevado a las eléctricas españolas a comenzar a atacar el mercado en grandes núcleos urbanos, enterrando una de las grandes supuestas ventajas de PLC: llevar la

banda ancha donde no llega el ADSL. En otros países como México, sin embargo, sí se ha probado con éxito PLC para llevar Internet a zonas rurales de difícil acceso para otras tecnologías.

## **3.2 Red de acceso basada en tecnologías inalámbricas**

### **3.2.1 Tecnologías inalámbricas para la red de acceso**

Las comunicaciones inalámbricas se han convertido en uno de los campos de la tecnología que más rápida y extensamente se han desarrollado en los últimos años. Existe en la actualidad un interés creciente por la implantación de redes inalámbricas que posibiliten el acceso de los ciudadanos a servicios multimedia en tiempo real en cualquier momento y lugar.

En lo que se refiere a la garantía de calidad de servicio, los usuarios esperan de los sistemas inalámbricos la misma calidad que le ofrecen los sistemas equivalentes que utilizan infraestructura de cable. Es necesario proporcionar una tasa de error reducida, retardos controlados y alta disponibilidad. Al mismo tiempo, deben ser flexibles, es decir, deben estar preparados para soportar servicios muy diferentes, con diversas tasas de transmisión y sensibilidades a retardos.

La consecución de la provisión de servicios de banda ancha con movilidad global requiere el despliegue de redes de área extensa tales como GPRS y UMTS en el ámbito de la telefonía pública o como TETRA, en el de la telefonía profesional. En el ámbito de la telefonía celular pública, la aparición de los sistemas móviles de tercera generación ha posibilitado la provisión eficiente de tales servicios en entornos exteriores, tanto urbanos como rurales. Así UMTS ofrece mejoras significativas en la provisión del servicio respecto a los sistemas como GPRS al aumentar la calidad y las velocidades de transmisión hasta tasas de 2 Mbps en usuarios con baja movilidad, en interiores de edificios y oficinas; 384 kbps en usuarios con limitada movilidad, en entornos urbanos; y tasas de 144 kbps en cualquier entorno y a usuarios con completa movilidad (por ejemplo móviles circulando por un entorno rural). Sin embargo, en entornos picocelulares con alta densidad de usuarios la capacidad de los sistemas GPRS y UMTS puede alcanzar rápidamente la saturación, lo que ocasiona una notable reducción de la velocidad efectiva de transmisión. Por otra parte, los sistemas TETRA disponen de una velocidad máxima de 28,8 kbps, lo que limita considerablemente el tipo de servicios que pueden proporcionar.

Una solución adecuada para proporcionar servicios de banda ancha en este tipo de entornos viene dada por las redes inalámbricas de área personal (WPAN: Wireless Personal Area Network) y las redes de área local inalámbricas (WLAN: Wireless Local Area Network). Las redes inalámbricas pueden basarse en diferentes tecnologías: IEEE 802.11, Bluetooth o HiperLAN/2, aunque esta última todavía no es una opción disponible

comercialmente. Entre éstas, es sin duda Bluetooth, por su pequeño tamaño y bajo coste, la tecnología más adecuada para su integración en terminales móviles TETRA, GPRS o UMTS. Por su parte, la familia IEEE 802.11 continúa ampliando los estándares para WLAN, proporcionando velocidades de transmisión de hasta 54 Mbps con los estándares IEEE 802.11g e IEEE 802.11a. Además, se ha definido el estándar IEEE.802.15 destinado a WPAN, basado en tecnología Bluetooth. De este modo, mediante la integración de un dispositivo Bluetooth en un terminal móvil de cualquier sistema, podemos disponer de un canal de comunicaciones de alta velocidad (hasta 723,2 kbps en un sentido o 443,9 kbps en los dos sentidos de la comunicación en la versión 1.1 de las especificaciones y hasta 2,1 Mbps en la versión 2.0 EDR) que permite la provisión de servicios de datos tales como transmisión de imágenes, vídeo, etc. con rangos de cobertura de unas pocas decenas de metros.

Sin embargo, el sistema Bluetooth no resulta apropiado para la transmisión de vídeo de alta velocidad ni para soportar un número elevado de usuarios en una misma picocélula. Por otra parte, los sistemas WLAN IEEE 802.11b, IEEE 802.11a y IEEE 802.11g permiten velocidades de hasta 11 Mbps (802.11b) y 54 Mbps (802.11a y 802.11g), pero con rangos de cobertura también muy limitados y velocidades de transmisión efectivas que decrecen significativamente cuando el número de usuarios aumenta. Además, existen otros inconvenientes, como la inexistencia de un estándar para las comunicaciones entre puntos de acceso (APs), que dificultan su uso como red de transporte. Recientemente, se han desarrollado dos nuevos estándares para la provisión de servicios de banda ancha en áreas de cobertura mucho mayores que las que proporcionan los sistemas WLAN. Estos estándares están constituidos por la familia IEEE 802.16x y por el sistema IEEE 802.20. A pesar de que este último está diseñado para un óptimo funcionamiento en condiciones de velocidad de desplazamiento más elevada (hasta 250 km/h) y propone soluciones de movilidad y handovers más eficientes, se encuentra en una fase preliminar de normalización y no es previsible que existan dispositivos comerciales en el mercado en un plazo corto. Por otra parte, se prevé su utilización en bandas de frecuencia que requieren licencia de operación, lo que puede ser un obstáculo para su despliegue por numerosas empresas. En particular, destaca la tecnología denominada WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), basada en el estándar IEEE 802.16 (*Wireless Metropolitan Area Network*). En su versión original, el estándar 802.16 estaba destinado a servicios en bandas de frecuencia con licencia entre los 10 y los 66 GHz. Subsiguientes modificaciones han extendido el estándar a servicios en bandas de frecuencia con y sin licencia entre los 2 y los 11 GHz. Así, el estándar más reciente es el IEEE 802.16d (también llamado IEEE 802-16-2004), que revisa y reemplaza a los anteriores IEEE 802.11a y 802.16REVd y está especialmente diseñado para redes de acceso fijo. Por ello, es un buen candidato para sustentar el backbone de transporte inalámbrico de gran capacidad que conecte los puntos de acceso Bluetooth y/o IEEE 802.11a/b/g y las estaciones base (EB) WiMAX con la red fija y/o los centros de control y servidores de información remotos. Sin embargo, el IEEE 802.16d no está

pensado para proporcionar movilidad, por lo que durante este año se espera la nueva norma IEEE 802.16e, que sustentará técnicas de handover y proporcionará servicios en movilidad para velocidades de desplazamiento de hasta 150 km/h.

### 3.2.2 Infraestructuras de comunicaciones móviles celulares

Los sistemas de comunicaciones móviles celulares son, en términos generales, aquéllos capaces de proporcionar servicios de telecomunicación sobre zonas geográficas extensas y con capacidad para mantener la continuidad de las comunicaciones mientras el usuario se va desplazando. Lógicamente, para que esto sea posible debe desplegarse una red siguiendo una cierta arquitectura. El contacto entre el usuario y la red se lleva a cabo vía radio con las denominadas *estaciones base*. En el caso que nos ocupa, el número, ubicación y configuración de estas estaciones base debe ser suficiente para proporcionar el servicio deseado en toda la zona de la Milla Digital, la calidad deseada en las comunicaciones y la capacidad suficiente para el número de clientes que tengan los operadores de red.

En la actualidad, los sistemas que operan en España son *GSM-900*, que se sitúa en la banda de los 900 MHz y del que existen dos operadores con un despliegue completo: Telefónica Móviles (Movistar), Vodafone y un tercer operador, Amena, que ha recibido recientemente una concesión de licencia para el uso de esta banda de frecuencias y se encuentra en fase de despliegue; *GSM-1800*, que es el mismo que el anterior situado en la banda de los 1.800 MHz y del que existen tres operadores: Telefónica Móviles (Movistar), Vodafone y Amena; *GPRS*, idéntico en sus características radioeléctricas y operadores que el *GSM-1800*; y, finalmente, *UMTS*, que ocupa las bandas situadas en las proximidades de los 2.000 MHz (2 GHz). Actualmente hay cuatro licencias concedidas para operar en el sistema UMTS, que corresponden a las siguientes operadoras: Telefónica Móviles, Vodafone, Amena y Xfera. Además de los sistemas de comunicaciones móviles comentados, existen en las ciudades estaciones base de otros sistemas como TETRA, utilizados por grupos cerrados de usuarios para aplicaciones profesionales en la banda de los 450 MHz.

En las redes de comunicaciones móviles de segunda generación (2G: GSM y GPRS), las antenas se colocan normalmente en azoteas de edificios o en torres, dependiendo del entorno (urbano o rural) y de las necesidades específicas de capacidad, cobertura y calidad del servicio. En las ciudades, la estación base se suele instalar en un cubículo, o contenedor prefabricado, que se coloca también en la azotea, a pocos metros de las antenas. En zonas rurales y carreteras, la estación base se alberga en un pequeño recinto al pie de la torre. La conexión entre la estación base y las antenas se realiza mediante tiradas de cable coaxial de pocos metros de longitud. Aunque esta forma de colocar las antenas es la habitual, no es siempre la única. Hay ocasiones en que las antenas deben instalarse en el interior de edificios, túneles o recintos amplios, como estadios deportivos, zonas aeroportuarias y feriales, etc., con el fin de crear microcélulas y picocélulas, bien para

proporcionar cobertura en zonas de acceso radioeléctrico difícil o para incrementar la capacidad. Para ello se recurre a una de las dos estrategias siguientes: *uso de microestaciones base o despliegue de repetidores*. Como su nombre indica, las microestaciones base son estaciones base de pequeño tamaño. Radian con potencias bajas, inferiores a uno o dos vatios por portadora, y se pueden conectar a la parte fija de la red por par de cobre. Para evitar tener que alquilar un circuito para cada microestación, con frecuencia se comparte un circuito entre varias, terminando la línea alquilada no ya en una microestación base, sino en un equipo controlador que agrupa a varias microestaciones. El controlador se conecta con las microestaciones base por pares de cobre y reparte entre ellas la capacidad de la línea alquilada. Los repetidores son básicamente cabezas de radiofrecuencia (RF). Reciben de una estación base una o varias portadoras, las amplifican, eventualmente cambian de frecuencia, y transmiten a la antena. Como la distancia entre la estación base y el repetidor puede ser grande, de hasta varios kilómetros, el enlace entre ellos se realiza bien mediante un radioenlace o bien por medio de fibra óptica. La decisión de cuándo utilizar microestaciones base y cuándo repetidores se toma normalmente basándose en las necesidades de capacidad y de coste, dependiendo de cada instalación concreta. El uso de antenas remotas se puede considerar como un nicho en los sistemas 2G, pero en UMTS, y más aún en sistemas posteriores, su utilización será más generalizada.

Hasta el momento, la instalación de las estaciones base en zonas urbanas se ha basado en acuerdos particulares entre cada una de las operadoras y la comunidad de vecinos en cuyo inmueble se ubica la estación. Esto ha dado lugar a una gran proliferación de estaciones base, que ha suscitado una lógica preocupación por parte de los ciudadanos no sólo en lo que respecta al impacto visual de las antenas, que en muchos casos es realmente lamentable, sino también a los riesgos para la salud ocasionados por las radiaciones emitidas por dichas antenas.

La preocupación social derivada del elevado número de estaciones base existentes en las ciudades ha llevado a plantear soluciones que pasen por la reducción del número de elementos radioeléctricos "visibles" (torres, mástiles, antenas), de modo que se minimice el impacto visual. Dado que la provisión de un servicio de calidad requiere que el número de estaciones base crezca en la medida que lo haga el número de usuarios, la única forma plausible para llevar a cabo dicha reducción es la compartición por parte de todas las operadoras de las mismas ubicaciones y las mismas antenas. En este caso, el mantenimiento de las estaciones base se llevaría a cabo por una empresa ajena a las operadoras y que prestaría servicio a todas ellas. En la actualidad, la empresa que proporciona este servicio es Abertis Telecom, nacida de la unión de Retevisión y Tradia. Esto se ha propuesto en algunas ciudades, pero generalmente es rechazado por las operadoras, que desean tener un absoluto control de sus instalaciones.

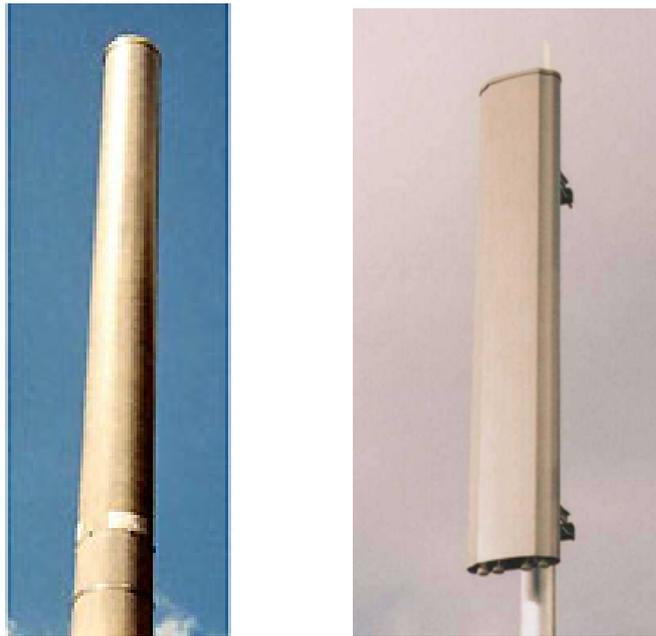
No obstante, si lo que se pretendiera es obtener el menor nivel de exposición radioeléctrica en todos los puntos de la Milla Digital, podría ser más adecuado no integrar los servicios de las diferentes operadoras en unas pocas estaciones radioeléctricas, sino utilizar el máximo número posible para que cada una de ellas radiara con una potencia menor. De esa forma, las zonas más próximas a las antenas estarían sometidas a niveles de exposición radioeléctrica menores. Sin embargo, dada la sensibilidad actual de los ciudadanos respecto a la instalación de estaciones base de telefonía móvil, es frecuente el caso de que las comunidades de vecinos se nieguen a ofrecer sus edificios para la ubicación de estaciones base. Esto puede conducir a un escenario en el que no sea posible el despliegue de los sistemas de telefonía móvil. Por ello, es aconsejable que los edificios o terrenos en los que se lleven a cabo las ubicaciones definitivas sean de titularidad pública, pues de ese modo podrá garantizarse la prestación de un servicio cuya importancia tanto económica como social es evidente. En cualquier caso, aunque la concentración de las instalaciones aumente el nivel de exposición radioeléctrica en las zonas próximas, éste nunca podrá superar el umbral establecido por la legislación vigente, que en este momento viene plasmada en el capítulo IV del REAL DECRETO 1066/2001, de 28 de Septiembre, junto con la ORDEN CTE/23/2002, de 11 de enero, esta última destinada a establecer las condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicación. El Reglamento recogido en dicho Decreto desarrolla la Ley General de Telecomunicaciones en lo relativo al establecimiento de condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, a la autorización, planificación e inspección de instalaciones radioeléctricas en relación con los límites de exposición a las emisiones, el establecimiento de otras restricciones a las emisiones radioeléctricas, la evaluación de equipos y aparatos y el régimen sancionador aplicable. Así, se establece:

- La ubicación, características y condiciones de funcionamiento de las estaciones radioeléctricas deben minimizar los niveles de exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas con origen tanto en éstas como, en su caso, en los terminales asociados a las mismas, manteniendo una adecuada calidad del servicio.
- En el caso de instalación de estaciones radioeléctricas en cubiertas de edificios residenciales, los titulares de instalaciones procurarán, siempre que sea posible, instalar el sistema emisor de manera que el diagrama de emisión no incida sobre el propio edificio, terraza o ático.
- La compartición de emplazamientos podría estar condicionada por la consiguiente concentración de emisiones radioeléctricas.
- De manera particular, la ubicación, características y condiciones de funcionamiento de las estaciones radioeléctricas debe minimizar, en la mayor medida posible, los niveles de emisión sobre espacios sensibles, tales como escuelas, centros de salud, hospitales o parques públicos.

Hay que tener en cuenta asimismo que el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo exige para la concesión de la certificación a una instalación radioeléctrica la presentación de un informe en el que se recogen los valores de las medidas radioléctricas efectuadas en las proximidades de la instalación, así como la realización de inspecciones periódicas con la toma de nuevas medidas.

Por lo que respecta a las estaciones base, algunas características relevantes son las siguientes:

- Son instalaciones industriales situadas sobre edificios. Deben tener Licencia de Obras y Licencia de Actividad.
- Una estación base de telefonía móvil consta de antenas con sus armazones de soporte, caseta de equipos electrónicos, vigas para repartir el peso, cables. Todo ello puede pesar de 3.000 a 10.000 Kg. Requiere un estudio técnico.
- La antena suele tener 1 metro de longitud.
- La emisión radioeléctrica se efectúa hacia el frente y en horizontal, y abarca un sector entre 60 y 120 grados. Las emisiones son casi inexistentes en el resto de direcciones (atrás, abajo y arriba).
- Se suelen instalar varias antenas en una ubicación para dar cobertura circular, aunque las antenas más modernas permiten usar un único elemento para dar cobertura a todos los sectores, lo que reduce considerablemente el impacto visual.
- En la configuración de tres antenas dirigidas a un mismo sector sólo emite la antena central, las otras mejoran la recepción sin que efectúen ningún tipo de emisión.
- Debe aprobarse por unanimidad de los vecinos, al suponer cambios estructurales del edificio, y no por mayoría simple como se suele hacer.
- La azotea queda ocupada e inutilizada para otros usos (jugar, tender, tomar el sol, etc).
- La comunidad es corresponsable de los daños que pueda ocasionar esta instalación.



**Figura 6.- Antenas de comunicaciones celulares**

El convencimiento por parte de muchos ciudadanos de que las emisiones radioeléctricas asociadas al móvil son dañinas para la salud ha obligado a las operadoras y a los fabricantes a cambiar radicalmente la estrategia en la implantación de las antenas de UMTS que se están instalando en estos momentos.

La primera modificación estratégica se basa en que no sean las operadoras (como ocurrió con el GSM) las responsables en primera instancia frente a los ayuntamientos y las comunidades de vecinos responsables de los edificios y las localidades donde se quiere instalar un repetidor celular de tercera generación.

En la mayoría de los casos Telefónica Móviles, Vodafone y Amena quedan en un segundo plano. Son sus suministradores de red, Ericsson, Siemens y Nortel, y las empresas instaladoras subcontratadas por ellos, quienes, primero, entablan las negociaciones con los administradores locales y los vecinos y, posteriormente, quienes suscriben los contratos de arrendamiento de los emplazamientos donde se ubicará el repetidor.

La segunda modificación en la estrategia del despliegue consiste en que los suministradores de equipos ofrecen a los ayuntamientos y a las comunidades de vecinos propietarias de los inmuebles un amplio catálogo de antenas. Los nuevos modelos de estaciones base presentan formas exteriores bastante diferentes de esa estructura de aspecto tan desafortunado constituida

por un mástil cargado de bocinas característico del GSM, que se ha hecho habitual en los tejados de las ciudades y en los márgenes de las carreteras.

La nueva gama de antenas de tercera generación de móvil cuenta con las formas más variadas. Siemens, por ejemplo, tiene modelos con forma de chimenea, cornisa o farola. Nortel ofrece antenas con apariencia de anuncio luminoso, árbol o sillar de cantería. Ambos fabricantes explican que los nuevos equipos repetidores han sido diseñados con estas formas con el fin de que *'puedan mimetizarse con el entorno urbanístico en el que van a quedar instalados de manera permanente'*. Se trata, en definitiva, de ofrecer productos tecnológicos a la carta, cuya forma externa no destaque ni llame la atención en relación con el entorno. Los suministradores aseguran que la nueva línea de productos responde *'al intento de los fabricantes por adaptarnos al avance de la conciencia urbanística y medio-ambiental que se ha desarrollado con fuerza en las ciudades españolas durante la última década'*, aunque en realidad parece más bien que con la nueva forma de las antenas, el sector pretende dar respuesta al clima contrario al despliegue de repetidores que se ha adueñado de la conciencia colectiva en muchos municipios del país.

La tercera de las estrategias puestas en marcha en este nuevo despliegue consiste en utilizar para los repetidores de UMTS, en muchos casos, las mismas ubicaciones en las que ya había equipos de GSM. Los fabricantes han desarrollado equipos mucho más pequeños y donde antes había sólo una estación de GSM, ahora conviven los equipos de red móvil de segunda y tercera generación.

Otra modificación significativa en la estrategia de los operadores y fabricantes para afrontar con garantías este momento de despliegue intensivo de las redes de UMTS, consiste en ofrecer un sólido soporte técnico, legal y sanitario a los equipos que buscan por toda la geografía nacional nuevos emplazamientos para las antenas. Una propuesta real de contrato de arrendamiento que hace a una comunidad de vecinos uno de los tres suministradores de equipos de red citados anteriormente, asociado a un instalador, contiene más de 110 páginas. En este voluminoso expediente se incluyen ocho documentos diferentes. El primero es la propuesta de contrato de arrendamiento. El segundo es una descripción, con múltiples gráficos y leyendas, en la que se detallan las características de la instalación que se va desplegar en la finca del arrendador. El tercero es un catálogo en el que están fotografiadas otras antenas ya instaladas. En dicho catálogo se aprecian las formas distintas que pueden adquirir los equipos para camuflarse o mimetizarse con el edificio en el que van a ser colocados. El cuarto documento es un estudio amplio en el que se recogen la normativa aplicable en este caso sobre protección de la salud. El quinto es una copia de un decreto ley de 2001 en el que se aprueban las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico y sus restricciones. El sexto documento es un estudio del Ministerio de Sanidad y Consumo titulado 'Campos electromagnéticos y salud pública'. El séptimo es una carta del Decano del Colegio de Ingenieros de Telecomunicación que avala la inocuidad para la salud de la instalación. El

último documento es una copia de las ordenanzas municipales aplicables de la ciudad donde se ubicará la antena.

Como se ha comentado, con el objeto de reducir el impacto visual, se deben llevar a cabo diferentes actuaciones que sigan unos criterios de mimetización con el edificio y su entorno, camuflando las instalaciones de forma que no parezcan lo que son; o de diferenciación, mediante la implantación de un elemento externo al edificio que, dentro de una lógica de proyecto, le permita integrarse en éste y pueda dejar constancia de su función y de la actividad que representa sin degradar el paisaje en el que se encuentra. Estos criterios se siguen en función de las características del edificio y de su entorno. Las pautas generales a seguir son:

- Adecuar la propuesta y ubicación de las instalaciones a la geometría del edificio.
- Ordenar los elementos de forma simétrica a los ejes del edificio.
- Minimizar la altura y los elementos en los soportes de las antenas.
- Intervenir sobre el soporte. Diseño de un elemento de soporte al que se puedan anclar los distintos elementos de la instalación, de forma que se evite el impacto visual que provocan en sí mismas las estructuras de soporte estándar.
- Tener en cuenta la escala del edificio.
- Utilizar casetas como contenedores abstractos, eliminando tejadillos y voladizos de cubierta.
- Posibilidad de colocación de plafones o radomos que agrupen las antenas, apareciendo los mástiles como elementos compactos.

Como ejemplo de mimetización, a continuación se muestra la solución propuesta por Tradia (actualmente Abertis Telecom). El edificio es un ejemplo de utilización de la cubierta para la colocación de instalaciones de telecomunicaciones, ya que dada su altura y situación en la ciudad se constituye como punto clave para la instalación de operadores. Actualmente, las instalaciones se colocan en el centro de la cubierta, agrupadas en mástiles de gran altura, dando lugar a una imagen bastante desordenada e impactante del conjunto que nada tiene que ver con la lógica del edificio ni de su entorno. La propuesta consiste en la colocación de un elemento perimetral, que permita la colocación ordenada de las antenas, ancladas directamente a la estructura del parapeto, que a su vez reduce la altura, dada su proximidad a la fachada. Se coloca una membrana permeable que, a modo de telón de fondo de las antenas, se constituye como una barrera de visuales. Ésta se sitúa ligeramente retrasada del peto de la fachada, como una banda más de la composición del

alzado, para evitar desvirtuar la imagen del edificio y permitir que su perfil se perciba limpio de antenas.



**Figura 7.- Ejemplo de mimetización de antenas (Fuente: Tradia).**

A continuación se muestran algunas antenas de banda ancha apropiadas para su uso en microcélulas en entornos urbanos que permiten la transmisión de las señales de GSM, GPRS y UMTS simultáneamente:





**Figura 8.- Antenas para microcélulas en entornos urbanos.**

### 3.2.3 Radio sobre fibra

En la actualidad, dos de los problemas con que se encuentra un operador de telefonía celular son: asegurar la cobertura total en todo el territorio en donde se pretenda ofrecer servicios y garantizar la comunicación en entornos muy congestionados, como son, en general, todas las zonas de negocios de las grandes ciudades. Para ello, se están planteando soluciones basadas en la transmisión de "Radio sobre Fibra".

El primero de los problemas se produce en las denominadas *zonas de sombra (dead spots)*. Este tipo de situación se produce en aquellas zonas en las que no es posible establecer una comunicación, debido al bajo o casi nulo nivel de señal recibida. Se dan típicamente en túneles, estaciones de metro, garajes subterráneos, etc.

El segundo de los problemas tiene lugar en las *zonas de gran cantidad de tráfico (hot spots)*. Debido a la creciente utilización de la telefonía móvil, existen áreas que tienden fácilmente a la congestión por la gran cantidad de usuarios que allí convergen al mismo tiempo. Es la situación típica de las zonas de negocios, aeropuertos, estaciones de tren, etc. Para evitar dicha saturación, se dividen las células radio en microcélulas e incluso en picocélulas, para así poder asegurar una mayor reutilización del espectro de frecuencias asignado, con lo cual se consigue un aumento del número de radiocanales disponibles. La solución habitual para ambos problemas consiste en aumentar el número de estaciones base desplegadas, de forma que cada microcélula, picocélula o zona de sombra esté servida por al menos una de ellas. Esto acarrea consigo un importante aumento de los costes de instalación, debido al elevado precio de una estación base; sobre todo en zonas remotas donde no es rentable

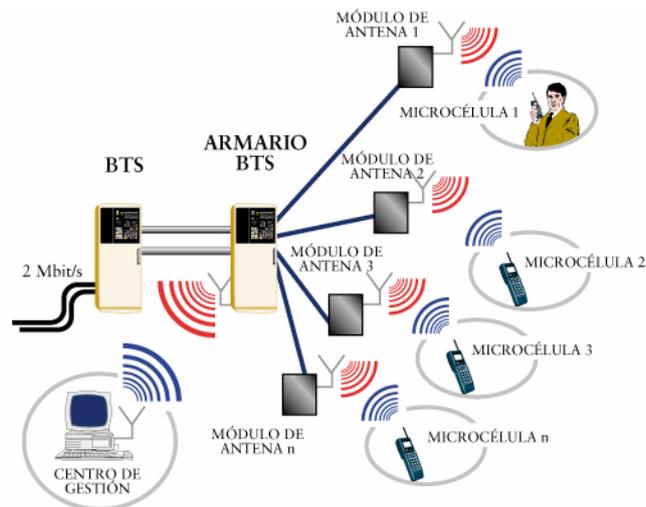
debido al bajo número de usuarios en ese entorno. Los repetidores de radio sobre fibra transportan las señales de telefonía móvil desde una única estación base a todos los puntos donde es necesario asegurar la cobertura. Al final un simple transceptor, amplifica y retransmite las señales a toda su zona. El transporte de dichas señales se hace mediante fibra óptica. El uso de la fibra óptica como medio de transmisión lleva consigo una serie de importantes ventajas:

- **Baja atenuación.** Frente a los 0,7 dB/m de un cable coaxial convencional, la fibra tiene unas pérdidas de 0,2 dB/km a 1.550 nm, es decir, 3.500 veces menos. Esto permite transportar las señales a grandes distancias sin el uso de repetidores intermedios, los cuales son necesarios en el caso del cable coaxial, con el consiguiente ahorro de costes.
- **Inmunidad a interferencias electromagnéticas.** La fibra emplea luz emitida por un láser para la comunicación, con lo cual no se ve afectada por las radiaciones electromagnéticas (de frecuencias mucho más bajas) del entorno. Esto es especialmente ventajoso para el cableado de edificios y en líneas de comunicaciones (donde se permite usar las canalizaciones existentes, ocupadas habitualmente por cables de teléfono, coaxiales, líneas de fuerza, etc.), para tender los cables de fibra con la seguridad de que no se verán afectados por el resto de las comunicaciones.
- **Gran ancho de banda.** El ancho de banda (relacionado con la capacidad de transporte de información) de una fibra es miles de veces superior al de un cable coaxial. En la fibra «cabén» todos los estándares de telefonía móvil (GSM, UMTS, etc.). Esto permite que los equipos desarrollados sean fácilmente adaptables a las bandas de transmisión que las operadoras requieran en cada momento.

La desventaja de la fibra óptica como medio de transmisión se debe a los efectos de la dispersión y no linealidad. La dispersión es el fenómeno por el cual un pulso se deforma a medida que se propaga a través de la fibra óptica, causando errores en la detección de los mismos en recepción además de añadir distorsión. Los efectos no lineales también causan distorsión en la señal debido a cualquier mecanismo del enlace óptico que no actúe de forma estrictamente lineal, como puede ser la fuente óptica o la propia fibra.

Así, mediante la tecnología de Radio sobre Fibra se puede dar cobertura a un conjunto de varias microcélulas usando una sola Estación Base (BTS). Dichas microcélulas pueden ser, por ejemplo, cada una de las plantas de un edificio o, en un trazado urbano, un conjunto de manzanas.

En la figura 9 se representa un escenario típico de aplicación del Sistema de Radio sobre Fibra.



**Figura 9.- Escenario de uso de radio sobre fibra.**

El Sistema de Radio sobre Fibra, como tal, consta de los cuatro bloques principales siguientes:

1. El Armario BTS.
2. Los Cables de Fibra.
3. Los Módulos de Antena.
4. El Centro de Gestión.

Se denomina enlace descendente al que se establece desde la Estación Base hacia el terminal móvil y enlace ascendente al establecido desde el móvil hacia la Estación Base.

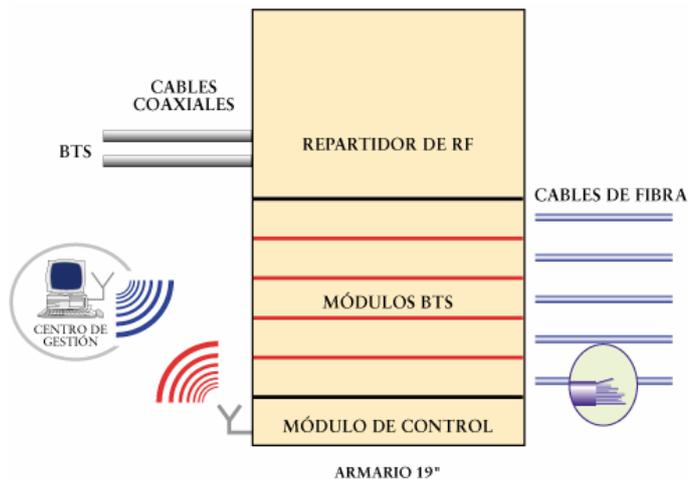
En el enlace descendente, la señal que proviene de la Estación Base (BTS), que es una señal de radiofrecuencia, se convierte a frecuencias de luz en el Armario BTS, se propaga por la fibra óptica hasta llegar al Módulo de Antena, en el cual se convierte de nuevo a radiofrecuencia, y se envía al aire a través de la antena acoplada a dicho módulo.

En el enlace ascendente, la señal que proviene del terminal móvil se recibe en el Módulo de Antena, donde se convierte a frecuencia óptica. Dicha señal viaja por la fibra hasta el Armario BTS, en el cual se convierte de nuevo a radiofrecuencia y se envía a la Estación Base.

Finalmente, las posibles alarmas generadas en los enlaces, así como una serie de comandos de configuración y control, se manejan desde el Centro de Gestión, conectado con el sistema vía radio a través de módem.

Con este sistema, pues, se mantiene la BTS, que es un equipo caro y voluminoso, en un punto central y se "alimentan" las microcélulas mediante módulos de antena, que son de pequeño tamaño y extremadamente sencillos, lo cual facilita mucho su instalación.

En la figura 10 se presenta un esquema de bloques de un Armario BTS.



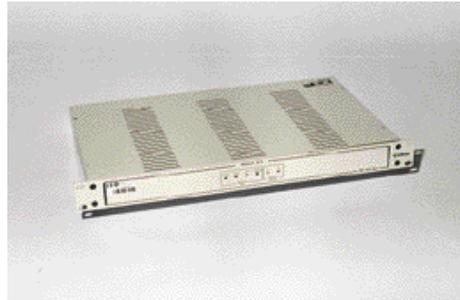
**Figura 10.- Armario BTS.**

Un armario BTS consta de los siguientes elementos:

- Repartidor de RF. Es la interfaz entre la Estación Base y la parte de conversión electro-óptica. Reparte los canales radio que se van a emitir entre los distintos enlaces a microcélulas.
- Módulos BTS. Cada módulo BTS realiza las conversiones electro-ópticas necesarias entre las señales de radiofrecuencia que provienen de la Estación Base y las señales ópticas que viajan por los cables de fibra óptica.
- Módulo de Control. El Módulo de Control controla y supervisa, tanto los Módulos BTS alojados en el armario, como los Módulos de Antena conectados a los cables de fibra óptica. Dicho módulo se comunica con un Sistema de Gestión residente en un ordenador remoto. Con este fin,

el módulo incluye generalmente un módem GSM y una salida coaxial que se conecta a una antena exterior. También existe la posibilidad de establecer una conexión local vía RS-232, para puesta en marcha, configuración y/o mantenimiento del equipo.

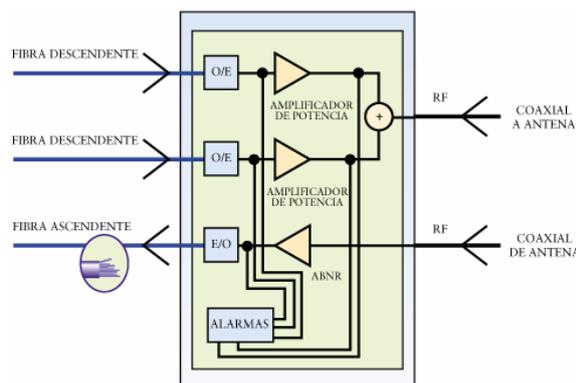
En la fotografía de la figura 11 se puede apreciar el aspecto de un Módulo BTS. El diseño mecánico está adaptado para ser alojado en un armario con mecánica de 19". El Módulo de Control tiene un aspecto similar.



**Figura 11.- Módulo BTS.**

En la parte frontal del mismo van alojados unos indicadores luminosos que dan información de alarmas del sistema.

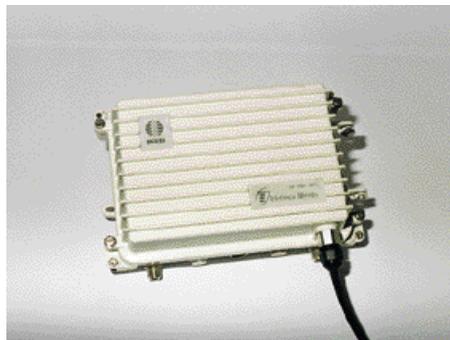
Por su parte, el Módulo de Antena realiza las conversiones electro-ópticas necesarias entre las señales ópticas que viajan por las fibras y las señales de radiofrecuencia que son radiadas y/o recibidas por la antena que da cobertura a la microcélula correspondiente. En el diagrama de bloques de la figura 12 se detalla la arquitectura de este módulo.



**Figura 12.- Diagrama de bloques del módulo de antena.**

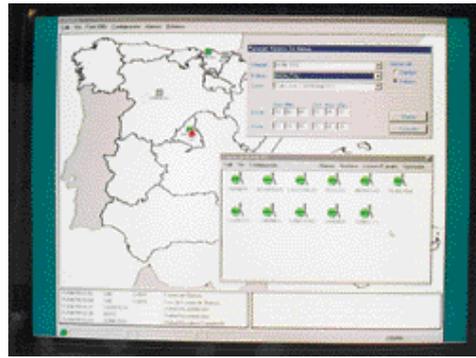
Los canales GSM descendentes, que viajan por la fibra, son convertidos a radiofrecuencia en los conversores O/E, amplificados hasta el nivel de potencia requerido y sumados para salir por un único cable hacia la antena. Por otra parte, las señales recibidas por la antena, que provienen de los terminales móviles (enlace ascendente), son amplificadas por un Amplificador de Bajo Nivel de Ruido (ABNR) y convertidas a óptico en el conversor E/O, para pasar así a la fibra que las lleva hasta el módulo BTS correspondiente. Finalmente, hay un Bloque de Alarmas donde se monitorizan tanto las señales ópticas como las eléctricas, para en caso de fallo enviar la alarma correspondiente al Módulo de Control, que a su vez lo comunicará al Centro de Gestión.

La fotografía de la figura 13 muestra un Módulo de Antena. Como ya se ha comentado, es de destacar su pequeño tamaño (295x187x103 mm). Este reducido tamaño es imprescindible para poder instalar los módulos en los entornos de edificios, minimizando el impacto visual de los mismos.



**Figura 13.- Módulo de antena**

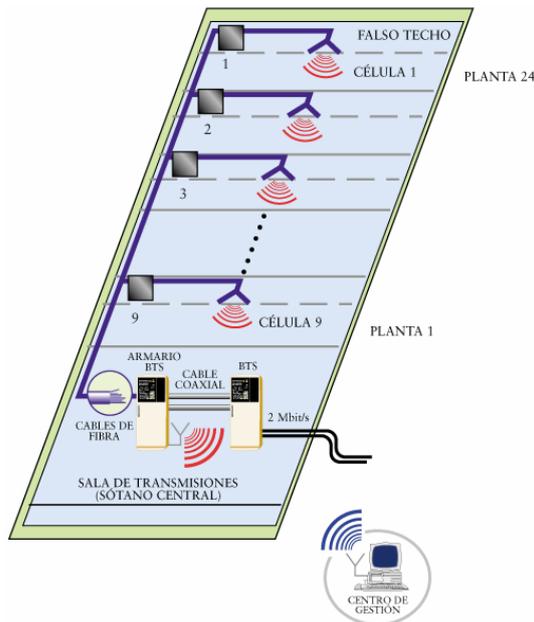
El Sistema de Gestión de los equipos de radio sobre fibra se basa generalmente en una aplicación para PC sobre sistema operativo Windows. En la figura 14 se puede ver la monitorización de una instalación real con 11 microcélulas de un Sistema de Gestión realizado por Telefónica Investigación y Desarrollo. Cada uno de los iconos representa un enlace desde la Estación Base hasta el punto de antena correspondiente. Pinchando sobre los mismos se obtiene información sobre el estado de la transmisión en cada momento. Si se dispara una alarma, el icono que representa el enlace afectado cambia de color para informar al operador.



**Figura 14.- Pantalla de control del Sistema de Gestión desarrollado por Telefónica I+D.**

El Sistema de Gestión se comunica con el Módulo de Control del Armario BTS para permitir la monitorización remota de los equipos, es decir, el Sistema de Gestión puede estar ubicado en una localización distinta a la de los enlaces de microcélulas.

Como ejemplo de aplicación del Sistema Radio sobre Fibra a edificios, se presenta en el diagrama de la figura 15 la instalación realizada en un edificio-torre de la ciudad de Madrid realizada por TELEFÓNICA.



**Figura 15.- Ejemplo de instalación real en una torre de la ciudad de Madrid.**

La Estación Base y el Armario BTS se encuentran alojados en el sótano central del edificio, que es donde se encuentra la sala de transmisiones del mismo, compartiendo espacio con otros equipos de comunicaciones.

Los cables de fibra óptica que suben a las plantas se tendieron aprovechando las canalizaciones ya existentes. La inmunidad de la fibra a las interferencias evitó tener que acometer nuevas obras de cableado en el edificio, lo cual hubiese supuesto un incremento de costes y una molestia para los usuarios del mismo.

Se usaron un total de 9 Módulos de Antena para dar cobertura a las 24 plantas del edificio. Algunos módulos daban cobertura a 2 plantas consecutivas y otros a 4 plantas.

Los Módulos de Antena se instalaron en el interior de unos armarios presentes en los extremos de las plantas, ocultos a la vista. Las antenas, del tipo monopolo, fueron colocadas en el interior del falso techo de las plantas correspondientes. Esto significa que el impacto visual del sistema es nulo.

### **3.2.4 Infraestructuras para el despliegue de redes WIMAX**

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es el nombre comercial del estándar 802.16, un protocolo de transmisión de datos inalámbrico que va un paso más allá de WiFi. WiMax promete una velocidad de 70 megabits por segundo, que con una sola antena cubrirá un área de 50 kilómetros a la redonda, frente a los 300 metros de WiFi. Es decir, WiMax será a una ciudad entera lo que WiFi es para los hogares: conexión a Internet a alta velocidad sin cables.

La tecnología WiMax, respaldada por buena parte de las empresas más importantes del sector, permitirá con una inversión mínima crear redes inalámbricas metropolitanas conectadas a Internet a alta velocidad que compitan con las grandes empresas de telecomunicaciones. Tras un retraso en el proceso de certificación del estándar, se espera que durante el año 2006 comience a rodar en una primera fase, y que en 2007 se vendan los primeros equipos con chip WiMax integrado.

El nuevo estándar está respaldado por importantes fabricantes de equipos y proveedores de servicios. El WiMax Forum está formado por más de 230 miembros entre los que destacan nombres como Intel, Nokia, Siemens, Motorola, Samsung o Fujitsu, y donde no faltan operadores de telefonía como Deutsche Telekom, France Telecom, Telecom Italia o Euskaltel. Intel es el gran impulsor de esta nueva tecnología; ya produce los primeros chips WiMax que los fabricantes venderán integrados en sus equipos en unos dos años.

Además de las ventajas inherentes a una amplia red con gran capacidad, a través de la cual ofrecer todo tipo de servicios, WiMax se presenta como una eficiente alternativa para llevar Internet a lugares donde hasta ahora era prohibitivo, como las zonas rurales. En España, Iberbanda trabaja con Intel para llevar esta tecnología a zonas de Cataluña y Andalucía sin cobertura de banda ancha como el ADSL.

WiMax funciona mediante señales de radio al igual que WiFi, pero a diferencia de ésta, cuya señal comienza a degradarse cuando trabajan más de 20 personas a la vez, soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda. Es una tecnología adecuada para ofrecer múltiples servicios de calidad (voz sobre IP, datos, vídeo, etc.) de forma simultánea.

Intel anunció el lanzamiento de su chip con WiMax incorporado, llamado Rosedale, en abril de 2005, aunque en septiembre de 2004 suministró los primeros microprocesadores a los fabricantes de equipos (ya hay más de una decena de fabricantes con equipos preparados). Sin embargo, todavía no se ha completado el proceso de certificación y pasará bastante tiempo hasta que los fabricantes integren los nuevos procesadores en portátiles, PDAs y teléfonos móviles y se superen las pruebas de interoperabilidad entre distintos equipos.

Antes de que los portátiles vengan con chips para conectarse mediante WiMax, como ahora lo hacen con WiFi, WiMax funcionará en una primera fase mediante antenas receptoras situadas en los edificios, que se encargarán de recibir y descodificar la señal emitida desde una estación base. En una etapa posterior, que deberá llegar ya el año que viene, se venderán módems autoinstalables, similares a los que se ofrecen ahora para el acceso mediante ADSL, que costarán en torno a los 190 euros.

Finalmente, en 2007 ó 2008 los receptores de la señal WiMax estarán integrados en los equipos —si Intel cumple con la fecha prevista de comercialización de su chip PRO-Wireless 5116—, que se podrán conectar a la Red desde cualquier lugar dentro del radio de acción de una estación base.

En junio de 2005 Intel logró el apoyo de Nokia para convertir WiMax en el nuevo estándar de acceso inalámbrico a Internet. El respaldo del mayor fabricante de móviles puede dar el empujón definitivo para el despegue de esta tecnología. Francia, Irlanda y Gran Bretaña, donde British Telecom ya ha realizado pruebas en zonas rurales, ya han dado los primeros pasos para desplegar las redes WiMax. En EEUU, el operador de telefonía Sprint planea comenzar a probar equipos WiMax fabricados por Motorola.

En España, Andalucía se ha convertido en pionera en la adopción de WiMax. La Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa e Iberbanda han firmado un acuerdo de colaboración por el que la segunda se compromete a invertir un mínimo de 9,5 millones de euros para el desarrollo de proyectos de telecomunicaciones inalámbricas y el despliegue de infraestructuras de tecnología WiMax.

Además, el WiMAX Forum ha seleccionado a CETECOM, empresa participada mayoritariamente por la Junta de Andalucía, como su primer (y hasta la fecha único) laboratorio oficial de certificación para todo el mundo. El inicio de las pruebas de la certificación de equipos, que garanticen su interoperabilidad, está marcado para este mismo mes de julio. Si no se presentan nuevos retrasos, los primeros equipos certificados podrán ver la luz el año que viene, y en 2007 aparecerán los primeros ordenadores con tecnología WiMax integrada.

Iberbanda ya está desplegando una red 'preWiMax' mediante estaciones base con un radio de hasta 30 kilómetros, que ofrece conexiones de banda ancha a 256 Kbps y 4 Mbps (similares a las distintas modalidades del ADSL actual), sobre la que podrá implantar la tecnología WiMax cuando esté disponible. WiMax opera en frecuencias libres (5,8 Ghz), menos adecuadas para ofrecer movilidad, y en otras bandas (3,5 Ghz) en poder de operadores de LMDS (tecnología de acceso en banda ancha vía radio) como Iberbanda, que parten con ventaja para competir con la telefonía celular.

Aunque no todos los especialistas coinciden en garantizar el triunfo de WiMax sobre otras tecnologías, resulta evidente que nos espera un futuro conectado a Internet a alta velocidad, sin cables, sin ataduras.

Los reyes del acceso a Internet por banda ancha son el ADSL y el cable, con WiFi para llevar la Red por el aire dentro de un espacio de unos centenares de metros y UMTS para hacerla completamente móvil (aunque de un coste muy superior). WiMax viene a trastocar un poco los planes de todas estas tecnologías, pues a todas les puede llegar a afectar de alguna manera. La instalación es mucho más barata que la del UMTS o las redes de cable; una pequeña inversión será suficiente para cubrir una ciudad entera con servicios de voz y datos sin necesidad de abrir zanjas.

En principio WiMax no compete con WiFi, pues permitirá conectar los puntos de acceso (*hotspots*) de WiFi entre sí. De la misma forma, puede desarrollarse en paralelo a los accesos por banda ancha ofrecidos por las redes de cable y ADSL. Sin embargo, si se convierte en un estándar de uso generalizado y se despliega de forma masiva, podría reemplazar a otros tipos de conexión, e incluso amenazar a la telefonía móvil de tercera generación. La firma de investigación TelecomView destaca en un estudio las buenas opciones de WiMax para acaparar hacia 2009 buena parte de la cuota de mercado del UMTS y el ADSL, tecnologías que en algunos casos puede complementar pero en otros sustituir.

La batalla actual entre los proveedores de acceso a Internet está en la última milla, el bucle local o tramo del cable que llega hasta los hogares. El desarrollo de WiMax podría acabar con el dominio del mercado del que disfrutaban los propietarios de las líneas que van desde las centralitas a cada domicilio (en España casi en exclusiva de Telefónica). Con esta nueva tecnología, cualquier proveedor podrá ofrecer acceso a Internet de banda

ancha directamente a las casas, sin necesidad de tender una red de cable hasta cada hogar. Y, aunque WiMax nació con el objetivo de cubrir la última milla, también será capaz de ofrecer una alternativa a las conexiones por cable y ADSL.

También representa un serio rival, al menos a medio plazo, para la telefonía móvil de tercera generación (UMTS). Las nuevas operadoras móviles podrían emplear el estándar WiMax para competir con la telefonía 3G, aunque esto dependerá de los organismos reguladores. De hecho, hay un período de restricción (hasta 2007) destinado a que los operadores intenten recuperar sus cuantiosas inversiones en el despliegue de UMTS.

Pero aunque WiMax pueda ser un adversario de UMTS en zonas metropolitanas, será difícil que se despliegue una red que cubra todo el territorio y compita en movilidad con las redes de telefonía. Sin embargo, la siguiente revisión del estándar, 802,16e (conocido como WiMax móvil), sí que aparece como alternativa sólida a las redes de telefonía 3G. Por lo que pueda pasar, los operadores ya trabajan en una nueva red (Súper 3G), diez veces más potente que la actual.



**Figura 16.- Antenas WiMax.**

Toda esta evolución nos encamina hacia un cuarto nivel de las comunicaciones móviles. Más allá de las PAN, LAN y MAN inalámbricas, se encuentra el nuevo desarrollo de la IEEE: las redes de área global o GAN, cuyo nombre técnico es Mobile Broadband Wireless Access (MBWA). Esta norma, 802.20, definirá la forma en la que los usuarios permanecerán conectados a Internet desplazándose de un lado a otro.

### 3.2.5 Infraestructuras para el despliegue de redes WiFi

Bajo el nombre genérico de WiFi (*Wireless Fidelity*) se conoce al conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11, un sistema de transmisión de datos diseñado para proveer acceso a red por radio en lugar de infraestructura de cable. WiFi es una marca de la WiFi Alliance (anteriormente la *Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares IEEE 802.11x. Esta estandarización es fundamental para asegurar la compatibilidad entre los dispositivos de distintos fabricantes.

WiFi se creó para ser utilizada en redes locales inalámbricas (*wireless LAN* o *WLAN*), pero es frecuente que en la actualidad también se utilice para proporcionar puntos de acceso inalámbrico a Internet (*hotspots*).

En el entorno empresarial, las redes de área local inalámbricas implementan por lo general el último enlace entre la red cableada y los ordenadores, dando a estos usuarios acceso inalámbrico a todos los recursos y servicios de la red corporativa a lo largo de las instalaciones de la empresa.

La principal ventaja de WiFi frente a las redes de área local cableadas es la movilidad, ya que libera a los usuarios de la dependencia del acceso a red por cable, dando acceso a red en cualquier momento y en cualquier lugar.

Otra ventaja de WiFi radica en su menor coste de instalación por dispositivo y por usuario. Esta reducción se hace especialmente importante en localizaciones difíciles de cablear. Además también se reduce coste de mantenimiento en entornos que requieren modificaciones frecuentes.

Hay tres tipos de WiFi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11:

- 802.11a: Alcanza velocidades de hasta 54 Mbps dentro de los estándares del IEEE y opera dentro del rango de los 5 GHz. Inicialmente se soportan hasta 64 usuarios por Punto de Acceso. Sus principales ventajas son su velocidad y la ausencia de interferencias en la frecuencia que usa. Sus principales desventajas son su incompatibilidad con los estándares 802.11b y g, y fundamentalmente la no disponibilidad de esta frecuencia en Europa, dado que esta frecuencia está reservada a la HyperLAN2.
- 802.11b: Alcanza una velocidad de 11 Mbps estandarizada por el IEEE y opera dentro de la frecuencia de los 2,4 GHz. Inicialmente se soportan hasta 32 usuarios por Punto de Acceso. Su principal inconveniente es la masificación de la frecuencia en la que transmite y recibe, pues en los 2'4 GHz funcionan teléfonos inalámbricos, teclados y ratones inalámbricos, hornos microondas, dispositivos Bluetooth, etc., lo cual puede provocar interferencias. En el lado positivo está su rápida

adopción por parte de una gran comunidad de usuarios debido principalmente a unos muy bajos precios de sus dispositivos y que la banda de frecuencia de 2,4 GHz está disponible en todo el mundo y no requiere el uso de licencia.

- 802.11g: Se basa en la compatibilidad con los dispositivos 802.11b y en el ofrecer unas velocidades de hasta 54 Mbps. Funciona dentro de la frecuencia de 2,4 Ghz. Presenta los mismos inconvenientes y ventajas que el 802.11b, con la ventaja añadida de su mayor velocidad.

La velocidad máxima teórica (54Mbps en el caso de 802.11g) se ve reducida en la realidad según la distancia a la que se encuentre el Punto de Acceso, las paredes u otros obstáculos intermedios, el número de usuarios y las interferencias. Los Puntos de Acceso presentan alcances máximos del orden de 100 a 300 metros, aunque esos alcances únicamente se logran en condiciones óptimas, viéndose notablemente reducidos en escenarios reales por la presencia de obstáculos.

Uno de los problemas más graves a los cuales se enfrenta actualmente la tecnología WiFi es la seguridad. Un muy elevado porcentaje de redes se han instalado por administradores de sistemas o de redes por su simplicidad de implementación, sin tener en consideración la seguridad y por tanto han convertido sus redes en redes abiertas, sin proteger el acceso a la información que por ellas circulan. La protección debe asegurar que un intruso no sea capaz de acceder a los recursos de la red utilizando dispositivos WiFi similares ni de capturar la información que se está transmitiendo.

Existen varias alternativas para garantizar la seguridad de estas redes, las más comunes son la utilización de protocolos de cifrado de datos como el WEP y el WPA, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos, o IPSEC (túneles IP) y 802.1x, proporcionados por otros dispositivos de la red de datos.

Otro inconveniente de WiFi es que su especificación no incorpora garantías de Calidad de Servicio (QoS), lo que en principio impediría ofrecer transmisión de voz y contenidos multimedia online.

Sea cual sea el estándar utilizado vamos a disponer principalmente de dos tipos de dispositivos:

- Dispositivos “Tarjetas de red”, o TR, que serán los que tengamos integrados en nuestro ordenador, o bien conectados mediante un conector PCMCIA o USB si estamos en un portátil o en un slot PCI si estamos en un ordenador de sobremesa. Recibirán y enviarán la información hacia su destino desde el ordenador en el que estemos trabajando.



**Figura 17.- Tarjetas de Red WiFi.**

- Dispositivos “Puntos de Acceso”, o PA, los cuales serán los encargados de recibir la información de los diferentes TR de los que conste la red bien para su centralización bien para su encaminamiento. Complementan a los Hubs, Switches o Routers, si bien muchos de los Puntos de Acceso incorporan también funcionalidad de Router.



**Figura 18.- Puntos de Acceso WiFi.**

En la figura 19 se muestra un esquema habitual en el que un Punto de Acceso conecta a varios dispositivos Tarjeta de Red a la red local, a través de un switch.

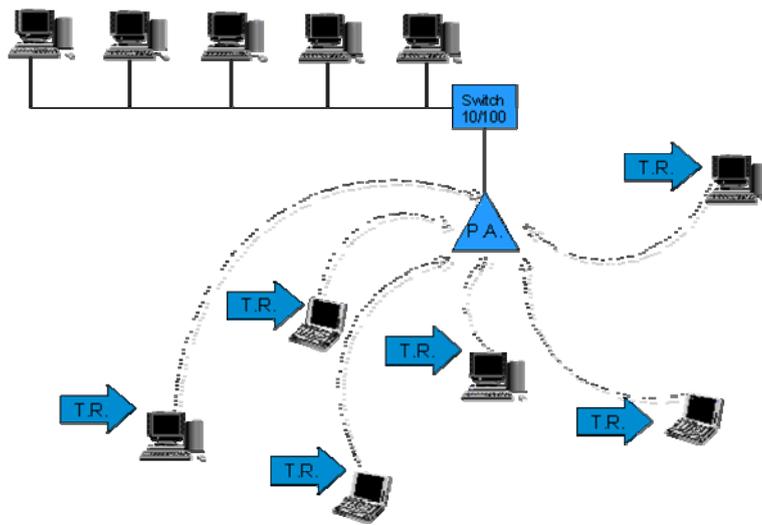


Figura 19.- Esquema de una red inalámbrica.

En el caso de las redes inalámbricas, existen dos topologías básicas:

- Topología Ad-Hoc. Cada dispositivo se puede comunicar con todos los demás. Cada nodo forma parte de una red Peer to Peer o de igual a igual. No hay un nodo central. Este tipo de redes se puede establecer rápidamente y suelen ser limitadas en el tiempo y en el espacio.

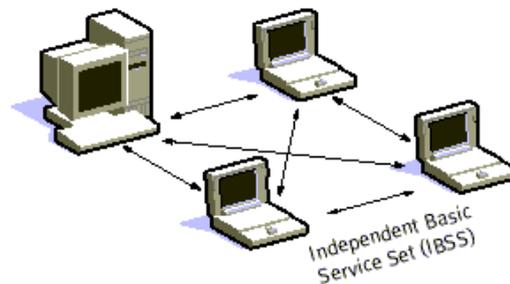
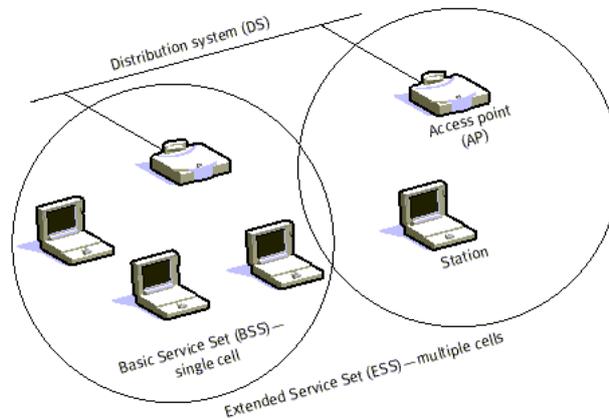


Figura 20.- Topología Ad-Hoc.

- Topología Infraestructura, en el cual existe un nodo central (Punto de Acceso WiFi) que sirve de enlace para todos los demás (Tarjetas de Red Wifi). Este nodo sirve para encaminar las tramas hacia una red convencional o hacia otras redes distintas. Los Puntos de Acceso se interconectan mediante el Sistema de Distribución. Esto incrementa la

cobertura de la red, ya que cada Punto de Acceso se convierte en un nodo de una red mayor.



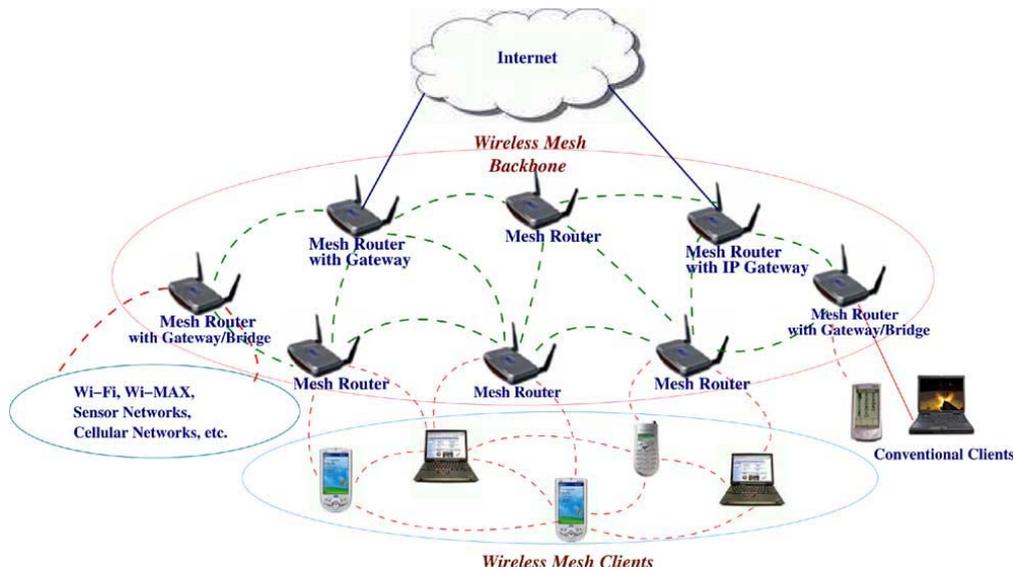
**Figura 21.- Topología Infraestructura.**

La implementación del Sistema de Distribución no está especificada por el 802.11, pudiendo implementarse mediante otras tecnologías. Por lo general suele ser cableado, utilizando por ejemplo una red Ethernet, pero podría pensarse en una red basada en WiMAX.

Uno de los requisitos de la especificación 802.11 es que debe ser compatible con las redes cableadas existentes. Para ello alguno de los elementos debe actuar como puente (*bridge*) entre la red inalámbrica y la cableada. La mayoría de Puntos de Acceso permiten la conexión a redes Ethernet (802.3).

Un caso especial de topología de redes inalámbricas es el caso de las redes Mesh.

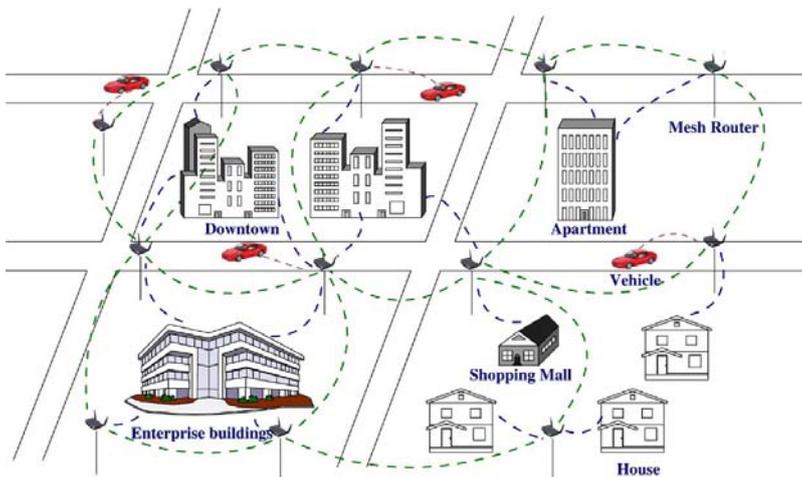
Las redes Mesh, o redes acopladas, son aquellas redes en las que se mezclan las dos topologías de las redes inalámbricas. Básicamente son redes con topología de infraestructura, pero que permiten a los Puntos de Acceso comunicarse entre ellos con una topología Ad-Hoc. Esto hace que el establecimiento y mantenimiento de la red sea más sencillo. Además la red es más robusta, pues la caída de un nodo no implica la caída de toda la red.



**Figura 22.- Red Mesh.**

Para que esto sea posible, los Puntos de Acceso han de tener la capacidad de encaminar la información hasta su destino, por lo que se denominan Mesh Routers. Para interconectar la red con otras redes existentes (Internet, red de área local cableada, otras redes inalámbricas) se utilizan Puntos de Acceso con capacidad de funcionar como Gateway o Bridge.

En la figura 23 se muestra un ejemplo de aplicación de una red Mesh a un entorno metropolitano.



**Figura 23.- Aplicación de una red Mesh a un entorno metropolitano.**

### 3.3 Conclusiones relativas a la red de acceso

Tras estudiar las diferentes tecnologías existentes para la red de acceso se hace necesario establecer algunas conclusiones concretas para su aplicación en el proyecto Milla Digital.

En lo que respecta a la tecnología de acceso por cable, existe hoy en día una fuerte e interesante discusión acerca de si las tecnologías ‘todo Ethernet’ o las tecnologías PON son las más acertadas para nuevas redes de acceso basadas en fibra óptica. Teniendo en cuenta que vamos a llevar la fibra óptica muy cerca del hogar, las tecnologías PON podrían tener bastante interés, pero su mayor ventaja es la de poder ahorrar fibra en el tramo desde la central (OLT) hasta los divisores. En las dimensiones que estamos planteando, y dada la distancia entre nodo y parcelas, la solución basada en Ethernet podría ser competitiva frente a la tecnología PON, aunque precisaría más fibras ópticas para dar servicio a todas las parcelas/edificios. En cualquier caso ambas tecnologías tienen sus ventajas e inconvenientes y lo más importante es que con el diseño de red que hemos propuesto no nos limitamos si queremos escoger una u otra. Las redes PON van a tender a mejorar con toda seguridad y quién sabe si en unos meses podrán aportar nuevas ventajas que inclinen la balanza hacia esta tecnología. Las tecnologías ADSL y cable-modem se descartarían por no llegar hasta los valores de 100Mb/s por hogar, y pensar en tecnologías xDSL con mayor ancho de banda puede tener algún sentido en redes de acceso basadas en pares ya instaladas, pero no para una nueva instalación.

Es recomendable descartar, a priori, el uso de tecnología PLC. Si bien esta tecnología podría ser una buena solución para edificios ya construidos (por ejemplo, hoteles) sobre los que el coste de una nueva infraestructura de comunicaciones sería prohibitivo, el proyecto Milla Digital se plantea sobre la base de nuevas edificaciones. En este contexto, y a la vista de la evidente falta de madurez de la tecnología PLC, no parece adecuado apostar por esta tecnología como base para la red de acceso.

En cuanto a las tecnologías inalámbricas, su enorme auge obliga a tenerlas muy presentes. A este respecto podemos hacer algunas consideraciones:

- Debido a la necesidad de instalación de antenas y estaciones base (GSM, GPRS, UMTS) en las azoteas de algunos edificios, se hace indispensable la máxima mimetización de las mismas con objeto de reducir al máximo el impacto ambiental producido. En este punto, conviene recordar que si se quiere reducir el nivel de exposición radioeléctrica en el área de la Milla Digital lo más adecuado es diversificar al máximo las estaciones radioeléctricas con el fin de minimizar la potencia que éstas tengan que radiar para dar servicio a los usuarios. En este sentido, se debe procurar, del modo que se estime más oportuno por parte del Ayuntamiento (edificios públicos, acuerdos con las Comunidades de Vecinos, etc.), que existan suficientes

Con formato: Con viñetas +  
Nivel: 1 + Alineación: 0,63 cm  
+ Tabulación después de: 1,27  
cm + Sangría: 1,27 cm

ubicaciones para estas instalaciones, de modo que pueda proporcionarse una adecuada calidad de servicio a los usuarios.

Eliminado: ¶

- La disponibilidad de una red troncal debidamente dimensionada facilitará la utilización de soluciones basadas en radio sobre fibra, que redundarán en diversos beneficios que van desde la eliminación de zonas de sombra de coberturas hasta la provisión de servicios en entornos picocelulares con gran densidad de usuarios.
- Por último, la penetración creciente de las redes inalámbricas obliga a una apuesta firme por redes basadas en tecnologías WiFi y WiMax. En el momento actual se puede plantear una solución híbrida utilizando ambas tecnologías. En cualquier caso, hay que mantener una vigilancia tecnológica intensa con el fin de seguir la evolución de estas tecnologías y otras como los estándares 802.20.
- Asimismo, el dimensionado de la red troncal deberá tener en cuenta la posibilidad de utilización de tecnologías inalámbricas en diversos elementos de mobiliario público (farolas, semáforos, etc.).
- Se propone la provisión de cobertura total para el acceso inalámbrico en todos los espacios públicos (parques, aceras, calzadas, edificios de uso público, etc.). La tecnología concreta a utilizar (IEEE 802.11g ...) dependerá del momento en el que se proceda al despliegue de la red. Dado que los precios son muy variables y que el número de puntos de acceso depende enormemente de la urbanización final del entorno (edificios, mobiliario urbano, arbolado, etc.) es difícil realizar una estimación fiable en cuanto al presupuesto. En cualquier caso, puede considerarse que en la actualidad el precio total por punto de acceso instalado rondaría los 3.500 euros, incluyendo un convertor óptico-eléctrico, mecanizado de los elementos urbanos que soportaran las antenas, alimentación eléctrica e instalación.

← --- Con formato: Sangría:  
Izquierda: 0,63 cm

← --- Con formato: Numeración y  
viñetas

## 4 Presupuesto

### Zona de Portillo:

Nota: esta parte está más desarrollada dado que se han podido conocer los metros exactos de zanja.

### Cable más obra civil

-1 Nodo Principal *	a 80.000 €/Ud.....	80.000 €
-5 Cabinas exteriores de empalme*	a 5.000 €/Ud. ....	25.000 €
-15 cajas exteriores de empalme*	a 2.000 €/Ud. ....	30.000 €

-1.725 ml. de canalización para telecomunicaciones constituida por 6 tuberías en paralelo de P.V.C. Ø110 mm. envuelta en prisma de hormigón HM-12,5, de 45x55 cm., en zanja, obras de tierra, parte proporcional de arquetas y obras accesorias, cableado de fibra óptica, malla de señalización, mantenimiento de servicios, totalmente terminada.

a 45 €/ml. .... 77.625 €

-800 ml. de Canalización para telecomunicaciones constituida por 4 tuberías en paralelo de P.V.C. Ø110 mm. envuelta en prisma de hormigón HM-12,5, de 45x41 cm. en zanja, obras de tierra, parte proporcional de arquetas y obras accesorias, cableado de fibra óptica, malla de señalización, mantenimiento de servicios, totalmente terminada

a 37 €/ml. .... 29.600 €

-3.200 ml. de Canalización para telecomunicaciones constituida por 1 tubería de P.V.C. Ø110 mm. envuelta en prisma de hormigón HM-12,5, de 30x31 cm. en zanja, obras de tierra, parte proporcional de arquetas y obras accesorias, cableado, malla de señalización, mantenimiento de servicios, totalmente terminada (Capilaridad)

a 17 €/ml. .... 54.400 €

- 2 km de cable de 256 fibras	a 25€/ml.....	50.000 €
- 1 km de cable de 64 fibras	a 6 €/ml.....	6.000 €
- 3.5 km de cable flexible de 2 fibras	a 2€/ml .....	7.000€

### Equipos de telecomunicaciones

Se dan precios por equipo, pero el total dependerá de la configuración precisa:

1 ADM SDH (2.5G)	a 30000	30000€
1 ADM SDH (10G)	a 80000	80000€
1 Nodos CWDM (8 lambdas)	a 60000	60000€
1 Nodos DWDM (32 lambdas)	a 400000	400000€
1 Routers Switches GbEthernet	a 18000	18000€

Una configuración para el nodo en el corto plazo podría ser 1 nodo CWDM con 2 lambdas y 2 nodos SDH a 2.5 Gb/s con salida a 4 switches GbEthernet  
 .....150000€

**TOTAL ZONA PORTILLO..... 509.625€**

### **Zona Milla digital**

Nota: esta parte no está desarrollada, las dimensiones de la red son estimativas y se han medido con Google Earth.

#### **Cable más obra civil**

-3 Nodo Principal \* a 80.000 €/Ud..... 240.000 €  
 -15 Cabinas exteriores de empalme\* a 5.000 €/Ud. .... 75.000 €  
 -45 cajas exteriores de empalme\* a 2.000 €/Ud. .... 90.000 €

-6500 ml. de canalización para telecomunicaciones constituida por 6 tuberías en paralelo de P.V.C. Ø110 mm. envuelta en prisma de hormigón HM-12,5, de 45x55 cm., en zanja, obras de tierra, parte proporcional de arquetas y obras accesorias, cableado de fibra óptica, malla de señalización, mantenimiento de servicios, totalmente terminada.  
 a 45 €/ml. .... 292.500 €

-6000 ml. de Canalización para telecomunicaciones constituida por 4 tuberías en paralelo de P.V.C. Ø110 mm. envuelta en prisma de hormigón HM-12,5, de 45x41 cm. en zanja, obras de tierra, parte proporcional de arquetas y obras accesorias, cableado de fibra óptica, malla de señalización, mantenimiento de servicios, totalmente terminada  
 a 37 €/ml. ....222.000 €

-9000 ml. de Canalización para telecomunicaciones constituida por 1 tubería de P.V.C. Ø110 mm. envuelta en prisma de hormigón HM-12,5, de 30x31 cm. en zanja, obras de tierra, parte proporcional de arquetas y obras accesorias, cableado, malla de señalización, mantenimiento de servicios, totalmente terminada (Capilaridad)  
 a 17 €/ml. .... 153.000 €

- 7 km de cable de 256 fibras a 25€/ml..... 175.000 €  
 - 6 km de cable de 64 fibras a 6 €/ml..... 36.000 €  
 - 10 km de cable flexible de 2 fibras a 2€/ml ..... 20.000€

#### **Equipos de telecomunicaciones**

Una configuración para el nodo en el corto plazo podría ser 1 nodo CWDM con 2 lambdas y 2 nodos SDH a 2.5 Gb/s con salida a 4 switches GbEthernet por nodo.....a 150000€ por nodo .....450.000€  
 Habría que sumar los ADMs de salida a la red troncal (10G) .....160.000€

**TOTAL ZONA MILLA DIGITAL..... 1.913.500€**

A estos precios habría que sumarles los correspondientes aumentos por gastos generales e IVA.

<b>TOTAL CABLE, OBRA CIVIL .....</b>	<b>1.663.125€</b>
<b>EQUIPAMIENTO MÍNIMO.....</b>	<b>760.000€</b>
<b>TOTAL.....</b>	<b>2.423.125€</b>

Notas:

- En la zona de Milla digital habría que quitar la obra civil de aquellas canalizaciones que ya estuvieran realizadas a través de galerías de servicio
- No se ha incluido el posible nuevo nodo en la EXPO2008
- El coste del equipamiento es muy aproximado, ya que depende fuertemente de la tecnología que finalmente se utilice, de cuando se compre y del volumen de equipamiento que se vaya a comprar. Soluciones llave en mano tenderán a disminuir el precio. Con este equipamiento sólo se daría servicio a las primeras viviendas y empresas, posteriormente habría que ir aumentando el equipamiento según se necesitara. Si se utilizan tecnologías PON se precisará nuevo equipamiento y se deberán instalar divisores. En la configuración propuesta sólo está incluido el equipamiento para el transporte de los datos entre nodos. Por tanto no están contemplados los equipamientos que pudieran ser necesarios para realizar ingeniería de tráfico (ATM, FrameRelay, MPLS) por no disponer de información fiable en este momento ni conocerse si finalmente se aplicará alguna de estas tecnologías. Por tanto el presupuesto de equipamiento debe tomarse con mucho cuidado y afinarse cuando se aproxime el momento del despliegue.
- No se ha tenido en cuenta la posible instalación de cable de pares.

**ANEXO Nº 2:**  
**Informe técnico sobre domótica de viviendas  
y edificios de la Milla Digital de Zaragoza**



---

# INFORME TÉCNICO SOBRE DOMÓTICA DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS DE LA MILLA DIGITAL DE ZARAGOZA

---

Zaragoza, Octubre de 2005

Autor/es: Roberto Casas  
Armando Roy

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón  
Grupo de Tecnologías para la Discapacidad  
Universidad de Zaragoza

## Índice

<u>SERVICIOS DOMÓTICOS</u> .....	3
<u>1.1 Seguridad</u> .....	3
<u>1.2 Tecnología Asistencial</u> .....	6
<u>1.3 Eficiencia energética</u> .....	8
<u>1.4 Confort</u> .....	8
<u>1.5 Comunicación con el exterior</u> .....	9
<u>1.6 Ocio</u> .....	9
<u>REQUISITOS TECNOLÓGICOS A CONTEMPLAR</u> .....	11
<u>2.0 Pasarela Residencial</u> .....	12
<u>2.1 Red de datos, multimedia y de seguridad</u> .....	14
<u>2.2 Sistema domótico</u> .....	15
<u>2.2.1 Arquitectura del sistema domótico</u> .....	16
<u>2.2.2 Medio de transmisión</u> .....	18
<u>2.2.3 Protocolo domótico</u> .....	21
<u>2.2.4 Sistemas domóticos en el mercado</u> .....	26
<u>2.2.5 Elementos domóticos en la vivienda</u> .....	26
<u>2.2.6 Apuntes prácticos</u> .....	30
<u>2.3 Infraestructura domótica en la oficina</u> .....	31
<u>2.4 Infraestructura domótica en el edificio (bloque de viviendas)</u> .....	31
<u>2.5 Infraestructura domótica en edificios particulares</u> .....	32

*ANEXO I. Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión: ITC-BT-51*

*ANEXO II. Sistemas Domóticos Comerciales en el mercado actual*

*ANEXO III. Guía Recomendaciones instalaciones domótica*

*ANEXO IV. Aproximación Presupuestaria de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) y domótica*

*ANEXO V. Aproximación Presupuestaria de una Instalación Domótica*

## SERVICIOS DOMÓTICOS

En este informe se plantea una selección de los requisitos tecnológicos que ha de tener la Milla Digital (MD) dentro del ámbito de la domótica. Hace unos años la principal finalidad de la domótica se limitaba a automatizar algunas sencillas tareas dentro del hogar. Gracias al avance de la tecnología podríamos definirla ahora como un sistema dentro de la tecnología de la información, para proporcionar seguridad tanto a las personas como a los bienes, confort, cuidado personal, comunicación, ahorro energético y administración remota en las viviendas.

Es una tecnología con un gran potencial para ayudar a las personas, por lo que consideramos los siguientes principios básicos a la hora de afrontar su diseño:

- “Vida independiente”: Las personas con discapacidad deben tener la oportunidad de vivir como todo el mundo y de trabajar independientemente. La idea ha de ser independizar a las personas con discapacidad del cuidado de familiares o instituciones. Entre otras cosas hemos de hacer edificios, educación y empleo más accesible para estas personas; dar a los niños con discapacidad el derecho de una libre y apropiada educación lo menos restrictiva posible; posibilitar que los ancianos permanezcan en sus viviendas el máximo tiempo posible.
- “Sociedad sin barreras”: Defiende la idea de evitar que, por su diseño, dispositivos o instalaciones presenten dificultades extraordinarias a ancianos o a personas con discapacidad. Esto requiere un profundo conocimiento de sus necesidades y de cómo el entorno físico y tecnológico puede ayudar en dichas necesidades. Requiere también la cooperación de legisladores, diseñadores, expertos en rehabilitación y personas con discapacidad.
- “Diseño para todos”: Se basa en el principio de que lo que es bueno para una persona con discapacidad es generalmente bueno para todas. Esto da las mismas oportunidades a todas las personas para participar en la comunidad.

A continuación se detalla una taxonomía de los posible servicios que nos ofrece la domótica o más genéricamente los ambientes inteligentes.

### 1.1 Seguridad

El concepto de seguridad es muy amplio e incluye diversas aplicaciones que protegen tanto a los bienes como a las personas y los datos.

Los sistemas de **teleseguridad** ante posibles intrusiones incluyen:

- Sistemas de control de acceso inteligentes capaces de registrar y permitir el acceso en función de las horas, de la identidad del usuario, etc. Estos sistemas pueden ser del tipo tarjeta inteligente (banda magnética, RFID) o biométricos (huella digital, reconocimiento facial, termografía, patrón de voz...).
- Sensores perimetrales (de apertura de puertas/ventanas, rotura de cristal), de presencia o movimiento (volumétricos, térmicos).

- Cámaras que permiten, tanto la grabación continua, como el envío remoto de imágenes (webcams, cámaras IP).
- Sistemas de aviso o notificación bien al usuario bien a la empresa contratada para la gestión de la seguridad. Se contempla la alarma acústica, llamada telefónica, mensajes SMS, correo electrónico, etc. Es importante que el sistema sea robusto ante el corte del suministro eléctrico y de las líneas de comunicación por cable, por lo que el uso de fuentes de alimentación ininterrumpida y sistemas de comunicación móviles son recomendables.
- La simulación de actividad en el domicilio mediante el control de la iluminación, persianas, etc. es un elemento de seguridad más.

La **seguridad en las comunicaciones** es un tema clave dado que gran parte de los sistemas domóticos disponen de una conexión con el exterior que permite su monitorización y control. La pasarela residencial se perfila como el elemento más adecuado para ejercer de cortafuegos (*firewall*) protegiendo de posibles ataques.

La conexión de banda ancha también permitirá que empresas de servicios informáticos ofrezcan servicios de **copia de seguridad** para prevenir pérdidas de datos ante posibles catástrofes en el edificio.

Los sistemas de **seguridad ante catástrofes** presentan similares sistemas de notificación pero cuentan con diferentes sensores de detección: inundación, fuego, humos, gas, etc. Así mismo también se monitorizaría el sistema eléctrico. Es necesario que ante un imprevisto, además de generar los avisos pertinentes, se disparen las acciones paliativas automáticas necesarias, principalmente el corte de suministros.

Con respecto a la seguridad es importante conocer el estado de la casa y de las personas que la habitan (ausentes, durmiendo, de vacaciones, etc.), de este los sistemas domóticos puedan reaccionar en función del estado global de la vivienda. Por ejemplo, si se está ausente y se detecta una fuga de agua, se corta la entrada de agua, y se llama al terminal remoto. Si se está durmiendo, únicamente se activa una llamada en el dormitorio.

Como medio preventivo para evitar estas situaciones y también para tranquilidad del usuario (la sensación de conocer en tiempo real la situación del domicilio puede ser muy tranquilizadora) es interesante la monitorización remota de todo el sistema domótico (situación de electrodomésticos, iluminación, accesos, etc.).

Por otro lado la utilización de webcams y cámaras IP permite el control visual en tiempo real. Este último servicio es muy interesante en la **seguridad de personas**, generalmente niños, ancianos o personas con discapacidad. Es este un aspecto en el que, gracias a los avances en la tecnología, sería posible ofrecer una serie de servicios que mejoraran notablemente la calidad de vida de las personas. Por ejemplo, sistemas anti-escape o localización para niños o personas con discapacidades cognitivas permitirían una mayor tranquilidad para las personas encargadas de su cuidado. En este sentido, las soluciones a aportar diferirán en el caso de tratarse de viviendas particulares, residencias (de ancianos o personas con discapacidad) o edificios de carácter público (ayuntamiento, hospitales, museos, etc.).

En el primer caso, cámaras permitirían el control en tiempo real, desde cualquier punto remoto (incluso inalámbricamente) de lo que ocurre en cualquier sitio de la vivienda. Caso de no buscar el control visual, sería posible mediante sensores de presencia y un sistema inteligente, controlar donde están las personas, si salen de la vivienda o incluso periodos de inactividad excesivos.

La **teleasistencia** es un concepto en auge que persigue la prestación de ayuda a domicilio reclamado habitualmente mediante la pulsación de un botón de alarma. Sin embargo, este sistema pasa por alto muchas situaciones que lo harían inservible, principalmente aquellas que impiden que la persona presione el pulsador: pérdida del conocimiento, imposibilidad física, estrés o confusión mental (no es capaz de relacionar la pulsación del botón con la ayuda que necesita), etc. Si contamos con una vivienda domotizada y “conectada” es posible ampliar la funcionalidad de un servicio convirtiéndolo en un **sistema avanzado de alarma** con las siguientes características:

- En caso de alarma apertura de un canal de comunicación inalámbrica con quien esté programado que preste la atención (cuidador, familiar, etc.). Esto permite por un lado la tranquilización de la persona al saber que alguien se ha enterado de su situación (está demostrado que desde que ocurre se solicita la ayuda hasta que acude son momentos de mucho estrés). Por otro lado posibilita el detallamiento de la situación permitiendo una mejor atención.
- Ampliación de las situaciones a detectar por medio de inclusión de sensores fisiológicos. Sensores de pulso, oximetría, etc. facilitan la detección de situaciones de emergencia médica así como capacitan a la vivienda de un servicio de **telemedicina** para el telediagnóstico, medición y envío de determinadas constantes vitales al centro de salud.
- Un detector de caídas e inactividad ayudaría a paliar gran parte de las situaciones que no son detectadas con un pulsador.
- La unión con el sistema domótico permitiría abrir la puerta cuando vengan la ayuda, conectar las cámaras de video para ver el estado de la persona, etc.

En el caso de una residencia de ancianos o personas con discapacidad, un sistema de localización en interiores podría servir para detectar las siguientes situaciones de riesgo:

- Riesgo por estancia en un recinto peligroso para una persona sin personal cuidador. (Cocina, Sala de curas, etc.).
- Estancia o deambulación a corregir (estar por la noche en el comedor y no en la cama).
- Duración de estancia mayor de la especificada (30' en el cuarto de baño).
- Ausencia o pérdida de contacto (Falta de la residencia).
- Conductas que denoten ansiedad, escapismo u otras de interés (Detección de balanceos, pequeños itinerarios repetitivos).
- Inmovilismo durante excesivo tiempo en un lugar no habitual (3' sin moverse en el medio del pasillo).

Si un sistema de este tipo se une con un sistema de alarma como el que acabamos de describir en el anterior párrafo, seríamos capaces además detectar la persona de la que procedía la llamada, de conocer su localización

pudiendo acudir más rápidamente a atenderle. Esto redundaría, contrariamente a lo que se podría pensar al localizar personas, en la ampliación del rango de independencia de la persona al permitir movimientos en un área mayor y con menos limitaciones. Al detectar estas situaciones con un sistema automático es posible evitar barreras físicas coactivas, tales como cerrar puertas, clausurar dependencias, etc. permitiendo a la persona realizar actividades que en principio tienen un riesgo que con la monitorización se ve reducido. Ejemplo de esto sería el pasear por los jardines una persona confusa sin acompañante. En principio existe riesgo de desorientación, escapismo o caída, pero con la monitorización, estas situaciones se detectan y se solucionan.

También proporciona un refuerzo psicológico para la persona, que se siente más segura para emprender acciones, lo que amplía su capacidad y su independencia al saber que va a poder ser asistido de la manera más rápida posible, reduciéndose además, el tiempo de sufrimiento que supone la espera a los servicios de asistencia.

Dentro de grandes edificios un sistema de localización tendría diversos usos en función del tipo de edificio que se trate. Por ejemplo en un centro comercial se podría utilizar para evitar pérdidas de niños. También es interesante el guiado de personas que llegan a un gran edificio: hospital, edificio de la administración pública, etc. En estos lugares es habitual la desorientación o pérdida, incluso en personas sin discapacidad alguna. Este problema se magnifica en el caso de ancianos o personas con discapacidad y en algunos casos puede dar lugar a crisis nerviosas o al aislamiento de las personas en lo que consideran un lugar seguro (habitualmente su casa). Con un sistema de localización adecuado sería posible guiar a una persona sabiendo donde se encuentra, sus características (capacidades mentales, sensoriales y de movilidad), preferencias, el mapa del edificio, y donde se quiere dirigir. Podemos adaptar el modo de dar la información a las capacidades o preferencias a la persona; por ejemplo, con pantallas o por medio de la voz, evitando que se pierda o se desoriente. Si una persona se pierde aún con las indicaciones proporcionadas, es posible darle nuevas instrucciones, para orientarla de nuevo en el camino deseado o incluso mandar una persona en su auxilio. También podemos adaptar el camino elegido a las circunstancias de cada persona; si por ejemplo la persona va en silla de ruedas, no le indicaremos caminos con escaleras o puertas estrechas.

## **1.2 Tecnología Asistencial**

La inclusión de la tecnología en el entorno residencial presenta numerosas ventajas a una gran parte del espectro social. Se estima que el 10-15% de la población europea tiene alguna discapacidad y el 15.5% (100 millones) es mayor de 65 años. Además en los siguientes 50 años se espera que la proporción de personas mayores de 65 años se duplique. A esto hay que añadir que las discapacidades se incrementan con la edad, actualmente dos tercios de las personas con discapacidad son ancianos. De un modo más exhaustivo se pueden beneficiar de sistemas de este tipo:

- Personas que envejecen normalmente y se apoyan en la tecnología para realizar las actividades diarias.
- Personas cuya situación se va degradando paulatinamente y gracias a la tecnología consiguen mantener la independencia (no ingresar en residencias) y minimizar las discapacidades.
- Personas ancianas que consiguen mayor seguridad y minimizan riesgos de lesiones.
- Personas a cargo de un familiar que gracias a la tecnología adquieren una ayuda en el cuidado.
- Personas que sufren una discapacidad por primera vez o que presentan discapacidades crónicas y que utilizan la tecnología para llevar a cabo tareas de cuidado personal.

Principalmente las finalidades que se persiguen con una vivienda inteligente son las siguientes:

- Proporcionar un entorno constantemente monitorizado que asegure la seguridad personal (*active monitoring*). Bien alertando al propio usuario de situaciones de riesgo o a cuidadores de que la persona se encuentra en dificultades.
- Automatizar tareas que una persona no es capaz de realizar por si misma (encender/apagar luces).
- Habilitar, potenciar y facilitar la rehabilitación de la persona.

Estos objetivos son bastante genéricos y la mayoría de las aplicaciones concretas reúnen características de varios puntos.

Además de los elementos que se ocupan de la seguridad de las personas comentados en el anterior punto, la domotización de las viviendas permite otra serie de sistemas de apoyo a las personas con discapacidades cognitivas. La gran variedad de discapacidades hace que cada caso concreto necesite una solución diferente, aunque algunas aplicaciones tienen un amplio espectro de uso. Por ejemplo, la integración del sistema domótico con un **gestor de tareas** puede servir de gran ayuda a muchas personas con olvidos frecuentes o discapacidad mental. Estos sistemas les recuerdan vía un panel de información, un colgante u otros las tareas de importancia (hacer la comida, paseo, comer, tomar la pastilla...) y fechas señaladas (cumpleaños de los hijos...). La información de la activación de los electrodomésticos será útil para monitorizar lo que tenga que ver con su alimentación, recordarle que tiene que calentar al comida, (comprobar que actúa) que ya está la comida, apagar la cocina al acabar, etc.

Otro punto a tener en cuenta es la diversificación de **interfaces** que mejoran la accesibilidad y calidad de vida de personas con alguna discapacidad. Este tema es tratado en detalle en otro informe.

Los ancianos y personas con discapacidad pueden ser usuarios de esta tecnología en su vida cotidiana, pero de tal modo que se preserve su dignidad y ofreciendo siempre la posibilidad de actuar en su propia situación. Para el caso de las personas que no tienen un criterio por si mismas son muy importantes las consideraciones éticas. Esto se ha de considerar sobre todo en la calidad de vida, en la ayuda ofrecida en los momentos cotidianos, en la preservación de la dignidad personal y en ofrecer a las personas la posibilidad de actuar en su propia situación.

### 1.3 Eficiencia energética

Este es uno de los elementos domóticos más demandados gracias a la creciente conciencia ecológica de los ciudadanos y al ahorro económico que una inversión de estas características supone. La gestión optimizada de las instalaciones energéticas permite controlar eficientemente diferentes elementos (calefacción, climatización, ventilación, iluminación, etc.) ajustando los consumos a las necesidades en cada momento y disminuyendo pérdidas. Algunas posibilidades son:

- Regulación, zonificación y programación de la **temperatura y ventilación**.
- Gestión de **cargas eléctricas**: Desconexión de cargas no prioritarias antes de alcanzar la potencia contratada, gestión de la tarifa nocturna y programación de cargas.
- Regulación de la intensidad de la **iluminación** en función de la luz natural, conexión/desconexión en función de la presencia.
- Gestión eficiente del **agua** (riego, grifos, piscinas, etc.)
- **Estadísticas**: El sistema domótico almacena un conjunto de información, que posteriormente el usuario puede consultar obteniendo así informaciones sobre el consumo de luz o de teléfono, dónde se ha producido un problema y cual la sido la causa...
- Utilización de **electrodomésticos** que permitan su gestión remota y que sean energéticamente eficientes (encimeras independientes tipo vitrocerámica, frigoríficos y congeladores “side by side” combi de dos motores, todos los electrodomésticos de categoría A ó B, luminarias de alta reflectividad con lámparas de bajo consumo electrónicas compactas no integradas y sondas para la reducción de flujo luminosos que maximizar el aprovechamiento de la luz natural.

### 1.4 Confort

El confort se define como todo aquello que contribuya al bienestar y la comodidad de las personas que utilicen las instalaciones. Esto tiene un marco muy amplio en el que se pueden incluir muchos de los puntos tratados en apartados anteriores, aquí nos centraremos más en aquellos sistemas que permiten sobre todo simplificar tareas.

La automatización de tareas como el riego de jardines, mantenimiento de piscinas, apertura de puertas, control de toldos, persianas e iluminación, etc. Son tareas fácilmente implementables, tanto a nivel de vivienda como de edificio, con un sistema inteligente y algunos sensores y actuadores.

De un modo más avanzado, los avances en la tecnología embebida dentro de los **electrodomésticos** permiten su gestión de remota. No solo el encendido y apagado en el momento más oportuno (aprovechamiento de la tarifa nocturna) es posible, controles más avanzados (programa de funcionamiento) y su telediagnóstico mediante chequeo remoto de su estado (bien en caso de avería o como mantenimiento preventivo) son cada vez más habituales. Algunos casos concretos son:

- Frigoríficos programables para efectuar compras automáticas en función de su contenido y consumo, aviso de fechas de caducidad, consejo sobre platos a cocinar, información nutricional de alimentos...
- Lavadoras autoprogramables con detección de tipo de prendas, sistemas de ahorro de energía, ...
- Hornos/microondas inteligentes con aprendizaje/ajuste de ciclos de cocción, memorización de recetas...

El control de todos estos elementos puede ser automatizado (cuando sea totalmente gobernado por sensores), comandado localmente (cuando el usuario lo gestione desde la propia vivienda mediante interfaces detallados más adelante) y comandado remotamente (cuando el control se haga desde fuera de la vivienda mediante interfaces telefónicos o Internet)

## **1.5 Comunicación con el exterior**

Un punto importante dentro del confort es la administración remota del sistema domotizado mediante interfaces telefónicos o Internet, pero entendemos que la comunicación con el exterior implica una oferta de servicios mucho más amplia. Además del acceso a la información, una conexión de banda ancha desde la vivienda permite, como vimos en puntos anteriores, una mayor seguridad de los bienes y las personas y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.

Si en la vivienda se cuenta con dispositivos como ordenador, impresora, teléfono multimedia con capacidad de videoconferencia, el abanico de posibilidades se abre más aún. Servicios como la compra, las gestiones oficiales y personales se pueden realizar desde casa materializadas en sistemas de tele-compra, tele-ayuntamiento o tele-banca. Del mismo modo sería posible el trabajo/formación desde la propia casa, o incluso habilitando oficinas/aulas comunes para viviendas para optimizar recursos.

El ocio es otro de los grandes beneficiarios de la comunicación con el exterior que se detalla a continuación.

## **1.6 Ocio**

Los servicios de ocio presentan una gran demanda por parte del usuario que se prevé se vaya incrementando conforme el número de usuarios crezca. La mayor parte de los servicios dentro de este ámbito necesitan básicamente una conexión de banda ancha y equipos electrónicos adecuados.

- TV interactiva y video bajo demanda a través de la recepción de material audiovisual por banda ancha. Permite todos los comandos típicos de un DVD así como servicios avanzados tipo control parental e inhabilitación de contenidos, navegación guiada, acceso a programación de TV emitida con posterioridad...
- Minicadena con acceso a servidores de música con tecnología “streaming” y reproducción de sonido de elevada calidad.
- Alquiler de juegos y juegos en red.

- Sistemas de almacenamiento de información de alta capacidad conectados a los dispositivos de reproducción multimedia (audio y video).

## REQUISITOS TECNOLÓGICOS A CONTEMPLAR

Como hemos detallado en el anterior apartado, la oferta de servicios que se pueden ofrecer en un entorno tecnológicamente avanzado es muy grande. Muchos de los sistemas expuestos son ya posibles, otros lo serán en un corto-medio plazo. De cualquier modo, es necesario que en un proyecto como la Milla Digital se dote a los edificios, oficinas, hogares, etc. de una infraestructura suficiente para que las aplicaciones no queden limitadas en los próximos años. De manera general, en una vivienda, la infraestructura básica necesaria partirá de una conexión de banda ancha que permitirá la comunicación con el exterior. Una pasarela residencial hará de puente entre dicha red y el interior de la vivienda por el que se trazarán diversas redes:

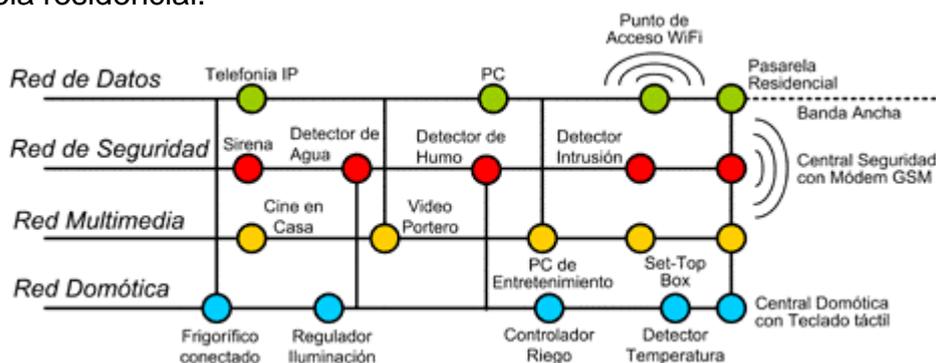
- Red de Datos: es aquella heredada de entornos empresariales y que permite usar una misma red para la distribución de ficheros entre ordenadores, compartir dispositivos y aplicaciones, y hablar por teléfono. Esta red permite acceder a Internet desde cualquier estancia del hogar y compartir esta conexión con otros ordenadores simultáneamente.

Para lograr todo lo anterior puede llegar a ser necesario disponer en el hogar de distintas subredes de datos con distintas tecnologías, siendo todas ellas “transparentes” al usuario, es decir, el usuario de las redes sólo percibe una única red de datos en el hogar independientemente de las infraestructuras desplegadas y las tecnologías utilizadas.

Actualmente existen en el mercado productos (pasarelas) que permiten conectar entre sí las distintas subredes de datos y los distintos equipos informáticos a un precio asequible. Estas conexiones se pueden realizar utilizando la instalación telefónica existente en la vivienda o conexiones inalámbricas.

- Red de Multimedia/Entretenimiento: esta red está orientada a la distribución de audio y video en el hogar. Principalmente se conectarán los equipos de línea marrón del hogar (TV, vídeo, consolas, etc.) en los cuales es clara la tendencia a incluir interfaces de altas prestaciones, como IEEE 1394, Ethernet, etc.
- Red de Seguridad: es aquella que integra los dispositivos y sensores para la seguridad del hogar.
- Red Domótica: Como veremos más adelante, es aquella que integra los dispositivos y sensores para la automatización y control del hogar.

En la siguiente figura vemos como diferentes sistemas se podrían conectar a las redes de la vivienda y como éstas acceden al exterior a través de la pasarela residencial.



Actualmente no existe ningún soporte físico que sea óptimo en todos los aspectos para todas las redes presentes en el hogar, por lo que habitualmente se utilizan distintos soportes.

## 2.0 Pasarela Residencial

La pasarela residencial (*Residential Gateway*) hace de puente transparente entre las redes externas a la vivienda (habitualmente la banda ancha) y las redes internas. Esta pasarela es una interfaz de terminación de red flexible, normalizada e inteligente, que recibe señales de las distintas redes de acceso y las transfiere a las redes internas, y viceversa.

También permite el establecimiento de comunicación entre aquellos dispositivos que se encuentren en el interior de la vivienda pero en diferentes redes (estableciendo un flujo de comunicaciones que no sale al exterior), y entre estos y cualquier otro conectado a una red de telecomunicaciones (por ejemplo, Internet) con flujos de comunicaciones bidireccionales entrando y saliendo de la casa.

Según el libro blanco del Hogar Digital de Telefónica I+D, las Pasarelas Residenciales deben tener las siguientes características:

- **Instalación sencilla.** La instalación debe ser sencilla y la configuración rápida y asequible (mejor si es *Plug&Play*, es decir, conectar y listo). Igualmente, la asignación y especificación de las funciones que puede hacer cada dispositivo doméstico o electrodoméstico debería ser automática.
- **Telecarga de software.** El proveedor de servicios, o directamente el usuario bajo supervisión del proveedor, debería de ser capaz de actualizar o telecargar nuevos servicios, además de configurarlos remotamente.
- **Soporte para redes.** Las Pasarelas Residenciales deberían tener interfaces que permitan conectar redes de datos de banda ancha (>10Mbps) con tecnologías como la tradicional Ethernet o con las nuevas tecnologías "sin cables" como HomePlug, HomeRF o 802.11. Por otro lado sería interesante que tuvieran interfaces para redes de control de banda estrecha (red doméstica) que permitan implementar funciones de telecontrol y ahorro energético.
- **Seguridad.** La seguridad es una cuestión fundamental en la concepción de una pasarela residencial, ya que ésta es el medio de acceso al hogar a través de la red. Dentro de este campo se contemplan dos aspectos fundamentales:
  1. *Seguridad de acceso:* Se puede subdividir a su vez dos niveles, ambos necesarios para garantizar la seguridad de los servicios: (1) seguridad de acceso a la pasarela, que contiene las aplicaciones, y (2) seguridad de acceso a nivel de servicio. Así pues, la pasarela deberá disponer de cortafuegos (firewall) que sólo permita establecer conexiones hacia el hogar a aquellas entidades autorizadas. Al mismo tiempo deberá permitir que desde dentro de la casa se tenga salida hacia la red, por ejemplo para conectarse a Internet. Por último, los servicios instalados en

la pasarela deberán contemplar mecanismos de autenticación y autorización de acceso al servicio.

2. *Seguridad de la información que se transmite a través de la red.*

Se contemplan dos niveles suplementarios: pasarela y servicio. Conviene que la pasarela disponga de un mecanismo de encriptación de la información que se transmite. Para ello se recomienda utilizar IPSEC para la creación de redes privadas virtuales (en inglés VPN-*Virtual Private Network*) entre pasarela y proveedores de servicio. De esta manera toda la información transmitida entre estas entidades va protegida con independencia del servicio que la genere.

Si se decide tener en cuenta la seguridad de transmisión de la información a nivel de servicio, no es necesaria la creación de VPNs entre entidades, sino que es ya la aplicación la que se debe encargar de contemplar dicha seguridad usando mecanismos como HTTPS, etc.

- **Capacidad para soportar múltiples servicios.** Con suficiente memoria, capacidad de procesamiento y un sistema operativo robusto y multitarea, las pasarelas residenciales deberán ser capaces de ejecutar múltiples aplicaciones concurrentemente. La conexión de banda ancha será compartida entre todos estos servicios con la multiplexación de datos, ya sea a nivel IP o nivel de aplicaciones.
- **Monitorización usando páginas Web.** Ya sea de forma local o de forma remota, el usuario debe poder acceder a la Pasarela Residencial para cambiar su configuración, borrar aplicaciones (servicios) o supervisar su estado. Para ello las pasarelas tendrán que tener integrados pequeños servidores HTTP o WAP.

La funcionalidad de una pasarela residencial puede ser implementada de diversas formas. Desde un pequeño software insertado en los set-top boxes de TV o de una consola, lo cual constituiría una pasarela con un mínimo de servicios, hasta la ya más completa Pasarela Residencial Multiservicios, que cumpliría con todas las características anteriormente descritas. Esta sería una caja cerrada a la que se le insertarían todas las conexiones necesarias. Podemos distinguir dos tipos de pasarelas residenciales:

- **Pasarelas Residenciales de Banda Ancha:** son routers/hubs o módems ADSL o de Cable que actúan como pasarelas en sí mismas, adaptando entre los datos de la red interna de la vivienda y la conexión de banda ancha de Internet. Suelen tener interfaces Ethernet (conector RJ45 para cable de categoría 5), USB, acceso inalámbrico con 802.11b, HomePNA (aprovechando la instalación telefónica de la vivienda). Este tipo de pasarelas está en auge gracias al aumento del teletrabajo y las pequeñas oficinas de profesionales liberales (SOHO, *Small Office/Home Office*).
- **Pasarelas Residenciales Multiservicios:** proporcionan varias interfaces para redes de datos y control con diferentes tecnologías, además de ser más complejas y potentes. Son capaces de ejecutar diferentes aplicaciones (servicios) con requisitos de tiempo real (para VoIP o streaming de vídeo para Pay-per-View). También puede ejecutar servicios orientados a las SOHOs como el acceso único a Internet para varios PCs.

Las Pasarelas Residenciales tendrán interfaces que les permitirán intercambiar información con cualquier equipo, dispositivo o electrodoméstico que tenga conectividad para redes de datos o de control.

Las posibilidades dependen de la imaginación de desarrollo de nuevos servicios y de la utilidad aportada a los usuarios finales por cada uno, ya que las tecnologías de interconexión para estos equipos ya están disponibles.

Por último resaltar que la Pasarela Residencial será programada para distribuir apropiadamente los paquetes entrantes de datos hacia cada equipo dentro de la vivienda. Igualmente empaquetará la información generada por cada uno para distribuirla internamente o enviarla al proveedor de servicios correspondiente.

## **2.1 Red de datos, multimedia y de seguridad**

La legislación vigente establece la reglamentación de ICT (Infraestructuras Comunes de Telecomunicación) obligatoria para todos los edificios nuevos o rehabilitados completamente destinados a la vivienda residencial, centros comerciales, oficinas de alquiler y todos aquellos que, no estando sujetos a la Ley de Propiedad Horizontal, sean explotados en régimen de alquiler.

Según esta normativa es necesario que como mínimo se cumplan las siguientes funciones:

- Captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y por satélite y su distribución hasta los puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y al servicio de comunicaciones de banda ancha, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las diferentes viviendas y locales a las redes de los operadores habilitados.

En el caso concreto de la Milla Digital se proponen los siguientes sistemas de comunicación de entrada/salida a cada vivienda:

- Red de fibra óptica para las comunicaciones de banda ancha. En este punto hay que tener en cuenta la inversión que puede suponer un sistema de conversión a señal eléctrica. Pero de cualquier modo se recomienda que la conducción de fibra llegue hasta el hogar.
- Cable coaxial para los servicios de radiodifusión sonora y televisión que lleguen mediante antenas situadas en el techo del edificio.
- Telefonía (una o dos líneas según el caso).
- Módem GSM, GPRS o UMTS que permita comunicaciones inalámbricas de larga distancia en caso de fallo de los sistemas por cable (esto también dependerá del caso).

Dentro de la vivienda se recomienda en todas las habitaciones tomas dobles RJ11/RJ45 así como cable coaxial e hilo musical o distribución de audio/video digital. Estas tomas darán servicio a los siguientes sistemas de comunicaciones:

- Cableado telefónico distribuido en estrella desde el Centro de Control y Distribución de la vivienda (CCyD).
- Red de área local (LAN) tipo Ethernet distribuida en estrella desde el CCyD.
- Cableado coaxial para distribución de audio/video distribuido en estrella desde el CCyD.
- Sistema de hilo musical distribuido con topología de bus. Caso de desearse una distribución de audio/video digital se utilizaría del mismo modo un bus de tipo Firewire - IEEE 1394.
- Para contar con redes personales inalámbricas (Bluetooth, Zigbee, UWB, etc.). Son necesarios puntos de acceso conectados a la red de área local.
- Para contar con una red de área local inalámbrica (WLAN), se considera como solución óptima un servicio corporativo gestionado a nivel de edificio. De este modo el usuario tendría acceso en cualquier punto del edificio sin preocuparse de la gestión de una red de este tipo. Además, permitir la gestión e instalación libre (e indiscriminada) de redes de este tipo podría afectar al comportamiento global de las comunicaciones inalámbricas.

En lo que se refiere a los sistemas de seguridad, habitualmente usan tecnologías propietarias o centralizadas, para el envío de información de sus sensores al controlador o equipo central de seguridad, el cual tendrá el interfaz adecuado para conectarla a la red de control y/o de datos de la vivienda.

## **2.2 Sistema domótico**

El reglamento de las ICT, de momento, no regula las infraestructuras (canalizaciones y cableado) necesarias en el hogar para la instalación de los sistemas domóticos. No obstante es probable que estas infraestructuras sean abarcadas en las futuras ICT.

Actualmente estos sistemas están regulados en el nuevo REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), Real Decreto 8421/2002. Este reglamento establece las condiciones técnicas y las garantías necesarias que deben reunir las instalaciones de baja tensión para preservar la seguridad de las personas y de los bienes y asegurar el normal funcionamiento de las instalaciones y servicios.

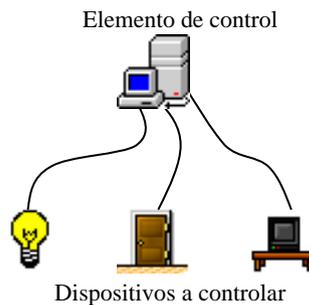
De este modo, la normativa del nuevo REBT establece, a través de su instrucción 51 (ICT-BT-51), los requisitos específicos de la instalación de los sistemas domóticos. Esta instrucción se detalla en el anexo I.

Existe una gran variedad de sistemas domóticos en el mercado, unida a la ausencia de estándares globales y el desarrollo de sistemas propietarios de difícil mantenimiento hacen de la elección del sistema domótico una tarea delicada. Previo a la toma de esta decisión, es necesario conocer las posibles arquitecturas, protocolos, componentes, etc. que un sistema domótico puede presentar.

## 2.2.1 Arquitectura del sistema domótico

El sistema domótico instalado va a depender en gran medida de la arquitectura específica del sistema instalado en última instancia. Existen dos arquitecturas básicas: la centralizada y la distribuida.

**Arquitectura centralizada:** Es aquella en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse hasta el sistema de control central. El sistema de control es el corazón de la vivienda, en cuya falta todo deja de funcionar.



La principal ventaja de los sistemas creados con esta arquitectura es que los equipos son más económicos a priori. Sin embargo, hay que añadir los costes derivados de una instalación más complicada y de grandes cuadros equipados con relés de potencia, ya que estos equipos no son capaces de conmutar grandes cargas eléctricas.

Otros inconvenientes son la centralización de las funciones de control (si falla el centro de control el sistema deja de funcionar) y el hecho de que habitualmente las interfaces Hombre-Máquina son complicadas (muchos sistemas son autómatas programables).

Por otro lado, este tipo de sistemas necesita cableado en estrella desde el punto de control domótico y cada uno de los elementos a controlar.

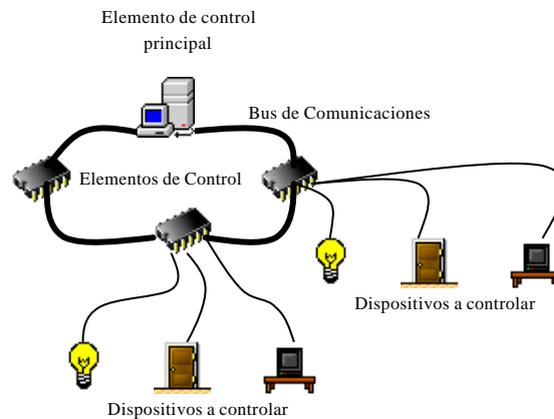
**Arquitectura distribuida:** Es aquella en la que el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar. En general, para todos los sistemas distribuidos, una de las ventajas más importantes es su robustez frente al fallo, dada por el hecho de que el sistema no depende únicamente de un nodo, es decir, si un nodo falla no sólo el sistema sigue funcionando, sino que además puede además avisar del fallo existente.

Otras ventajas son la posibilidad de utilizar diferentes medios de transmisión, la conexión del sistema con ordenadores personales, la reutilización de dispositivos para fines distintos (un sensor de presencia se puede usar para encender luces o calefacción cuando haya alguien en una estancia y también se puede usar como dispositivo de seguridad cuando no deba haber nadie).

Su mayor inconveniente es la relación "punto controlado"- precio.

Dentro de esta arquitectura existen dos posibilidades:

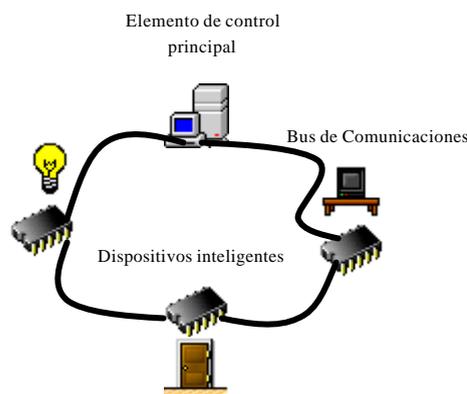
- La **arquitectura distribuida con procesos de control centralizados**, presenta una arquitectura distribuida en cuanto a su capacidad para ubicar elementos de control físicamente distribuidos, pero no en cuanto a los



procesos de control, que son ejecutados en varios procesadores físicamente centralizados, los denominados nodos.

En este caso, la estructura física de red sería mixta. Un bus para la canalización general (datos) que recorre la vivienda uniendo los nodos. Desde cada uno de los nodos se realizaría una conexión en estrella hacia todos los elementos controlados o de entrada.

- La **arquitectura totalmente distribuida**, en la que se distribuye tanto la capacidad de proceso como la ubicación física de los diferentes elementos de control. En este caso, cada elemento del sistema tiene su propia capacidad de proceso y puede ser ubicado en cualquier parte de la vivienda. Lógicamente, en este caso el bus de datos ha de llegar a todos los elementos.



La diferencia entre estos dos tipos de arquitectura es que en el segundo caso todos los sensores y actuadores necesitan inteligencia para comunicarse además es necesario que el bus llegue a todos los dispositivos. Por el contrario en el primer tipo de arquitectura un nodo inteligente es capaz de controlar varios elementos, esto reduce la inversión en dispositivos inteligentes pero generalmente aumenta la cantidad de cableado necesario.

Como conclusión podemos decir que la arquitectura centralizada, aunque puede dar lugar a sistemas domóticos, está muy limitada por carecer de bus de

comunicaciones que imposibilita la de comunicación entre dispositivos. Así pues, la mejor opción son sistemas domóticos de arquitectura distribuida en cualquiera de sus dos configuraciones.

### 2.2.2 Medio de transmisión

En todo sistema domótico, los diferentes elementos de control deben intercambiar información unos con otros a través de un soporte físico. A continuación se enumeran los tipos de medios existentes indicando las ventajas e inconvenientes de cada uno.

#### **Líneas de distribución de energía eléctrica (corrientes portadoras).**

El intercambio de información se realiza modulando sobre la señal de 220v (en Europa) una señal digital en la que se codifican los datos a intercambiar. Esta modulación depende del protocolo elegido (EHS, CeBus, X-10).

Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, por la poca fiabilidad, si es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domésticas en las que las necesidades del sistema no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión dado el bajo coste que implica su uso y que no es necesaria una instalación nueva. Otra ventaja importante es el hecho de que de un mismo cable obtenemos la alimentación y los datos.

Actualmente se están desarrollando protocolos que permiten comunicación de alta velocidad utilizando este medio físico

Habitualmente suele ser necesario un filtro exterior para evitar que las señales generadas salgan de la instalación y contaminen la red eléctrica exterior, así como para que defectos en equipos externos a nuestra instalación nos perturben la comunicación.

Es importante comprobar a la hora de elegir un protocolo que utilice este soporte físico el cumplimiento de las normas, especificaciones y restricciones, de la zona en la que se va a implantar. En Europa existe un comité encargado de la estandarización electrotécnica: CENELEC (European Electronics Standard Committee), esta organización fue fundada en 1973 y ha sido reconocida oficialmente como la organización europea de estándares en este campo (directiva 83/189/EEC). El equivalente americano de CENELEC pero para cualquier ámbito, no sólo para el área de la electrotecnia, es el ANSI (American National Standards Institute).

#### **Soportes metálicos: cables**

Actualmente es el medio de transmisión de información más extendido, los cables metálicos de cobre. En general se pueden distinguir dos tipos de cables metálicos, el par metálico y el par coaxial.

El par metálico está formado por varios conductores de cobre. Este tipo de cable puede soportar un amplio rango de aplicaciones en el entorno doméstico. Puede transportar datos, voz y alimentación de corriente continua.

Los denominados cables de pares están formados por cualquier combinación de los tipos de conductores que a continuación se detallan:

- Cables formados por un solo conductor con un aislamiento exterior plástico (los utilizados para la transmisión de las señales telefónicas).
- Par de cables, cada uno de los cables está formado por un arrollamiento helicoidal de varios hilos de cobre (los utilizados para la distribución de señales de audio).
- Par apantallado, formado por dos hilos recubiertos por un trenzado conductor en forma de malla cuya misión consiste en aislar las señales que circulan por los cables de las interferencias electromagnéticas exteriores (los utilizados para la distribución de sonido alta fidelidad o datos).
- Par trenzado, está formado por dos hilos de cobre recubiertos cada uno por un trenzado en forma de malla (los utilizados para interconexión de ordenadores).
- El par coaxial, constituido por un conductor que ocupa el eje longitudinal del otro en forma de tubo, manteniéndose la coaxialidad de ambos mediante un dieléctrico. Este tipo de cables permite el transporte de las señales de vídeo y señales de datos a alta velocidad, su precio es mayor.

En los sistemas de arquitectura distribuida que utilizan como medio de transmisión el cable, existe un concepto a tener en cuenta que es la topología de la red de comunicaciones. La topología de la red se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación (cable).

### **Infrarrojos (IR)**

La comunicación se realiza entre un diodo emisor que emite una luz en la banda de IR, sobre la que se superpone una señal, convenientemente modulada con la información de control, y un fotodiodo receptor cuya misión consiste en extraer de la señal recibida la información de control. Hay que tener en cuenta que la radiación emitida por el emisor ha de llegar al receptor por lo que este medio no es adecuado para grandes distancias de comunicación.

Al tratarse de un medio de transmisión óptico es inmune a las radiaciones electromagnéticas producidas por los equipos domésticos o por los demás medios de transmisión por el contrario le afectan otras fuentes de IR (dispositivos de iluminación, estufas, etc.).

Los dispositivos que utilizan este medio de transmisión tienen la gran ventaja de la comodidad y portabilidad, debiendo únicamente tener en cuenta que el emisor y el receptor se deben “ver” el uno al otro para que la radiación emitida pueda ser recibida.

Aunque la transmisión por infrarrojos está casi exclusivamente restringida al mercado residencial con los mandos a distancia para controlar equipos de audio y vídeo, su incapacidad para atravesar paredes hace de este medio de transmisión el adecuado para la realización de pequeños sistemas domóticos (en una habitación) de muy bajo coste.

Así como se está estudiando la posibilidad de que otros medios inalámbricos tengan posibles efectos para la salud, este medio hoy en día no ofrece duda de su inocuidad.

### **Radiofrecuencia (RF)**

Este medio de transmisión utiliza la radiación electromagnética de alta frecuencia para el intercambio de información. Aunque el modo de operación

es el mismo son diferentes las aplicaciones según el rango de frecuencia de la portadora, se pueden decir que la transmisión por debajo del Gigahercio es adecuada para bajas velocidades de transmisión, mientras que por encima del GHz es posible alcanzar unas tasas de transmisión muy elevadas que permiten incluso la transmisión de vídeo.

Hay que tener en cuenta las bandas de emisión permitidas por la ley vigente en cada país, ya que hay rangos de frecuencias reservados.

Hay que decir que este medio de transmisión resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los otros medios de transmisión, como por los equipos domésticos. Además existen estudios contradictorios sobre los efectos de la radiación de alta frecuencia sobre las personas a más de 1GHz.

Las ventajas de estos sistemas son la portabilidad y alcance. Además actualmente se están desarrollando numerosos sistemas de RF de bajo coste.

Como conclusión a los medios de transmisión hay que decir que una instalación domótica no tiene porque utilizar un único medio, es más, en un mismo sistema domótico pueden existir distintas aplicaciones con distintos requerimientos tanto de velocidad como de movilidad o restricciones en el precio global del sistema. A continuación se muestra un cuadro comparativo con los distintos medios de transmisión.

Medio	Precio	Velocidad	Alcance	Dificultad de Instalación	Utilización típica
Red eléctrica	3 😊	1 😊	2 😊	3 😊	Control remoto, datos
Cableado aislado	3 😊	1 😊	2 😊	2 😊	Datos, voz
Pantallas de cables	3 😊	2 😊	2 😊	2 😊	Datos, audio
Par apantallado		2 😊	2 😊	2 😊	Datos, audio HIFI
Par trenzado	2 😊	1 😊	2 😊	2 😊	Datos alta velocidad
Par coaxial	1 😊	3 😊	2 😊	2 😊	Datos alta velocidad, vídeo
Infra-rojos	3 😊	1 😊	1 😊	3 😊	Control remoto, datos
Radiofrec. < 1GHz	2 😊	2 😊	2 😊	2 😊	Control remoto, datos, voz
Radiofrec. > 1GHz	2 😊	3 😊	2 😊	2 😊	Datos alta velocidad, vídeo

Así pues, caso de utilizar radiofrecuencia no será necesaria infraestructura adicional, únicamente unos puntos de acceso.

Si se escogiera la red eléctrica tampoco haría falta cableado a lo largo de la residencia para comunicar los dispositivos. En este caso serían necesarios elementos adicionales en la pasarela residencial por ejemplo para eliminar e inmunizar la red interna de ruido electromagnético en la red eléctrica.

Respecto a la comunicación por red eléctrica hay que indicar que se está erigiendo como estándar de facto en el control y monitorización de dispositivos de línea blanca (electrodomésticos).

El bus de cable es la opción más extendida y recomendable en una vivienda de nueva construcción. La instalación en este caso dependerá de la arquitectura del sistema domótico instalado. El caso más exigente desde el punto de vista de la infraestructura, la arquitectura totalmente distribuida, necesita de un bus de comunicaciones desde la caja de supervisión domótica hasta cada uno de los puntos de la vivienda susceptibles de ser controlados (luces, persianas, enchufes...) y todos los dispositivos de entradas (Pulsadores de luz, sondas de temperatura, detectores de agua, gas...). Esto se puede resolver, desde el punto de vista de la infraestructura, mediante un tubo paralelo a la instalación eléctrica; allí donde llega la electricidad llega el bus domótico.

En el caso de que la arquitectura fuera distribuida con procesos de control centralizados, el bus domótico únicamente tendría que llegar hasta cada caja de conexiones eléctricas de cada estancia. A partir de estos puntos se distribuiría cable de fuerza (no de datos) en estrella hacia los puntos a controlar o dispositivos de entrada.

*Para dar a la infraestructura la máxima flexibilidad se debería llevar un tubo paralelo a la instalación eléctrica; allí donde llega la electricidad llega el bus domótico.*

### 2.2.3 Protocolo domótico

Una vez claras las posibilidades en cuanto al tipo de arquitectura y al soporte físico a utilizar es necesario decidir el protocolo de comunicaciones a utilizar, esto es, el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y para intercambiar su información de una manera coherente.

A la hora de elegir el protocolo hay que tener en cuenta varios aspectos:

- La inversión necesaria tanto para la infraestructura como para los elementos (sensores y actuadores).
- El tipo de arquitectura y topología en caso de ser distribuido.
- Las posibilidades en cuanto a velocidad de transmisión.
- El medio de transmisión preferente así como la posibilidad de ser multimedio.
- La existencia de aparatos susceptibles de ser utilizados y el precio de los mismos.
- El grado de adecuación del diseño del protocolo a las necesidades del proyecto (tratamiento de prioridades, alcance, direccionamiento, etc.).
- La difusión y nivel de utilización del protocolo tanto actualmente como las expectativas futuras.

Existen tres grandes grupos geográficos (Europa, Japón y EE.UU.) con diferentes protocolos estándar en cada uno de ellos.

#### **Konnex**

En Europa actualmente existe un esfuerzo por realizar un protocolo europeo común que permita la interconexión de productos creados con cualquiera de los tres protocolos europeos existentes: European Home System (EHS),

Batibus y European Installation Bus (EIB), y que aúne en una sola especificación los mejores aspectos de los mismos. Para ello se ha creado la asociación llamada Konnex.

Los objetivos perseguidos por la asociación son los siguientes:

- Crear un único estándar para la domótica que cubra todas las necesidades y requisitos de las instalaciones profesionales y residenciales de ámbito europeo.
- Aumentar la presencia de estos buses domóticos en áreas como la climatización.
- Mejorar las prestaciones de los diversos medios físicos de comunicación sobretodo en la tecnología de radiofrecuencia.
- Introducir nuevos modos de funcionamiento que permitan aplicar una filosofía Plug&Play a muchos de dispositivos típicos de una vivienda (que la conexión de un nuevo dispositivo no requiera instalación del mismo, sino que ésta se realice automáticamente).
- Contactar con empresas proveedoras de servicios como las de telecomunicación y las eléctricas con el objeto de potenciar las instalaciones de telegestión técnica de las viviendas o domótica.

El esfuerzo de unión de los protocolos europeos les otorga unas grandes perspectivas de futuro, además se firmó un acuerdo de cooperación con CENELEC, adquiriendo de este modo la asociación Konnex una posición de privilegio dentro del entramado de la estandarización europea, ya que será la encargada de especificar los requerimientos tanto de los consumidores como de la industria para llegar a dicha estandarización.

La versión 1.0 contempla tres modos de funcionamiento dependiendo del usuario final del sistema:

- S.mode (System mode): la configuración de Sistema usa la misma filosofía que el EIB actual, esto es, los diversos dispositivos o nodos de la nueva instalación son instalados y configurados por profesionales con ayuda de la aplicación software especialmente diseñada para este propósito. Este modo está especialmente pensado para su uso en instalaciones como oficinas, industrias, hoteles, etc. Sólo los instaladores profesionales tendrán acceso a este tipo de material y a las herramientas de desarrollo. Además, los dispositivos S.mode sólo podrán ser comprados a través de distribuidores eléctricos especializados.
- E.mode (Easy mode): en la configuración sencilla los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. Aún así deben ser configurados algunos detalles en la instalación, ya sea con el uso de un controlador central (como una pasarela residencial o similar) o mediante unos microinterruptores alojados en el mismo dispositivo (similar a muchos dispositivos X-10 que hay en el mercado). La filosofía es similar a X-10, cualquier usuario final podrá conseguir dispositivos E.mode en ferreterías, almacenes de productos eléctricos o tiendas de bricolaje. Aunque la funcionalidad de estos productos esta limitada (viene establecida de fábrica).
- A.mode (Automatic mode): en la configuración automática, con una filosofía Plug&Play ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Este modo está especialmente indicado para ser usado en

electrodomésticos, equipos de entretenimiento (consolas, set-top boxes, HiFi, ...) y proveedores de servicios.

Tan pronto como conecte un dispositivo A.mode a la red este se registrará en las bases de datos de todos los dispositivos activos en ese momento en la instalación o vivienda y pondrá a disposición de los demás sus recursos (procesador, memoria, entradas/salidas, etc).

BATIBUS es uno de los tres protocolos europeos incluidos en Konnex, es un protocolo abierto que fue desarrollado por las compañías MERLIN GERIN, AIRELEC, EDF y LANDIS & GYR.

El protocolo es un estándar NFC en Francia, el 46620, además es un estándar europeo (CENELEC) y mundial (ISO/IEC JTC 1 SC25).

El único medio físico del BatiBus es el cable, este es un gran handicap del protocolo ya que prácticamente limita su instalación a edificios de nueva construcción al no contemplar la comunicación con RF, IR o línea de potencia.

En el bus se interconectan todos los sensores y actuadores (calefacción, alumbrado, seguridad, etc.) hasta un máximo de 7680 dispositivos. Existe la posibilidad de alimentar los elementos a través del bus. La topología de la red puede ser cualquiera. La velocidad de comunicación es de 4800bps.

BatiBus está indicado para edificios de tamaño pequeño-medio, como pueden ser hogares, residencias, oficinas pequeñas, hoteles o colegios. Ha tenido una considerable penetración en el mercado europeo sobre todo en Francia.

EIBus fue desarrollado por La European Installation Bus Association (EIBA) fue fundada en 1990 por 15 compañías, actualmente son más de 100 entre las que se encuentran Bosch, Siemens, ABB, etc. Su campo de acción es el control de entorno, control energético, monitorización y alarmas.

El protocolo cumple el estándar ISO/IEC 7498 y además es un estándar ENV 13154-2 (Preestándar CENELEC) y ANSI/EIA 776.

El protocolo contempla los siguientes medios físicos:

1. EIB.TP: sobre par trenzado a 9600 bps. Además por estos dos hilos se suministra 24 Vdc para la telealimentación de los dispositivos EIB.
2. EIB.PL: Corrientes portadoras sobre 230 Vac/50 Hz (powerline) a 1200/2400 bps. La distancia máxima que se puede lograr sin repetidor es de 600 metros.
3. EIB.net: usando el estándar Ethernet a 10 Mbps (IEC 802-2). Permite la transferencia de telegramas EIB a través del protocolo IP a viviendas o edificios remotos.
4. EIB.RF: Radiofrecuencia: usando varias portadoras, se consiguen distancias de hasta 300 metros en campo abierto.
5. EIB.IR: Infrarrojo: para el uso con mandos a distancia en salas o salones donde se pretenda controlar los dispositivos EIB instalados.

El bus EIB es adecuado para cualquier edificio: oficina, hotel, residencia, etc. Ha encontrado un gran éxito en el mercado europeo especialmente en Alemania.

La especificación EHS fue desarrollada por industrias europeas bajo los programas de ayuda europeos EUREKA y ESPIRIT en 1987, actualmente la European Home Systems Association (EHSA) se encarga de mantener y

extender dicho protocolo proporcionando la especificación del mismo a miembros.

En el siguiente cuadro se detallan los medios físicos especificados en el protocolo, aunque actualmente sólo existen dispositivos para la línea de potencia y para par trenzado.

Medio	Usos	Velocidad	Acceso	Alimentación del bus	Topología	Nodos	Distancia
Par trenzado tipo 1	Control	4.8 kbps	CSMA/CA	35 V	Libre	128	500 m
Par trenzado tipo 2	Control, telefonía, datos	64 kbps	CSMA/CD	35 V	bus	40	300 m
Cable coaxial	Control, AV,	9.6 kbps	CSMA/CA	15 V	bus	128	150/50 m
Power Line	Control	2.4 kbps	CSMA/ACK	230 VAC	Libre	256	vivienda
Radiofrec	Control, telefonía inalámbrica	1,2 kbps	CT2	-	Libre	256	50-200 m
Infrarrojos	Control remoto	1,1 kbps	-	-	Libre	256	habitación

EHS viene a cubrir, por prestaciones y objetivos, la parcela que tienen el CEBus norteamericano y el HBS japonés y rebasa las prestaciones del X-10 que tanta difusión ha conseguido en EEUU.

### LONWorks

El protocolo LON (Local Operating Network) fue desarrollado en el año 1991 por la Corporación Echelon. LonWorks es la marca registrada de esta compañía con la que se denomina a toda la tecnología alrededor del bus LonTalk.

Existe un ente que se encarga de facilitar el desarrollo de nuevos elementos y de asegurar la interoperabilidad de estos sistemas, la Lonmark Interoperability Association.

La tecnología LonWorks cumple los estándares CENELEC, se ha reconocido como un estándar de automatización por CEMA (Consumers Electronics Manufacturers Association) y ha sido adoptado como un nuevo estándar ANSI/EIA 709.1.

Por otro lado el protocolo es parte del estándar de control para edificios BACnet de la (ANSI/ASHRAE SPC\_135), también dentro de IEEE (IEEE 1473), AAR ECP, IFSF, SEMI y CEN (Comité europeo de normalización).

Es el único protocolo para el que existen transceivers desarrollados que implementan todos los medios físicos. El medio mas utilizado es el par trenzado, puede llegar a velocidades de 1.25Mbps y distancias de hasta 2700m. Una variante es el Link Power, que envía la información juntamente con la alimentación del nodo, la red puede soportar una potencia de hasta 36.5watts a una tensión de +/-21v.

Otro medio a tener en cuenta es la línea de potencia, para este medio físico se alcanzan velocidades de 4.8kbps y distancias de hasta 5Km.

Para radiofrecuencia, infrarrojos, cable coaxial y fibra óptica existen transceivers que aunque no han sido desarrollados por Echelon si son reconocidos.

El valor añadido más grande es que LonWorks es una plataforma completa que incluye no sólo un protocolo, también un transceiver, los estándares de interoperabilidad y un API de software universal que funciona todo junto sin costuras.

Otras ventajas del protocolo son el reducido precio de transceivers, la diversidad de medios, la cantidad de productos ya desarrollados, la gran cantidad de documentación y sistemas de desarrollo. Como mayor inconveniente está el elevado coste de los sistemas de desarrollo.

A continuación se muestra una lista con otros estándares:

Standard	Medio trans.	Descripción
CEBUS	Línea de Corriente	es un protocolo desarrollado por la EIA (Asociación de Industrias Eléctricas) que nace con la idea de implementar un sistema plug and play, de hecho el protocolo se denomina CEBus/Home Plug & Play. Este protocolo no entra dentro de los estándares de CENELEC. <a href="http://www.cebuse.org">http://www.cebuse.org</a>
X10	Línea de Corriente	Las características propias de este bus, velocidad muy reducida y escasa libertad en la comunicación (mensajes ya definidos) lo hacen adecuado únicamente para tareas de control y en casos muy concretos.
HES (Home Electronic System)	Todos	El Home Electronic System (HES) es un standard bajo desarrollo de un grupo de trabajo dirigido por la ISO (International Organization for Standardization) y la IEC (International Electrotechnical Commission) de Ginebra, Suiza. Un primer objetivo de HES es especificar hardware y software con el que cualquier fabricante pudiera ofrecer una versión de producto que fuera operativa en varias redes distintas de automatización del hogar.
HomeAPI	Todos	El Grupo de Trabajo Home API esta dedicado a establecer las pautas con una especificación abierta que defina un set standard de servicios de programación y API's, que permitan el desarrollo de aplicaciones de software para monitorizar y controlar dispositivos domóticos. <a href="http://www.homeapi.org">http://www.homeapi.org</a>
HomePNA (Home Phoneline Network Alliance)	línea telefónica	El Home Phoneline Networking Alliance (HomePNA) es una asociación de industrias líderes trabajando conjuntamente en la adopción de una única y unificada red telefónica que a través del standard sirva para rápidamente sacar al mercado soluciones compatibles de "networking". Haciendo uso de la RTB en cada uno de los hogares. <a href="http://www.homepna.org">http://www.homepna.org</a>

HomeRF (Home Radio Frequency Working Group)	RF	La misión del grupo de trabajo HomeRF es hacer posible un amplio rango de productos electrónicos de consumo que operen entre si, estableciendo una especificación abierta para comunicaciones digitales de RF (sin licencia), para PC,s y productos electrónicos de consumo en cualquier sitio dentro y alrededor del hogar. <a href="http://www.homerf.org">http://www.homerf.org</a>
HomePlug	Línea de Corriente	30 compañías se unen para desarrollar un estándar de "Home Networking" por líneas de corriente. La alianza se formó en Abril del 2000 y prevén tener resultados en el 2002. <a href="http://www.homeplug.org">http://www.homeplug.org</a>
HBS (Home Bus System)	Todos	El protocolo japonés, es un resultado de un consorcio de compañías japonesas soportado por agencias gubernamentales y empresas cuyo objetivo es especificar estándares de comunicación en dispositivos domóticos, además de asegurar vía cable la unión de estos con dispositivos telefónicos y audio/vídeo.

#### 2.2.4 Sistemas domóticos en el mercado

Existen gran cantidad de sistemas domóticos, algunos de los más importantes en el mercado español se detallan en el anexo II.

#### 2.2.5 Elementos domóticos en la vivienda

La especificación de los elementos que deberán encontrarse en los espacios domotizados tiene una gran dependencia tanto de las preferencias del usuario final, como del sistema domótico escogido. El primer punto está claro, si una persona no quiere que las persianas de su casa sean automáticas o que la iluminación del pasillo se encienda al entrar por la puerta, no tiene porque pagar por ello. El segundo aspecto tiene más que ver con la oferta comercial concreta de los diferentes sistemas domóticos que hay actualmente en el mercado. Por ejemplo, algunos cuentan con electrodomésticos totalmente controlables por el sistema (por ejemplo, la selección del programa de lavado, temperatura de cocción, etc.) mientras que otros sólo son capaces de controlar el encendido o apagado de un electrodoméstico mediante la conexión o desconexión de su alimentación eléctrica.

La clave para poder definir e instalar un sistema domótico sin limitaciones y teniendo en cuenta la opinión del usuario final es dotar al edificio de la infraestructura necesaria. Esto es así ya que la conexión de cualquier elemento domótico con el sistema es la misma: energía para alimentar o accionar el dispositivo y según el caso, comunicación. Asegurando que una red de datos y alimentación pueda llegar a cualquier punto el edificio nos aseguraremos la posibilidad de utilizar cualquier dispositivo.

Para contar con un sistema capaz de implementar todos los servicios detallados en el primer apartado habría que contar con los siguientes dispositivos:

### **Caja de supervisión domótica**

La caja de supervisión domótica (CSD) preferiblemente se encontrará instalada en la entrada de la vivienda junto (según el caso) al cuadro eléctrico, pasarela residencial, PAU (Punto de Acceso del Usuario), router, switch, firewall, central de alarmas, etc. El conjunto de estos elementos de control y distribución es lo que hemos denominado como cuadro de control y distribución (CCyD)

Habitualmente la CSD (y quizás otros elementos del CCyD), deberá tener una alimentación propia y en su caso deberá soportar los fallos en el suministro eléctrico general.

Las dimensiones del CCyD dependerán de la cantidad de sistemas integrados y el usuario final deberá tener acceso al mismo. Dadas las necesidades de una red interna importante lo más adecuado es ubicar el CCyD en un mini armario dentro de la vivienda.

### **Sensores**

Estos dispositivos de entrada al sistema muchas veces no se conectan a la red eléctrica sino que funcionan con pilas a fin de mantener una flexibilidad en su ubicación. En ocasiones es posible conectar sensores directamente con actuadores sin pasar por un control centralizado, por ejemplo un sensor de fuego con una sirena de incendios. La regulación en estos elementos no está clara en todos los casos, por ello es básico seguir las instrucciones de colocación y mantenimiento de los mismos.

- Luminosidad: Habitualmente utilizados para ajustar los niveles de iluminación en función de la luz existente.
- Termostatos: Miden la temperatura y permiten la modificación de consignas por parte del usuario para regular la climatización. Han de colocarse lejos de elementos que desvíen su lectura de la de la estancia que monitorizan. Por ejemplo, fuentes de calor (electrodomésticos, radiadores, etc.), corrientes de aire, lugares con luz del sol directa, o aquellos que puedan encontrarse tapados con muebles o cortinas. En algunos casos se integran con otros sensores atmosféricos que detectan presión atmosférica y humedad relativa.
- Sensores de presencia: Pueden detectar movimiento o variaciones de temperatura. Se utilizan tanto en seguridad como para controlar las condiciones (iluminación, climatización, etc.) en una estancia en función de su ocupación. Habitualmente se colocan en las esquinas superiores de las estancias asegurando con su orientación una máxima cobertura. Se ha de evitar la cercanía de fuentes de calor.
- Anemómetros: Se utilizan para controlar toldos y persianas motorizadas e impedir que se dañen con el viento.
- Sensores de lluvia: Se usan para controlar el riego automático en función del agua recibida en forma de lluvia.
- Cámaras: Se pueden considerar como sensores de imágenes y se utilizarán de un modo u otro en función de la utilidad que se busque (sistema de alarma, de monitorización de niños o personas con discapacidad, etc.).

- Sensores de seguridad: hay de gran variedad dependiendo de lo que se quiera detectar, en cualquiera de los casos es conveniente comprobar su comportamiento cada cierto tiempo.
  - Detectores de incendios: Hay de varios tipos, los que detectan humo visible y partículas de la combustión no son adecuados para colocar en a cocina ya que darían falsos positivos al cocinar con humo o al quemarse sustancias como el aceite. Los de temperatura excesiva son los únicos adecuados para lugares como las cocinas. Se suelen ubicar en el techo de las estancias.
  - Detectores de inundación: Detectan agua embalsada en el suelo. Se deben colocar a 1 mm del suelo habitualmente en el baño y cocina.
  - Detectores de corriente eléctrica: Miden la intensidad que circula por un determinado cable. Se colocan en el cuadro de control eléctrico.
  - Detectores de gas: Detectan gases tóxicos y explosivos (butano, propano, gas ciudad, etc.). Se deben ubicar a menos de 1,5 metros del elemento que trabaje con gas y lejos de obstáculos que puedan perturbar la detección (corrientes de aire, temperaturas extremas, zonas húmedas o con polvo, etc.). Dependiendo de la densidad del gas a detectar se deberán colocar cerca del techo (gas natural es menos denso que el aire) o cerca del suelo (butano-propano es más denso que el aire). Estos sensores tienen una vida útil que hay que respetar.
  - Detectores de puertas y ventanas abiertas: Se colocan entre partes móviles y fijas de las puertas y ventanas.
  - Detectores de rotura de cristal: Se colocan en zonas acristaladas para detectar su rotura

## Interfaces

Aunque otro trabajo se encarga más extensivamente de este apartado es necesario considerar alguno de los interfaces más habituales en la domótica.

- Interfaces locales: Normalmente en la caja de supervisión domótica se encuentra un interfaz sencillo para el control centralizado del sistema. Habitualmente consta de pantallas de texto, teclados numéricos u otros elementos básicos. Para realizar funciones complejas o la programación del sistema suelen permitir la conexión con otros dispositivos inteligentes con comunicación. Son dispositivos tipo PDA, tablet-PC, etc equipados con comunicaciones inalámbricas (WiFi o Bluetooth) que permiten el acceso al sistema desde cualquier punto de la vivienda.
- Pulsadores, interruptores y teclados: son los interfaces básicos en cualquier sistema distribuidos por la vivienda.
- Interfaces remotos: Son muy importantes ya que permiten tanto controlar el sistema desde la distancia, como consultar el estado de sus elementos y controlar la seguridad de la vivienda. Se pueden concretar mediante teléfonos (móviles o fijos) y con interfaces web.
- Mandos a distancia: Se usan para mandar o recibir información al sistema domótico. Habitualmente son de infrarrojos o de radiofrecuencia. Los primeros son más baratos pero necesitan de visión directa entre emisor y receptor, la mayoría de los electrodomésticos de la línea marrón (televisión, cadenas, etc.) son controlables vía mandos de IR. Los de radiofrecuencia

tienen un rango de alcance mayor atravesando incluso paredes, esto los hace muy cómodos. El precio, la sensibilidad a interferencias y la facilidad de control malintencionado los hacen desaconsejables para funciones de seguridad.

- Interfaces seguros: Son los interfaces generalmente usados para el control de acceso a la vivienda o el control del sistema de alarmas. Teclados, sistemas biométricos, etc. son los más habituales.

### **Actuadores**

Son los elementos a través de los cuales el sistema domótico actúa. Como en el caso de los sensores, es muy importante seguir las indicaciones de instalación, uso y mantenimiento del fabricante. Se encontrarían:

- Motores: Se utilizan habitualmente para el control de persianas y toldos y en algunos casos para la apertura/cierre de puertas o ventanas (en viviendas adaptadas a personas con discapacidad). En el primer caso van integrados en el eje de los dispositivos a controlar.
- Sirenas: Se usan para alertar de alarmas surgidas en el sistema.
- Rociadores antiincendios: Se ubican en el techo y emiten agua pulverizada en caso de detectarse un incendio. En caso de estancias con contenido que no se pueda mojar se emite gas argón o halón. Estos gases extinguen el incendio eliminando el oxígeno de la estancia, por lo que es importante que no haya personas en la misma cuando se accione el dispositivo.
- Electroválvulas: Se utilizan de dos tipos: de control y de corte. Las primeras se emplean cuando se desea regular caudal, por ejemplo en radiadores de agua caliente. Las de corte se usan para interrumpir el servicio de agua o gas. Normalmente se instalarán estas válvulas después de la llave de paso principal y siempre accesibles desde el exterior para permitir su control manual. En el caso de las de agua es conveniente instalar un filtro de impurezas antes de la válvula para evitar daños.
- Relés y contactores: Se suelen colocar en las bases de enchufe para conmutar cargas (iluminación, electrodomésticos, etc.) en función de una señal de control. Los contactores son similares a los relés pero están preparados para cargas mayores.

### **Sistemas electrónicos complejos**

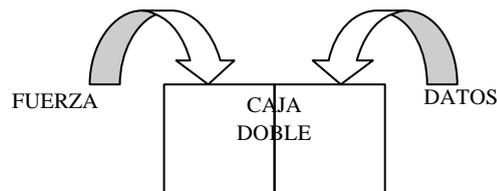
Dentro de esta categoría se incluyen todos los dispositivos electrónicos que no se consideran domóticos, pero que son necesarios para que el usuario disfrute de muchos de los servicios antes planteados. Habitualmente estos sistemas no están únicamente conectados a la red domótica, sino que comparten las de multimedia y datos. Son dispositivos que se encuentran en muchas viviendas habitualmente, como un ordenador personal, impresora, televisión, teléfono con video-conferencia, media-centers (reproductor de videos, música y juegos), etc. También se encontrarían los electrodomésticos inteligentes.

En el caso de que la vivienda sea habitada por un anciano o persona con discapacidad, sería en muchos casos necesario (siempre contando con los deseos de la persona) contar con el sistema de alarma avanzado detallado en el apartado de servicios de seguridad. Cuando la persona tenga discapacidad cognitiva, un sistema de orientación temporal podría mejorar su calidad de vida.

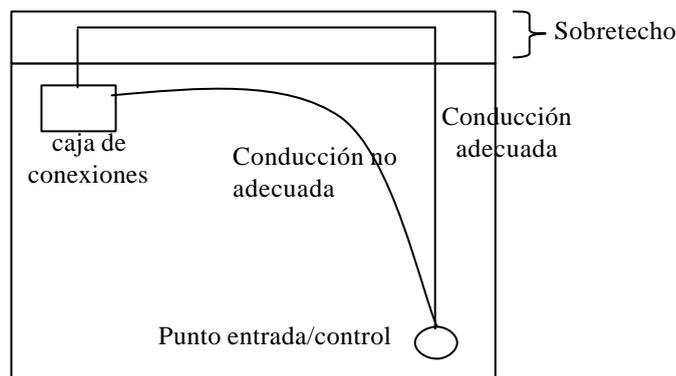
## 2.2.6 Apuntes prácticos

La conducción de fuerza ha de estar físicamente separada de la de comunicaciones, se recomienda el uso de códigos de colores para codificar el tipo de conducción que ha de ir por cada tubo.

Los puntos de entrada/control a los que llegue conducción de fuerza y datos se recomienda que tengan una caja doble y que cada conducción quede claramente separada de la otra.



El cableado es conveniente distribuirlo por el techo y bajando a cada punto de entrada o control. Esto permite personalizaciones para cada inquilino de manera sencilla. Además facilita conocer por donde van las conducciones, evitando problemas a posteriori (taladros en la pared que afectan a conducciones).



Además de las anteriores recomendaciones, en el anexo III se detallan una serie de Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas. Este trabajo fue realizado por La Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà dentro del proyecto Mercadom, financiado parcialmente por el entonces Ministerio de Industria y Energía, con la colaboración de Schneider Electric España y Siemens.

La guía tiene como objetivo presentar un conjunto de recomendaciones para facilitar la implantación y mantenimiento eficaces de un sistema domótico, más concretamente para:

- Preparar una vivienda, en el momento de su construcción, para poder añadirle más adelante un sistema domótico (Preinstalación), o bien instalarlo en una instalación ya existente.
- Instalar correctamente los dispositivos propios de un sistema domótico, como son los sensores y los actuadores, y finalmente,

- Conocer las necesidades de mantenimiento de estos elementos.  
La guía no contiene instrucciones detalladas del montaje y el mantenimiento de cada uno de los dispositivos, ya que los fabricantes ya las proporcionan, y por ello se limita a dar algunas recomendaciones para los más comunes.  
Estas recomendaciones se refieren a como se deben instalar cada uno de los dispositivos respecto a la vivienda y al resto de los elementos del sistema domótico para asegurar su eficacia, su fiabilidad y su buen funcionamiento.  
Por extensión, estas recomendaciones pretenden dar una idea general de los factores que hay que tener en cuenta a la hora de instalar cualquier dispositivo en una instalación domótica.

### **2.3 Infraestructura domótica en la oficina**

Se puede considerar similar a la de las viviendas en cuanto a requisitos salvo pequeños detalles:

- Si se pretende que las oficinas sean de paredes movibles y configurables, es más adecuado que las canalizaciones vayan por el suelo. De este modo se podrían sacar puntos de acceso, enchufes, puntos telefónicos, etc. en cualquier lado y de manera sencilla. En caso contrario llevar las canalizaciones por el sobretecho puede resultar más barato. Las canaletas por la pared también son prácticas y pueden resultar recomendables en función del tipo de oficina.
- Los servicios domóticos serán diferentes, además el control automatizado se centrará sobre todo en el ahorro energético (control de iluminación, climatización, etc.) seguridad y control de acceso.
- La red local tipo Ethernet ha de tener mayor capacidad.
- Se contaría con una sala de control (en lugar de un CCyD) que debería permitir a un técnico la manipulación física de los elementos, así como la operación de los sistemas. Este espacio en un cuarto cerrado alojaría servidores, routers, firewall, switches, caja de supervisión domótica, central de alarmas de incendio, humos, control de presencia y acceso, sistema de alimentación, etc.
- Los sistemas de comunicación serán similares a los de una vivienda

### **2.4 Infraestructura domótica en el edificio (bloque de viviendas)**

En este caso la infraestructura domótica en el edificio tiene bastantes similitudes con las de unas oficinas.

- Es necesario un espacio similar a la sala de control de las oficinas para el alojamiento de todos los sistemas.
- Los servicios domóticos serán similares primando el ahorro energético, seguridad, control de acceso y la automatización de tareas (riego).
- Deberá conectar las comunicaciones internas al edificio con el exterior, principalmente la fibra óptica, telefonía y GSM/GPRS/UMTS para

comunicaciones de larga distancia en caso de fallo de comunicaciones por cable

- Internamente al edificio se deberán considerar la comunicación mediante un bus domótico (con las mismas consideraciones que en la vivienda), WLAN (para el acceso inalámbrico desde cualquier punto) y quizás LAN para facilitar funciones de control de presencia y acceso, video-vigilancia, etc.

## **2.5 Infraestructura domótica en edificios particulares**

Las necesidades de edificios particulares pueden ser muy diversas. De manera genérica, el equipamiento domótico y de comunicaciones será similar al de las oficinas. Aunque en función del tipo de edificio podrán incluirse otros sistemas más específicos.

Un sistema de localización dentro de lugares públicos (hospitales, organismos oficiales, etc.) es indispensable para instalar tanto sistemas de guiado de personas como sistemas de ayuda a la navegación automática en sillas de ruedas. En museos un sistema de este tipo tiene una gran utilidad ya que permite aumentar la percepción del usuario (mediante vídeos, música, explicaciones, etc.) al saber donde se encuentra y que está mirando.

Dentro de edificios como residencias de ancianos o personas con discapacidad, colegios e incluso centros comerciales, un sistema de localización se puede utilizar como un eficaz sistema de alarma como se vio en el apartado de las aplicaciones de seguridad.

**ANEXO Nº 3:**  
**Anexos al informe técnico sobre domótica de  
viviendas y edificios de la Milla Digital de  
Zaragoza**



---

# ANEXOS AL INFORME TÉCNICO SOBRE DOMÓTICA DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS DE LA MILLA DIGITAL DE ZARAGOZA

---

Zaragoza, Octubre de 2005

Autor/es: Roberto Casas  
Armando Roy

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón  
Grupo de Tecnologías para la Discapacidad  
Universidad de Zaragoza

## ***ANEXO I. Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión: ITC-BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.***

Este anexo corresponde a la instrucción ITC-BT-51 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto. BOE núm. 224 del miércoles 18 de septiembre de 2003.

### **Índice:**

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2. TERMINOLOGÍA .....	2
3. TIPOS DE SISTEMAS.....	3
4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN .....	3
5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN .....	4

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Instrucción establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, como gestión de la energía, control y accionamiento de receptores de forma centralizada o remota, sistemas de emergencia y seguridad en edificios, entre otros, con excepción de aquellos sistemas independientes e instalados como tales, que puedan ser considerados en su conjunto como aparatos, por ejemplo, los sistemas automáticos de elevación de puertas, persianas, toldos, cierres comerciales, sistemas de regulación de climatización, redes privadas independientes para transmisión de datos exclusivamente y otros aparatos, que tienen requisitos específicos recogidos en las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Quedan excluidas también las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el Reglamento de Infraestructura Coimún de Telecomunicaciones. (I.C.T.), aprobado por el R.D. 279/1999.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y Sistemas de Protección contra Incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante, a las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente Instrucción además los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

## 2. TERMINOLOGÍA

**Sistemas de Automatización, Gestión de la Energía y Seguridad para Viviendas y Edificios:** Son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unos entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir ordenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas animales y bienes.

Estos sistemas pueden tener la posibilidad de accesos a redes exteriores de comunicación, información o servicios, como por ejemplo, red telefónica conmutada, servicios INTERNET, etc.

**Nodo:** Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda con otras unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

**Actuador:** Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

**Dispositivo de entrada:** Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.

**Sistemas centralizados:** Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.

**Sistema descentralizado:** Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

### 3. TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de Automatización, Gestión de la energía y Seguridad considerados en la presente instrucción, se clasifican en los siguientes grupos:

- Sistemas que usan en todo o en parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de Baja Tensión, tales como sistemas de corrientes portadoras.
- Sistemas que usan en todo o en parte señales transmitidas por cables específicos para dicha función, tales como cables de pares trenzados, paralelo, coaxial, fibra óptica.
- Sistemas que usan señales radiadas, tales como ondas de infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, o sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones.

Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir los requisitos aplicables en cada parte del sistema. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos, tales como, anillo, árbol, bus o lineal, estrella o combinaciones de éstas.

### 4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que

le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atenderán, en lo que sea aplicable, a los requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04.

Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente Instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.

En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada este realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

## **5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN**

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares.

- 1. Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión**

Los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE 50065 -1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 4.

## **2. Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función**

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características e equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61196 y CEI 60189 -2.

## **3. Requisitos para sistemas que usan señales radiadas**

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del "Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones".

## ***ANEXO II. Sistemas Domóticos Comerciales en el mercado actual***

A continuación se muestran algunos de los sistemas domóticos en el mercado español. Para cada sistema se detallan:

- Empresa comercializadora del sistema
- Breve introducción general
- Protocolo de comunicaciones utilizado
- Tipología de viviendas a las que va orientado el sistema
- Descripción más detallada del sistema
- Tipo de Central de gestión utilizada (en caso de que haga falta)
- Topología del bus de comunicaciones
- Capacidad del sistema (cantidad de módulos, distancia, etc.)
- Medios de transmisión
- Interfaz de usuario
- Implantación en el mercado
- Instalación

Fuente: [www.domotica.net](http://www.domotica.net)

### **Índice:**

Altolá System Beghelli.....	2
Sistema Amigo .....	4
Sistema Biodom.....	6
CARDIO.....	8
Conleac .....	11
BJC Dialogo .....	14
DIAloc .....	16
DomoLon.....	21
DomoScope .....	23
GIV (Gestor Integral de Vivienda).....	25
Simón VIS (Vivienda Inteligente de Simon).....	27
SSI .....	29
Starbox.....	32
VANTAGE.....	34
Vivimat.....	36

## Altolá System Beghelli

### Empresa

Beghelli Ibérica, S.A.

### Introducción general

Altolá System Beghelli es una gama de productos modulares para el hogar que permite la prestación de un número significativo de aplicaciones domóticas, a partir de la instalación de elementos independientes. Los equipos que configuran una aplicación en concreto permanecen en comunicación a través de la propia red eléctrica de la vivienda (es decir, por corrientes portadoras).

Se estima interesante la consideración de este sistema por sus posibilidades de integración en vivienda existentes. En este sentido, es de destacar:

- su cuidado diseño;
- elementos integrables en cajas de mecanismos de mando eléctrico;
- uso de corrientes portadoras; y
- facilidad de instalación.

### Protocolo de comunicaciones

El Protocolo de comunicaciones por corrientes portadoras es propietario de Beghelli, es decir, no sigue ninguna de las iniciativas de estandarización existentes a nivel mundial.

### Tipología de viviendas

Dada su propia naturaleza, esta gama de productos es aplicable tanto a viviendas existentes como de nueva construcción, si bien está especialmente destinado a las primeras.

### Descripción

Existen básicamente dos series distintas dentro de la gama de productos Altolá System Beghelli, compatibles entre sí, diferenciadas por su tipo de aplicación o instalación en la vivienda: elementos para ser empotrados en cajas del tipo de mecanismo de mando eléctrico, y elementos de superficie.

Todos los productos se comunican entre sí por medio de la red eléctrica (corrientes portadoras). Para que ello sea posible, es decir, para tener la capacidad de comunicarse entre sí, los productos deben ser programados (asignación de una dirección física o lógica) a través de un dispositivo específico, denominado Programador, que no formará parte de la instalación final del sistema (será utilizado por el instalador antes del montaje).

Los módulos leen el estado de control proporcionado por sensores y pulsadores, lo codifican y lo envían a través de la red eléctrica. Los demás módulos, en función de su programación, responden a estos mensajes cambiando el estado de sus salidas, actuando sobre los aparatos o elementos que están conectados a éstas.

La gama de productos a estudio está focalizada principalmente a aplicaciones de seguridad así como a aplicaciones destinadas al control horario de equipos domésticos y la gestión de la calefacción.

### Central de gestión

No es necesaria ninguna central de gestión.

### **Topología**

La propia de la red eléctrica de la vivienda al utilizarla como medio de transmisión.

### **Capacidad del sistema**

El sistema permite su ampliabilidad con la programación de nuevos elementos con direcciones lógicas distintas a las de los ya existentes en la vivienda.

El protocolo desarrollado por Beghelli permite un número elevado de direcciones lógicas, muy por encima de lo habitualmente esperable en una vivienda.

### **Medios de transmisión**

Se utilizan corrientes portadoras como medio de transmisión genérico del sistema, a través de éstas se comunican los diferentes módulos. Para los sensores, actuadores y equipos domésticos que se deban conectar a los módulos es necesario un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

No existe un interfaz de usuario único para la globabilidad del sistema. Cada uno de los elementos que forman parte de esta gama de productos dispone de los elementos precisos para su actuación o uso. Por ejemplo, puede citarse el uso de displays tipo LCD en el cronotermostato programador y central de zonas, pulsadores diversos, etc.

### **Implantación en el mercado**

Beghelli Ibérica inició en España la comercialización de la serie de productos de superficie en 1993, y en 1995 la serie de empotrar.

### **Instalación**

Los elementos que integran la oferta de Beghelli deben ser conectados a la red eléctrica de la vivienda, por lo que las necesidades de instalación se reducen en gran medida (se limita al cableado dedicado entre actuadores y equipos domésticos a controlar, conexión a electroválvulas, conexión a la red telefónica, etc.)

Según se ha comentado, los elementos deben ser programados antes de su instalación definitiva en la vivienda mediante el denominado Programador. Éste una vez finalizada la instalación y configuración de la misma no se deja instalado en el sistema. A voluntad del usuario, los productos ya disponibles pueden ser reconfigurados mediante su reprogramación por parte de un instalador, capacitándolos para la prestación de nuevas aplicaciones.

## Sistema Amigo

### Empresa

Eunea Merlin Gerin (Schneider Electric España, S.A.)

### Introducción general

Amigo es un sistema domótico descentralizado, formado por una serie de módulos (de entradas/salidas) que permanecen en comunicación a través de un bus de control, así como de una fuente de alimentación específica del sistema. A cada uno de estos módulos se conectan sensores y actuadores de tipo universal. Al realizar la configuración de los módulos se relacionan las diferentes entradas con las salidas a las que se quieren asociar. De este modo la señal detectada en una entrada procedente del sensor conectado a ella, efectúa una señal de respuesta que hace actuar al actuador conectado a la salida asociada.

### Protocolo de comunicaciones

Utiliza el protocolo Batibus.

### Tipología de viviendas

Este sistema es más indicado para viviendas en construcción ya que necesita un cableado dedicado y un bus.

### Descripción

El sistema Amigo se fundamenta en la colocación de una fuente de alimentación en el cuadro eléctrico de la vivienda y de un cableado de dos hilos (bus) por toda la vivienda, al cual se conectan los módulos de entrada/salida disponibles en la instalación. A cada uno de estos módulos se conectan sensores y actuadores de tipo universal.

Los módulos se configuran mediante pulsadores (la configuración se mantiene incluso con ausencia de tensión sin necesidad de baterías). Cada módulo puede realizar cualquier aplicación, pudiendo ser configurado en 5 modos diferentes para adaptarse a cada tipo de aplicación.

La configuración de la instalación puede realizarse progresivamente (módulo a módulo o aplicación a aplicación) y comprobar inmediatamente el resultado. Además, se pueden configurar los módulos antes o después de ser instalados en la vivienda. Siempre es posible reconfigurarlos si la instalación evoluciona o se modifican las necesidades del usuario.

### Central de gestión

No necesita ninguna central de gestión.

### Topología

En este sistema se conectan los módulos en forma de bus.

### Capacidad del sistema

Su capacidad es alta ya que puede conectarse un número elevado de módulos Amigo en una misma instalación, siendo posible la ampliabilidad del sistema mediante la conexión al bus de nuevos módulos.

### **Medios de transmisión**

Como medio de transmisión utiliza un bus para conectar los diferentes módulos y el cableado tradicional de la vivienda (red eléctrica) para alimentar los sensores y actuadores conectados a los módulos. Los sensores y actuadores van unidos a los módulos mediante un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

El usuario utiliza básicamente los distintos actuadores instalados en el sistema (pulsadores, termostatos, etc.) conectados a los módulos Amigo. Además, el usuario puede activar algunas funciones mediante mandos a distancia por infrarrojos y a través de un teléfono exterior a la vivienda.

### **Aplicaciones**

La concepción del sistema Amigo permite considerarlo como un soporte idóneo para la implementación de cualquier aplicación domótica habitual, dado que permite utilizar sensores y actuadores de tipo universal, conectados a los ya descritos módulos de entrada/salida.

### **Implantación en el mercado**

Su comercialización se inició en Junio de 1998.

### **Instalación**

Se realiza un precableado (del bus) paralelo a la instalación eléctrica tradicional por todo el perímetro de la vivienda. Posteriormente, se van añadiendo módulos Amigo en función del número de aplicaciones seleccionadas y la fuente de alimentación en el cuadro eléctrico. Se conectan los elementos sensores y actuadores a las entradas y salidas adecuadas de los módulos instalados y se realiza la configuración de éstos.

## Sistema Biodom

### Empresa

Sistema de Bioingeniería Aragonesa con EHS

### Introducción general

BIODOM es un sistema versátil, modular y fácil de instalar. Está basado en una central de gestión que controla un conjunto de módulos de entrada/salida a los que se conectan sensores y actuadores de tipo universal. La comunicación entre la central y los módulos se realiza por la propia red eléctrica. El sistema a través de los módulos de entrada/salida puede controlar cualquier aparato conectado a la red eléctrica de la vivienda o compatible con el Protocolo de comunicaciones utilizado. Los sensores y actuadores se conectan a los módulos mediante un cableado dedicado.

### Protocolo de comunicaciones

Se basa en el estándar EHS (European Home System). El cumplimiento de este protocolo asegura la compatibilidad de este sistema domótico con otros sistemas que cumplan esta normativa, pudiendo compartir dispositivos entre sí.

### Tipología de viviendas

La funcionalidad del sistema lo hace apropiado para cualquier tipo de instalación eléctrica, tanto en viviendas de nueva construcción como existentes, pero resulta más apropiado para viviendas existentes ya que se comunica a través de la propia red eléctrica.

### Descripción

BIODOM está basado en una central de gestión que controla un conjunto de módulos de entrada/salida a los que se conectan sensores y actuadores de tipo universal. La comunicación entre la central y los módulos se realiza por la propia red eléctrica. El sistema a través de los módulos de entrada/salida puede controlar cualquier aparato conectado a la red eléctrica de la vivienda o compatible con el Protocolo de comunicaciones utilizado. Los sensores y actuadores se conectan a los módulos mediante un cableado dedicado.

BIODOM está formado por varios componentes:

- Controlador: centraliza el control del sistema e integra un interfaz con el usuario mediante la televisión (a través del euroconector) que se maneja con un mando a distancia de solo cuatro botones. Realiza periódicamente un autochequeo de los dispositivos domóticos conectados a la red, generando un aviso en caso de que alguno de ellos no esté funcionando correctamente.
- Interfaz telefónico: permite el control remoto del sistema y generar llamadas de alarma a abonados telefónicos o a una central de recepción de alarmas. Responde con mensajes hablados dando instrucciones de uso y confirmando las acciones realizadas.
- Varios módulos entrada/salida: permiten leer el estado de sensores y pulsadores. Éstos han sido diseñados para adaptarse a la gama de productos Playbus de la línea Eurodomo de Gewiss y utilizar los sensores y actuadores disponibles.

Los módulos entrada/salida leen el estado de control proporcionado por sensores y pulsadores, lo codifican y lo envían a través de la red eléctrica al controlador principal. Éste, en función de su programación (que relaciona las direcciones de una entrada con una salida asociada), envía órdenes a los módulos de entrada/salida empleando de nuevo la comunicación a través de la red eléctrica. En respuesta a estos mensajes, los módulos cambian el estado de las salidas correspondientes, actuando sobre los aparatos o elementos que están conectados a éstas.

Las acciones de control pueden realizarse de forma remota a través del interfaz telefónico, para lo cual es preciso introducir un código secreto de acceso.

El interfaz de TV permite conocer la situación de todos los elementos conectados al sistema domótico y actuar sobre ellos, así como cambiar parámetros del comportamiento del sistema domótico. El uso del interfaz es muy sencillo, estando basado en menús de selección.

Es posible comunicar viviendas con instalación eléctrica trifásica utilizando un acoplador de fase.

El mismo sistema domótico ya actúa como un filtro para no crear interferencias en la red eléctrica ni dejar que interfieran en él.

### **Central de gestión**

Mediante el controlador se centraliza la gestión de todo el sistema.

### **Topología**

Al transmitirse por corrientes portadoras la topología será la de la propia red eléctrica.

### **Capacidad del sistema**

Es un sistema flexible, permitiendo fácilmente modificaciones para adaptarlo a necesidades específicas, ampliarlo o comunicarlo con sistemas existentes.

### **Medios de transmisión**

Los módulos se comunican a través de la instalación eléctrica de la vivienda, sin precisar ningún cableado adicional, excepto los sensores y actuadores que se unen a los módulos mediante un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

El usuario puede controlar el sistema a través de pulsadores, mando a distancia, interfaz de TV o remotamente a través del teléfono.

### **Implantación en el mercado**

El producto se lanzó al mercado a principios de 1999.

### **Instalación**

La instalación es sencilla. Todo el sistema sigue la filosofía "Plug and Play" de forma que tras la conexión de un nuevo elemento a la red se realiza un proceso de autorreconocimiento sin necesidad de realizar configuración alguna.

El instalador puede modificar la programación del controlador, conectando al puerto serie RS-232 un PC o un módem. Se utiliza un programa desarrollado para que funcione en entorno Windows (DOMOCAD).

## CARDIO

### Empresa

Secant, comercializado en España por DomoVal Electronic, S.L.

### Introducción general

CARDIO es un sistema domótico basado en una unidad central que gestiona sus diferentes entradas y salidas siguiendo perfiles de programación y configuración. Permite el control y gestión, de manera local o remota, de los equipos de la vivienda (climatización, dispositivos eléctricos e iluminación) y de un sistema de seguridad propio.

Conectados directamente a esta central de gestión mediante cableado específico (en este caso, buses de 2 hilos), se encuentran, entre otros dispositivos, una consola con pantalla táctil, que se utiliza como interfaz de usuario, y diferentes módulos de salida, que actuarán sobre los equipos a controlar. Estos pueden ser módulos de X10 y/o módulos dimmer, dependiendo de si se desea un medio de transmisión por corrientes portadoras, por cableado dedicado o ambos. Para disponer de las aplicaciones de comunicaciones (control remoto y transmisión de alarmas a números de abonado), también deberá conectarse otro módulo a la unidad central mediante 8 hilos.

### Protocolo de comunicaciones

El sistema CARDIO utiliza un protocolo propietario para la comunicación entre la central de gestión y los diferentes dispositivos conectados a ella (módulos de salida, interfaz de usuario, etc.).

Los módulos de salida actúan sobre los equipos a controlar de dos maneras distintas: los módulos X10 lo hacen por corrientes portadoras, mientras que los módulos dimmer utilizan un cableado dedicado (es decir, sin ningún protocolo).

### Tipología de viviendas

Este sistema puede acoplarse a la instalación eléctrica de una vivienda de nueva construcción o existente, con algunas modificaciones de la instalación eléctrica habitual. Aunque para una instalación sencilla no es necesario un cableado muy extenso, siempre es más recomendable para viviendas de nueva construcción.

### Descripción

La unidad central del sistema CARDIO dispone de las siguientes entradas y salidas:

- 3 relés para control de automatismos.
- Salida para el control de la climatización.
- Salida para el control del sistema de ventilación y la calefacción auxiliar.
- 8 salidas con 12 V.c. (para alimentar otros dispositivos del sistema).
- Salida para conexión al módulo telefónico.
- Salida para comunicación X10 (mediante módulo TW-523).
- Salida para conexión a módulo dimmer.
- Salida para sirena.
- Salida para conexión a lector de llave digital (utilizado para habilitar o deshabilitar el sistema de vigilancia).
- 16 entradas para detectores y sensores.

- Entrada para la conexión a una batería auxiliar.
- Conexión a la consola (interfaz de usuario).

El control de la iluminación puede realizarse de las siguientes formas: utilizando corrientes portadoras, mediante un módulo de interfaz conectado a la unidad central del CARDIO y a la red eléctrica. Cada zona de iluminación deberá poseer un módulo receptor de la señal X101; y/o utilizando cableado dedicado, a través de un módulo de atenuación (dimmer). Cada uno puede controlar 5 zonas diferentes de iluminación.

El control de los equipos domésticos puede realizarse de las siguientes formas: a través de los relés auxiliares (de reducido poder de corte) que tiene la unidad central; y/o utilizando corrientes portadoras, mediante un módulo de interfaz conectado a la unidad central del CARDIO y a la red eléctrica. Cada equipo a controlar deberá poseer un módulo receptor de la señal X10.

CARDIO puede controlar los siguientes sistemas de climatización mediante una de sus salidas:

- Sistema de calefacción central.
- Sistema de calefacción por bomba de calor.
- Sistema de calefacción más aire acondicionado central, ambos en un solo aparato.
- Sistema de calefacción más aire acondicionado central, en dos aparatos separados.
- Sistema de calefacción por radiadores.

Si se desea una zonificación independiente de temperatura, se deben instalar, conectados a la central de gestión, los siguientes tipos de controladores:

- RCS: permite controlar una segunda zona independiente de temperatura.
- StatNet: permite controlar cuatro zonas independientes de temperatura adicionales.

### **Central de gestión**

Se trata de un sistema centralizado.

### **Topología**

Es en forma de árbol, teniendo como núcleo la unidad central a la que se conectan los diferentes módulos y dispositivos que conforman el sistema.

### **Capacidad del sistema**

Este sistema está limitado, ya que hay un número fijo de entradas y salidas, pero abarca un número razonable de aplicaciones a controlar. Su capacidad máxima es la siguiente:

- Gestión y control de 160 zonas de iluminación.
- Gestión y control de 40 equipos domésticos.
- Gestión y control de 5 zonas independientes de temperatura.

### **Medios de transmisión**

Se utiliza un cableado específico (en su mayoría, un bus de dos hilos) para unir cada uno de los módulos y dispositivos a la central de gestión, mientras que los equipos a controlar están conectados por cableado dedicado a los módulos dimmer y a los relés de salida de la central, y/o conectados a través de la red eléctrica de la vivienda a los módulos X10.

### **Interfaz de usuario**

El control de todas las funciones del sistema CARDIO se puede hacer de varias formas:

- Desde una pantalla táctil (mediante un sistema de iconos).
- Desde cualquier teléfono interior o exterior a la vivienda (mediante mensajes de voz digitalizada).

### **Implantación en el mercado**

Entre 1996 y 1997.

### **Instalación**

Algunos de los requisitos a tener en cuenta a la hora de instalar el sistema CARDIO son los siguientes:

- Si el control de los equipos se realiza mediante corrientes portadoras, será necesario usar un acoplador de fases si la instalación es trifásica.
- Si se utilizan los relés de salida de la central de gestión, se tendrá en cuenta que éstos son de bajo voltaje, por lo que tendrá que intercalarse un contactor de potencia para el control de cargas de potencia.
- Los sensores pueden ser de tipo internacional, pero en cada una de las entradas de alarma que se utilicen se deberá instalar una resistencia de final de línea.

## Conleac

### Empresa

Logical Design, S.A.

### Introducción general

Conleac es un sistema de control para la vivienda basado en el uso de un ordenador personal como central de gestión e interfaz de usuario. Logical Design, como ingeniería de sistemas de automatización ofrece sistemas llave en mano para el control y automatización de instalaciones en viviendas y, particularmente, en edificios o pequeño terciario.

En el ámbito residencial, la propia naturaleza del sistema lo configura como un sistema destinado a segmentos de mercado medio-alto. Sin embargo, este sistema puede implementar aplicaciones de tipo colectivo, configurándolo como una solución para ciertos entornos (edificios de viviendas con aplicaciones colectivas, residencias geriátricas, etc.).

Este sistema se caracteriza por utilizar recursos informáticos convencionales integrando el sistema domótico de control en la infraestructura informática del edificio. Utiliza sistemas de comunicación de alta velocidad, como Fast Ethernet, y cable exigente, como STP o UTP de categoría 5, segmentos de fibra óptica o cable coaxial. Esto permite la integración de audio, vídeo, seguridad, etc. sin coste abusivo al utilizarse el hardware y software estándar en instalaciones informáticas.

Las principales características de este sistema domótico son las siguientes:

- programa de control bajo entorno Windows;
- posibilidad de prestar un buen número de aplicaciones;
- permite la prestación de aplicaciones colectivas para edificios.

### Protocolo de comunicaciones

Conleac utiliza un bus propietario, desarrollado por la propia Empresa

### Tipología de viviendas

Dada la naturaleza de este sistema, se destina principalmente a viviendas de nueva construcción.

### Descripción

Conleac está basado en el uso de un ordenador personal que actúa como unidad o central de gestión e interfaz de usuario, y un bus doméstico propietario utilizado para la comunicación entre los diferentes elementos que configuran el sistema. El elemento fundamental para el sistema es el denominado controlador LD7000, cuya misión es la de mantener la comunicación entre el ordenador personal y el bus doméstico propietario. Al ordenador puede conectarse un máximo de tres controladores LD7000, es decir, la instalación domótica puede estar dotada de hasta tres buses distintos.

Los habituales elementos sensores y actuadores de todo sistema domótico son interconectados al bus doméstico mediante los siguientes interfaces:

- Placas de direcciones LP77: Es el interfaz entre el bus doméstico y los módulos que permiten la conexión de sensores y actuadores. Un máximo de 63 interfaces de este tipo pueden ser conectados a un controlador.

- Matriz de lecturas (analógicas o digitales) LP70B: Los elementos sensores del sistema (detectores, sondas de temperatura, etc.) son interconectados directamente a este módulo, el cual permanece en conexión con el bus doméstico a través del interfaz descrito en el punto anterior. Un máximo de cinco sensores pueden ser conectados a este módulo.
- Matriz de actuaciones (analógicas o digitales) LP70A: De forma análoga al módulo anterior, este nuevo elemento permite la conexión de los actuadores disponibles en el sistema, el cual permanece en conexión con el bus doméstico a través del interfaz placas de direcciones. Un máximo de cinco actuadores pueden ser conectados a este módulo.

#### Tipos de consolas:

- Consolas dedicadas: Son de seguridad anti incendio y anti robo. Monitorizan en pantalla los sensores desplegados en el edificio. En el caso de detectarse en uno de ellos alguna incidencia, aparecerá claramente en pantalla el lugar donde se ha producido. Pero además el ordenador hablará al operador contando dicha incidencia, imprimirá el mensaje y si fuera preciso lo enviará por fax a uno o varios números predeterminados. En caso de existir consola de vídeo puede visualizarse el fotograma captado en el momento de la incidencia.
- Consola de Vídeo/C.C.T.V.: Recibe y presenta en pantalla las imágenes procedentes de las diferentes cámaras desplegadas por el edificio. Puede seleccionarse una cámara de forma manual, o ligada a un sensor determinado, de forma que cuando se detecte presencia en una zona se active la cámara correspondiente a dicha zona. Las imágenes se digitalizan y se ponen a disposición de todos los usuarios de la red del edificio.
- Consola de Audio: Emite mensajes hablados en zonas determinadas del edificio. Puede condicionarse la emisión de un mensaje a cualquier evento, y pueden programarse ilimitados mensajes. Así, puede programarse que, caso de presionar el pulsador de la luz, el sistema salude al usuario, o que si la temperatura exterior sube de 25 grados exclame "que calor hace ahí fuera !". Normalmente se utilizará para emitir alarmas de incendio explicando el lugar donde se ha producido y las medidas que se deben tomar. También es frecuente que emita mensajes disuasorios a los posibles intrusos del edificio.
- Consola de comunicaciones: Este PC está dedicado exclusivamente a facilitar el telecontrol de la instalación. Dotado de un módem en espera 24 horas permite al supervisor de la instalación conectar vía módem desde cualquier parte del mundo y gobernar o mantener la instalación.
- Consola de operador: PC dedicado a la programación, mantenimiento y obtención de informes de la instalación. En esta consola puede rodarse cualquier programa del control, y puede sustituir a cualquiera de las consolas anteriores si fuera preciso, en caso de avería o mal funcionamiento de una de ellas.

#### Central de gestión

La central de gestión que utiliza este sistema es el PC.

#### Topología

En bus y en estrella desde las matrices de lecturas y actuaciones hasta los elementos sensores y actuadores respectivamente.

#### Capacidad del sistema

El sistema permite su ampliabilidad con la inclusión de nuevos módulos (matrices y placas de direcciones), o la utilización de los tres buses domésticos controlados por el ordenador personal.

La máxima capacidad de la red se consigue mediante el uso de los tres buses domésticos. Así, cerca de 1.000 puntos (suma de sensores y actuadores) pueden ser controlados por el ordenador personal; capacidad más que suficiente para el entorno doméstico y colectivo.

### **Medios de transmisión**

Utiliza un cableado dedicado. El controlador se conecta al puerto paralelo del ordenador personal. Las matrices de lecturas o actuaciones son conectadas al interfaz denominado "placa de direcciones" mediante un cable paralelo de 7 pares.

### **Interfaz de usuario**

Basado en la pantalla del ordenador personal y el uso del mouse.

### **Implantación en el mercado**

Logical Design lanzó la primera versión de su producto Conleac (es decir, el software de control y el hardware necesario) en 1987.

### **Instalación**

La instalación no suele ser llevada a cabo por Logical Design, sino por instaladores eléctricos de la zona. Sin embargo, esta Empresa realiza las tareas propias de diseño del sistema a medida, de la distribución de elementos y de la supervisión y puesta en marcha de la instalación. También hay la posibilidad de que la propia Empresa realice un servicio de mantenimiento y resolución de problemas.

## BJC Dialogo

### Empresa

BJC. Fábrica Electrónica Josa, S.A.

### Introducción general

BJC Dialogo es un sistema domótico descentralizado, formado por una serie de módulos que permanecen en comunicación a través de un bus de control. A estos módulos se conectan los sensores y actuadores que sean necesarios según las necesidades de cada aplicación. Los módulos se configuran a través de un PC. En la configuración se asocian direcciones de entrada con una salida asociada, de modo que la recepción de una señal procedente de un sensor conectado a una entrada provoca una respuesta hacia el actuador conectado a la salida asociada.

### Protocolo de comunicaciones

Utiliza el bus de control LonWorks.

### Tipología de viviendas

Debido a la necesidad de la instalación de un bus, este sistema resulta más apropiado para viviendas de nueva construcción.

### Descripción

BJC Dialogo es un sistema de control distribuido. Está formado por una serie de módulos entrada/salida alimentados a 24 V que operan de forma autónoma, es decir, ninguno de ellos constituye lo que sería, propiamente, una central de gestión. De esta manera, en caso de fallo de alguno de estos módulos, el resto de módulos continúa funcionando sin alteración. Los módulos entrada/salidas forman lo que se llama una red de control.

Los elementos que integran la red de control pueden ser:

- Módulos entrada/salida digitales.
- Módulos entrada/salida analógicos.
- Módulos entrada/salida con reloj.
- Programador en forma de consola de pared.
- Fuente de alimentación.

Los módulos se unen mediante dos pares trenzados (uno para datos y otro para la alimentación) formando un bus de control. Los dispositivos que se conectan a estos módulos (a través de un cableado dedicado) son tanto de entrada (sensores) como de salida (actuadores). Mediante un PC y una herramienta software, se configura el funcionamiento de los módulos. Se pueden cambiar los parámetros de la instalación mediante un PC o mediante un programador en forma de consola de pared, que a su vez sirve para informar sobre el estado de las alarmas técnicas.

Los módulos leen el estado de control proporcionado por sensores, lo codifican y lo envían a través del bus. Los demás módulos, en función de su programación responden a estos mensajes cambiando el estado de sus salidas, actuando sobre los aparatos o elementos que están conectados a éstas. Se pueden conectar termostatos, receptores/transmisores telefónicos, receptores de infrarrojos, etc.

### **Central de gestión**

No dispone de una central de gestión al ser un sistema descentralizado.

### **Topología**

La red de control tiene una topología libre, es decir, permite hacer anillos, bus, estrellas, etc. Lo más habitual es un bus donde se conectan los módulos del sistema.

### **Capacidad del sistema**

Su instalación es dinámica, ya que se hace a medida de los requisitos del usuario y su arquitectura modular permite el crecimiento en función de las necesidades futuras.

### **Medios de transmisión**

El medio físico de comunicación entre módulos es un bus de 2 hilos (se recomienda par trenzado, aunque no es estrictamente necesario) siendo necesarios además dos hilos más para llevar la alimentación a la red de módulos. Los sensores y actuadores del sistema se unen a los módulos mediante un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

Se puede utilizar un PC con software específico o un programador en forma de consola de pared. Este programador sólo sirve para cambiar parámetros o consultar estados, no para cambiar la programación de los módulos. También utilizaremos los pulsadores y elementos del sistema conectados a los módulos.

### **Implantación en el mercado**

Primer trimestre del año 2000.

### **Instalación**

Una vez distribuidos por la vivienda los módulos entrada/salida con los dispositivos sensores y actuadores conectados a éstos, se procede a su configuración basada en la transferencia desde un PC de una base de datos con los parámetros de funcionamiento.

Primero, mediante una herramienta de software (BJC Dialogo Editor 1.0) se realiza la asignación de direcciones de los diferentes módulos. A continuación, mediante otra herramienta de software (BJC Dialogo Monitor 1.0) se realiza la parametrización de la vivienda. También se puede definir que función realiza cada dispositivo. De esta manera, el instalador o el usuario puede configurar la instalación a su medida. También permite visualizar el estado en tiempo real de la instalación.

Para la comunicación con el ordenador es necesaria una tarjeta de comunicaciones LON.

Mediante el Programador también es posible modificar los parámetros de funcionamiento de la vivienda, así como informar de las alarmas técnicas que se producen.

## DIALoc

### Empresa

Weidmüller.

### Introducción general

El sistema Dialoc está formado por una amplia gama de módulos o controladores que se conectan entre sí formando una red de comunicaciones utilizando el protocolo LonWorks para comunicarse. Estos módulos se unen mediante un medio físico de transmisión, formando una topología de red libre. A estos módulos se conectan los sensores y actuadores que sean necesarios según las necesidades de cada aplicación. La configuración y puesta en marcha del sistema la realiza la Empresa mediante una herramienta de software (DIApro/Lon y DIAnet/Lon) ya sea desde la vivienda o remotamente si se dispone de una línea telefónica. En la configuración se asocian direcciones de entrada con una salida asociada, de modo que la recepción de una señal procedente de un sensor conectado a una entrada provoca una respuesta hacia el actuador conectado a la salida asociada.

### Protocolo de comunicaciones

DIALoc utiliza el protocolo LonWorks.

### Tipología de viviendas

Al ser necesario un cableado, este sistema se considera más adecuado para viviendas de nueva construcción.

### Descripción

El sistema Dialoc está formado por una amplia gama de módulos o controladores que se conectan entre sí formando una red de comunicaciones utilizando el protocolo LonWorks para comunicarse. Estos módulos se unen mediante un medio físico de transmisión, formando una topología de red libre. Estos módulos operan de forma autónoma, es decir, ninguno de ellos constituye lo que sería, propiamente, una central de gestión. De esta manera, en caso de fallo de alguno de estos módulos, el resto de módulos continúa funcionando sin alteración. Tipos de módulos:

- Módulos genéricos de entrada/salidas o combinaciones
- Entradas Digitales
- Salidas Digitales
- Entradas Analógicas
- Salidas Analógicas
- Módulos de aplicaciones específicas

Los sensores y actuadores que se conecten a los módulos serán de tipo genérico, es decir, cualquiera del mercado o también propios de Lon.

Los módulos leen el estado de control proporcionado por sensores, lo codifican y lo envían a través del bus. Los demás módulos, en función de su programación responden a estos mensajes cambiando el estado de sus salidas, actuando sobre los aparatos o elementos que están conectados a éstas. Se pueden conectar termostatos, receptores/transmisores telefónicos, receptores de infrarrojos, etc.

Weidmüller tiene un RCD como interficie de usuario para que el usuario cambie parámetros, ya que la programación de los módulos no es habitual que la cambie el usuario sino un instalador (aunque mediante un PC y el software de programación podría hacerlo). El RCD permite controlar la iluminación, parámetros de temperatura y las persianas, permitiendo memorizar escenarios.

### **Central de gestión**

No es necesaria una central de gestión.

### **Topología**

Utiliza una topología libre.

### **Capacidad del sistema**

La capacidad del sistema es alta pudiéndose ampliar en cualquier momento añadiendo más módulos para adaptarse a las necesidades del usuario.

### **Medios de transmisión**

Este sistema utiliza un bus.

### **Interfaz de usuario**

Los pulsadores, temporizadores, etc., o el RCD que tiene Weidmüller para el cambio de parámetros.

### **Implantación en el mercado**

A nivel internacional Weidmüller/Lon está en el mercado desde 1991.

### **Instalación**

Una vez distribuidos por la vivienda los módulos con los dispositivos sensores y actuadores conectados a éstos, se procede a su configuración basada en la transferencia desde un PC mediante una herramienta de software (DIApro/Lon y DIAnet/Lon) de una base de datos con los parámetros de funcionamiento. De esta manera, el instalador o el usuario pueden configurar la instalación a su medida. También permite visualizar el estado en tiempo real de la instalación.

## **Domaike**

### **Empresa**

Aike Technologies de l'habitat, S.L

### **Introducción general**

Domaike ha sido creado para integrar todas las funciones en una sola unidad central. El usuario puede comunicarse con el sistema a través de una o varias consolas (que pueden integrarse en la misma unidad central) distribuidas por la vivienda, o desde cualquier teléfono interior o exterior. La central tiene unas entradas y salidas a las que se conectan los sensores y actuadores. Hay dos tipos de entradas y salidas, para corrientes portadoras y cableadas.

### **Protocolo de comunicaciones**

Utiliza como sistema de transmisión un cableado dedicado, aunque algunas funciones específicas se pueden controlar por corrientes portadoras mediante el protocolo X10.

### **Tipología de viviendas**

Se puede aplicar en viviendas de todo tipo, pero al ser necesario un cableado dedicado es más aconsejable para viviendas de nueva construcción.

### **Descripción**

Domaike está formado por una central que controla toda la instalación domótica. Esta central de gestión puede actuar a la vez como interfaz de usuario. Según el modelo Domaike, la consola de interfaz de usuario y la central están separadas o pueden integrarse en un mismo producto. La central tiene un número de entradas y salidas para la conexión de sensores y actuadores, que depende también del modelo Domaike. Hay dos tipos de entradas y salidas, unas para cableado y otras para corrientes portadoras. Los sensores y actuadores que se conectan al sistema son de tipo universal y están en conexión directa a la central de gestión. Los elementos del sistema se comunican a través de la red eléctrica de la vivienda o mediante un cableado dedicado, según el tipo de elemento. Este sistema domótico tiene unas unidades específicas para funciones concretas (termostatos, módulos programables de ahorro de energía y sondas de temperatura).

La central dispone de 16 entradas de zona que se pueden configurar como zona de robo, de incendio, de temperatura o auxiliar.

Las entradas de esta central pueden ser de contacto seco, alimentadas éstas a 12 V DC, compatible con la mayoría de sensores del mercado.

Domaike proporciona 8 salidas independientes y programables, más dos salidas específicas para sirenas.

Se puede conectar el propio teléfono de la vivienda para realizar el control del sistema domótico desde el mismo. Si se accede a Domaike desde un teléfono interior, Domaike desconectará los teléfonos de la línea exterior y suministrará la tensión necesaria a los teléfonos para su funcionamiento en la línea interior.

Se pueden conectar hasta 8 consolas (depende del modelo de Domaike) en una misma instalación, mediante un cableado punto a punto o en cadena.

Unidades específicas del sistema:

- Termostatos: electrónicos y con CPU propia. Calculan la inercia térmica de la vivienda, para que la calefacción o el aire acondicionado se anticipen y consigan una temperatura ambiente precisa en el momento deseado.
- Sondas de temperatura: pueden ser de interior o de exterior. Permiten obtener lecturas analógicas de temperatura desde el teléfono, la consola o el ordenador.
- Módulos programables de ahorro de energía: permiten, a partir de las lecturas analógicas de temperatura, modificar el funcionamiento de la calefacción para mantener la temperatura programada por el usuario. Pueden instalarse en serie con un termostato convencional desde la propia central de gestión permitiendo, de esta manera, programar funciones de ahorro energético.

El sistema dispone de dispositivos de seguridad destinados a incrementar la fiabilidad del sistema. Un ejemplo de ello es seguridad en los detectores de incendio para evitar falsas alarmas.

### **Central de gestión**

El sistema dispone de una central de gestión que opcionalmente puede utilizarse también como interfaz de usuario.

### **Topología**

La distribución de la central con sus actuadores y sensores seguirá una topología en estrella, teniendo como núcleo la propia central. Para las aplicaciones basadas en comunicación por corrientes portadoras, la topología será la de la propia red eléctrica.

### **Capacidad del sistema**

Dispone de un software de control. El software y hardware facilita la evolución del sistema para afrontar nuevas necesidades del usuario.

La central dispone de un número determinado de entradas y salidas, por lo que su ampliabilidad está limitada, aunque esta limitación está en un número elevado de entradas y salidas ya que se puede actualizar el modelo de Domaike hasta llegar al D8 que tiene 272 entradas y 136 salidas.

### **Medios de transmisión**

Combina varias tecnologías de transmisión de datos: red eléctrica de la vivienda (corrientes portadoras), cableado dedicado, red telefónica, radiofrecuencia e infrarrojos.

### **Interfaz de usuario**

El usuario puede controlar el sistema a través de:

- Consolas Domaike: a través de esta consola se puede hacer toda la gestión, programación, configuración e inserción de textos y gestión de voz. La consola dispone de una pantalla y botonera retroiluminada equipada con avisador acústico, un menú de guiado y mensajes de ayuda para el usuario. Se pueden instalar varias consolas en una misma instalación.
- Pulsadores convencionales.
- Mando a distancia (infrarrojos o radiofrecuencia).
- Teléfono de tonos, interior o exterior, a través de voz humana digitalizada.
- PC local o remoto (entrada por módem o por puerto serie RS 232 / RS 485).

### **Implantación en el mercado**

Su comercialización se inició en Enero de 1997.

### **Instalación**

Existen 3 modelos básicos ampliables que configuran las series D4, D6 y D8 de Domaiké. La serie D6 puede actualizarse a la serie D8 sin modificar la caja de la central domótica. La serie D4 es compacta y económica, adecuada para promociones de apartamentos, pisos, viviendas unifamiliares y locales comerciales. Estas centrales también están preparadas para ser aplicadas en comunidades de propietarios en las que se precise compartir servicios.

## **DomoLon.**

### **Empresa**

ISDE Ing. S.L. (Ingeniería de Sistemas Domóticos y Electrónicos). Tienen diferentes distribuidores por toda España, en Cataluña se trata de Batemat, S.A.

### **Introducción general**

Sistema formado por diferentes tipos de módulos individuales (denominados nodos) y autónomos que se conectan a una misma red de comunicaciones en forma de bus. A través de este bus toman la alimentación e intercambian información entre ellos todos a un mismo nivel. Estos nodos no son de tipo genérico (de entradas y salidas), sino que hay nodos específicos para realizar diferentes funciones. A los nodos se conectan los sensores y actuadores necesarios para la red domótica. De este modo la señal detectada en una entrada procedente de un sensor conectado a ella, efectúa una señal de respuesta que hace actuar al actuador conectado a la salida asociada a dicha entrada.

### **Protocolo de comunicaciones**

Utiliza el bus de control LonWorks.

### **Tipología de viviendas**

Al necesitar un cableado específico es más idóneo para viviendas de nueva construcción.

### **Descripción**

DomoLon es un sistema formado por diferentes nodos individuales y autónomos conectados entre sí mediante un bus, a través del cual intercambian información sin necesidad de disponer de una central de gestión en la instalación. Estos nodos no son de tipo genérico de entradas y salidas sino que hay nodos específicos para realizar diferentes funciones.

A estos nodos conectaremos los sensores y actuadores necesarios. Las señales de control emitidas por los sensores son detectadas a las entradas de los nodos y posteriormente son transmitidas a través del bus a las salidas de los nodos configurados como respuesta a estas entradas.

Es un sistema de arquitectura distribuida tanto a nivel de capacidad de proceso como de ubicación física de los diferentes elementos de control. Es decir, cada nodo del sistema tiene su propia capacidad de proceso y puede ser ubicado en cualquier parte de la vivienda, permitiendo adaptarse a las características físicas de cada vivienda.

### **Central de gestión**

No es necesaria una central de gestión.

### **Topología**

Utiliza un bus de control.

### **Capacidad del sistema**

Si se ha realizado una preinstalación de la red domótica en la fase de construcción de la vivienda, la ampliación de la red y la incorporación de nuevas funciones no resulta complicada.

### **Medios de transmisión**

Utiliza un bus (par trenzado de dos hilos para datos y dos hilos para la alimentación) para la conexión entre los diferentes nodos y un cableado específico para conectar los sensores y actuadores a los nodos.

### **Interfaz de usuario**

Está constituido por los diferentes tipos de nodos de supervisión, destacando el caso del teléfono y el televisor como elementos más singulares.

### **Implantación en el mercado**

La primera instalación de DomoLon (serie EUROPA) en vivienda data del año 1994

### **Instalación**

Para una futura instalación es aconsejable realizar un preinstalación. Para ello la Empresa ya distribuye kits de instalación formados por cajas de empotrar, cable de bus y de sensores y terminaciones de bus.

## DomoScope

### Empresa

Fagor Electrodomésticos, S. Coop. Ltda.

### Introducción general

DomoScope es el resultado del desarrollo de una red domótica de equipos domésticos de Fagor Electrodomésticos, compuesta por equipos de línea blanca que integran prestaciones domóticas, tanto desde el punto de vista de equipos domésticos considerados de forma autónoma como de su integración en una red de comunicaciones, respondiendo a demandas de confort, seguridad y economía en la vivienda.

Los equipos domésticos de línea blanca que forman parte de esta red se comunican por corrientes portadoras, siguiendo un Protocolo de comunicaciones propietario de Fagor.

Las principales características de esta gama de productos son:

- integración de electrónica en equipos domésticos de altas prestaciones, que constituyen una gama propia de toda la oferta de Fagor en catálogo;
- prestación de aplicaciones domóticas fruto de su integración en la red;
- producto implementable en viviendas existentes; y
- comunicación con el exterior (transmisor y receptor telefónico).

### Protocolo de comunicaciones

Los electrodomésticos se comunican unos con otros utilizando la red eléctrica de 220V de la vivienda y con el exterior a través de la línea telefónica. El Protocolo de comunicaciones utilizado se le conoce también como bus Fagor.

### Tipología de viviendas

Dada la simplicidad de instalación de esta red domótica, su aplicación se encuentra tanto en viviendas existentes como de nueva construcción.

### Descripción

A través de la central de gestión Maior-Domo Fagor, y con los distintos productos domóticos que se pueden ir anexionando según necesidades y deseos del usuario, la red domótica permite la activación, desactivación, programación y control de los distintos electrodomésticos; ofrece un sistema de seguridad activa frente a fugas de agua, fugas de gas o intrusos; hace posible un uso más racional de la energía eléctrica, ajustando al máximo el gasto, ya que programa los distintos consumos de forma inteligente, optando siempre por la posibilidad que permita una mayor economía.

Fagor ha desarrollado los enchufes y actuadores domóticos. Son automatismos diseñados para realizar acciones de conexión, desconexión o programación de los equipos domésticos y motores eléctricos (para persianas o toldos) a ellos conectados. Estas acciones pueden ser realizadas tanto en la vivienda como desde el exterior a través del teléfono, en ambos casos a través del "Maior-Domo". De esta forma se pueden integrar a la red domótica el funcionamiento de iluminación, toldos, persianas, calefacción eléctrica, riego, etc.

Fagor también suministra filtros de red que evitan los errores en la comunicación de la red domótica.

### **Central de gestión**

El elemento central de la red domótica es llamada el "Maior-Domo" Fagor, que controla y gestiona todos los elementos que componen la red domótica y su relación con el exterior a través del teléfono.

### **Topología**

Al transmitirse por corrientes portadoras la topología será la de la propia red eléctrica.

### **Capacidad del sistema**

Dado el carácter modular de la red domótica, ésta se puede ampliar mediante la incorporación de nuevos elementos compatibles con la red, posibilitando nuevos usos y servicios, como por ejemplo nuevos electrodomésticos, iluminación, persianas, sistemas anti-intrusión, sistemas anti-incendios, etc. Las prestaciones del software siguen la filosofía "Plug and Play" de forma que tras la conexión de un nuevo elemento de la red se realiza un proceso de autorreconocimiento sin necesidad de realizar configuración alguna.

La capacidad es alta ya que no sólo se limita a los equipos desarrollados sino que, a través de enchufes y actuadores domóticos, es posible añadir nuevos elementos a la red domótica.

### **Medios de transmisión**

Como medio de transmisión se utilizan corrientes portadoras.

### **Interfaz de usuario**

Fagor ha puesto especial énfasis en la facilidad de utilización del "Maior-Domo". Por eso, el sistema es completamente interactivo y cuenta con menús hablados que guían al usuario paso a paso durante todo el proceso. Las opciones que ofrece el "Maior-Domo" se seleccionan en el teclado del teléfono y son inmediatamente corroboradas con mensajes hablados de confirmación.

### **Implantación en el mercado**

En Septiembre de 1996.

### **Instalación**

Por la propia naturaleza de la red a estudio, los equipos que la integran sólo deben ser conectados a la red eléctrica de la vivienda y, en el caso del gestor domótico, a la red telefónica, excepción hecha de electroválvulas de corte de suministro.

## GIV (Gestor Integral de Vivienda)

### Empresa

Ceilhit - Eurocable, S.A.

### Introducción general

GIV es un sistema domótico de baja capacidad no ampliable, diseñado para soportar un número reducido de aplicaciones para la vivienda. A pesar de ello, y al igual que otros equipos de esta gama de productos, se estima que este sistema puede satisfacer las necesidades básicas de los usuarios.

Este sistema domótico (desarrollado en colaboración con la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona) ha sido diseñado preferentemente para su inclusión en viviendas con equipamiento eléctrico (calefacción y agua caliente sanitaria, básicamente). El sistema está basado en un módulo o unidad central que actúa, a su vez, de interfaz de usuario de baja complejidad de utilización, al que van conectados directamente los sensores y actuadores necesarios para la instalación. Opcionalmente, el sistema puede incluir módulos específicos para funciones concretas (portero automático y receptor/transmisor telefónico).

Las principales características de este sistema son las siguientes:

- Sistema sencillo de utilizar (el usuario sólo puede acceder a la programación horaria de los distintos canales o salidas que controla).
- Programación salvaguardada mediante EEPROM, para evitar el uso de baterías [1].

### Protocolo de comunicaciones

Se trata de un sistema por cableado dedicado. Por tanto, no sigue ningún protocolo de los existentes a nivel europeo.

### Tipología de viviendas

Dadas las necesidades de cableado, este sistema se destina principalmente a viviendas de nueva construcción.

### Descripción

El sistema domótico GIV está formado por una unidad central a la que pueden acoplarse dos módulos especializados de funciones. Estos tres equipos son descritos a continuación:

- Central GIV: Se trata de la unidad básica de gestión del sistema, a la que se conectan los diferentes elementos de campo.
- Módulo GIV 01 (Portero automático): Mediante la inclusión de este módulo en la unidad básica y su conexión al sistema de portero automático del edificio, el usuario puede realizar las funciones habituales de interfonía y control (recepción llamada de aviso, comunicación y apertura puerta) desde el propio teclado de la unidad básica o central GIV. Con este módulo es posible, además, activar la iluminación de la escalera (como si de un pulsador de la escalera se tratase).

Este módulo permite, además, centralizar las alarmas de todas las viviendas en un panel sinóptico (tipo alarma y piso en el que se produce la eventualidad) a ubicar, por ejemplo, en la conserjería del edificio, en caso de su existencia.

· Módulo GIV 02 (Receptor y transmisor telefónico): Mediante este módulo el sistema puede comunicarse con el exterior para soportar las prestaciones de receptor telefónico (activación de 2 canales) y transmisor telefónico (envío de señales de alarma a números de abonado telefónico, con mensajes de voz sintetizada, o conexión a una central receptora de alarmas).

### **Central de gestión**

Este sistema utiliza una central de gestión, la propia unidad GIV.

### **Topología**

En estrella al utilizar cableado dedicado entre la unidad central y los elementos y equipos necesarios para completar el sistema domótico.

### **Capacidad del sistema**

El sistema no permite su ampliabilidad. Se trata de un sistema de baja capacidad, ya que gestiona un número reducido de equipos, aunque se estima como suficiente para implementaciones domésticas sencillas. En este sentido, y según se ha descrito anteriormente, esta central permite el control y programación de 4 canales (en la central se especifica que 2 de ellos serán utilizados para calefacción, 1 para el termo o acumulador de agua caliente sanitaria y un último canal de uso libre), y dispone de 4 entradas para señales de seguridad (intrusión y tres alarmas técnicas).

### **Medios de transmisión**

Este sistema utiliza un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

La unidad básica GIV actúa como interfaz de usuario al disponer de un conjunto amplio de pulsadores de membrana e indicadores luminosos, un display formado por cuatro indicadores del tipo led 7-segments (los habituales de relojes), y una cerradura para el armado/desarmado del sistema de seguridad anti-intrusión mediante llave.

Se estima que la utilización del sistema no es de fácil manejo para el usuario.

### **Implantación en el mercado**

Este sistema domótico fue presentado oficialmente en el certamen de Construmat'95 en Barcelona.

### **Instalación**

La instalación de este sistema no resulta complicada a pesar de ser necesario un cableado, ya que se trata de una unidad central a la que se unen los sensores y actuadores.

## Simón VIS (Vivienda Inteligente de Simon)

### Empresa

Simón, S.A.

### Introducción general

Simón ha llevado a cabo las tareas de adaptación del producto danés para su inclusión en el mercado español. Simón VIS es un sistema desarrollado con la finalidad de controlar algunos de los circuitos o líneas disponibles en la red eléctrica de la vivienda. Para ello, este sistema se fundamenta en la centralización de diversos módulos de control y actuación en el cuadro eléctrico de la vivienda, que permanecen en conexión con los distintos elementos sensores y actuadores por cableado dedicado.

El sistema se compone de un punto central que recibe toda la información proveniente de los sensores. Estas señales son recogidas por un módulo intermedio (módulo de entradas) y transmitida en serie al punto de control central (módulo de control). El dispositivo sobre el que se ha de actuar recibe la orden de activación a través de un módulo intermedio (módulo de salidas).

Tal vez, lo más destacable de este sistema sea la utilización de pulsadores eléctricos como interfaz de usuario para la ejecución de aplicaciones sencillas de control (por ejemplo, el control de iluminación, la activación de enchufes eléctricos y equipos domésticos, persianas, etc.). Estos pulsadores son solamente transmisores de órdenes, restringiéndose la conmutación de circuitos eléctricos a algunos de los módulos ubicados en el cuadro eléctrico. Por otra parte, cabe destacar que el sistema dota de una doble funcionalidad a los citados pulsadores, al permitir una actuación distinta en función del tiempo que el usuario los mantenga pulsados.

### Protocolo de comunicaciones

Se trata de un sistema por cableado dedicado, por lo que no sigue ningún protocolo de estandarización existente a nivel mundial.

### Tipología de viviendas

Dadas las necesidades de cableado, este sistema se destina a viviendas de nueva construcción, desaconsejando su aplicación en viviendas existentes (siempre que no requieran una rehabilitación importante).

### Descripción

Este sistema está formado por un módulo de control al que se conectan los módulos de entrada/salida (tantos como requiera la instalación). El sistema Simón VIS se basa en el concepto de canales de entrada (señales de control procedentes de sensores, detectores, pulsadores, etc.) y canales de salida (órdenes de control para actuadores). Los módulos de control y actuación que configuran el sistema Simón VIS se localizan en el cuadro eléctrico de la vivienda.

Estos módulos están interconectados entre sí mediante un bus de datos, de protocolo propietario, limitado, por tanto, al interior del cuadro eléctrico.

Los módulos de entrada y los de salida pueden colocarse tanto de forma centralizada, todos en un panel de distribución de grupo, como descentralizada repartidos en varias zonas o plantas.

Todos los módulos están diseñados para su colocación en carril DIN. Como el módulo de control está formado por 128 entradas y 128 salidas se pueden conectar un máximo de 8 módulos de entrada con hasta 16 entradas y 16 módulos de salida con hasta 8 salidas.

La programación del sistema se realiza desde un ordenador personal mediante un software desarrollado por la Empresa. Una vez programado el sistema, el ordenador personal puede ser desconectado, no siendo necesaria su utilización hasta una nueva programación del mismo.

### **Central de gestión**

El sistema utiliza una central de gestión llamada módulo de control que debe ser configurada por el instalador después de realizar la instalación física de todos los elementos que componen el sistema.

### **Topología**

Estrella, desde el módulo de control a los diferentes módulos de entrada/salida. También desde el cuadro eléctrico a los diferentes sensores, actuadores e interfaz de usuario.

### **Capacidad del sistema**

El sistema se puede ampliar según las necesidades futuras del usuario, tanto en número de módulos como de funciones que soporta.

### **Medios de transmisión**

Utiliza un cableado específico desde la central hasta los sensores y actuadores.

### **Interfaz de usuario**

Utiliza elementos como, por ejemplo, termostatos, el módulo temporizador y el teléfono, ya sea interior o exterior a la vivienda.

### **Implantación en el mercado**

Fue lanzado al mercado, como producto comercial y en catálogo, en octubre de 1995.

### **Instalación**

Su método de programación se basa en el principio de pregunta/respuesta. La longitud del cable entre el módulo de control y un módulo de entradas o salidas no debe ser superior a los 100 m. La instalación no resulta complicada, requiriendo tan sólo un cableado importante entre los elementos sensores o actuadores y la ubicación del cuadro eléctrico, donde se localizan los módulos de entradas o salidas a los que se conectarán dichos elementos.

## SSI

### Empresa

SGI Sistemas.

### Introducción general

El sistema domótico a estudio es una versión reducida y actualizada del sistema domótico Hestia desarrollado por la Empresa francesa Hestia France. En España, SGI Sistemas llevó a cabo las modificaciones necesarias para garantizar su correcto funcionamiento en el mercado residencial español; en particular para su perfecta compatibilidad con la red telefónica básica y la de energía eléctrica, llevando a cabo la fabricación del nuevo modelo.

Se trata de un sistema domótico destinado a viviendas individuales (de segmento medio-alto) que permite, a la vez, disponer de aplicaciones colectivas.

Este sistema admite varias posibilidades de comunicación que aportan flexibilidad en el momento de diseñar la instalación de la vivienda. Las principales prestaciones de este sistema son las siguientes:

- sistema integrado, que permite aumentar las prestaciones del sistema con la adición de tarjetas de control dentro de la propia central;
- permite la programación condicional (además de la programación temporal, una salida se puede condicionar al valor de ciertas entradas);
- zonificación de la climatización: calefacción y aire acondicionado (3 zonas);
- zonificación de la seguridad anti-intrusión (4 zonas);
- sistema individual fácilmente adaptable para aplicaciones colectivas;
- programación salvaguardada mediante EEPROM;
- incluye el control del régimen de carga de sistemas de calefacción por acumulación;
- moderado coste del sistema, dadas sus prestaciones; y la instalación no resulta complicada.

### Protocolo de comunicaciones

El control de las entradas se realiza mediante un cableado dedicado en estrella. No obstante, también admite comunicaciones por bus y corrientes portadoras para el control de las salidas.

### Tipología de viviendas

El sistema SSI está destinado a cualquier tipología de vivienda ya sea existente o de nueva construcción, gracias a la posibilidad de utilizar la propia red eléctrica como medio de transmisión. No obstante, se adapta mejor a viviendas de nueva construcción pues su óptima capacidad de funcionamiento se alcanza con el cableado en estrella.

### Descripción

La central de gestión del sistema domótico SSI está caracterizado, desde el punto de vista físico, por una serie de entradas para cableado dedicado, junto con la conexión a:

- un bus de potencia, destinado al control de contactores ubicados en el cuadro eléctrico de la vivienda;
- unas salidas que funcionan por corrientes portadoras; y

- una tarjeta telefónica, para aplicaciones de comunicación con el exterior.
- Utilizando una tarjeta opcional se puede crear una red de hasta 999 puntos para interconectar las centrales de todas las viviendas para obtener funciones de control colectivas como:
- Gestión energética colectiva: calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, racionalización.
  - Seguridad: supervisión de todos los sistemas de vigilancia y retransmisión de las alarmas a una central receptora.
  - Automatización: intercambio de órdenes entre centrales.
  - Portero electrónico: llamada e interfonía con los porteros electrónicos del edificio y el control de accesos.
  - Telemantenimiento y mensajería escrita.
  - Ampliación de funciones y zonas de seguridad y de calefacción/climatización, mediante la adición de un módulo técnico.
- La adaptación del sistema a las condiciones eléctricas y de la red telefónica española (RTC) se ha demostrado como algo fundamental para la adaptación de cualquier sistema electrónico francés al mercado español.

### **Central de gestión**

Este sistema si dispone de una central de gestión.

### **Topología**

Admite las siguientes topologías en función del medio de transmisión utilizado.

- Cableado dedicado en estrella, para la conexión de elementos de campo en la entrada de la central. El sistema permite la conexión de detectores de seguridad universales (es decir, ya comercializados en el mercado español).
- Corrientes portadoras: El control de algunos equipos puede realizarse a través de la propia red eléctrica de la vivienda.
- Bus de potencia: Algunos equipos y sistemas son conectados por zonas o aplicaciones a circuitos separados del cuadro de distribución de energía eléctrica, de manera que la gestión sobre los mismos se realiza controlando su alimentación. Para ello, este sistema dispone del bus denominado "bus de potencia" cuya misión es enlazar la central con el cuadro eléctrico, transmitiendo señales de control a módulos de salidas perfectamente encastrables en cualquier carril DIN.

### **Capacidad del sistema**

El sistema no es modular en si mismo. A pesar de ello, se estima que las posibilidades de control del sistema son suficientes para el entorno doméstico. La central puede asociar varias salidas a una o varias entradas. Por tanto, una misma salida puede estar afectada por varios programas. Esta posibilidad aumenta las prestaciones de flexibilidad del sistema domótico y es un aspecto diferenciador del resto de sistemas domóticos comercializados.

### **Medios de transmisión**

Los elementos que son conectados directamente a la central a través de un cableado dedicado no presentan restricciones importantes en cuanto al tipo de cable o a su distancia máxima.

Por contra, el bus de potencia tiene su distancia máxima limitada a 200 metros. Este bus está constituido por tres conductores (alimentación, común y datos).

Para la aplicación de alerta médica puede utilizarse un módulo receptor de radiofrecuencia. En caso contrario, la central dispone de un pulsador específico para activar esta alarma.

El sistema también utiliza las corrientes portadoras.

### **Interfaz de usuario**

La central domótica es el único elemento de interacción con el usuario. La central dispone de los siguientes elementos:

- Display, de LCD de dos líneas de 16 caracteres, que permiten visualizar todo tipo de información (programación, temperatura, mensajes de alarma, etc.).
- Teclado de programación, constituido por un teclado numérico (teclas 0 a 9), con 4 teclas adicionales de control.
- Teclado de funciones específicas, constituido por 6 teclas.

### **Implantación en el mercado**

SGI Sistemas dispone de una gran experiencia en la comercialización de esta central dada su implantación en el mercado en 1992.

### **Instalación**

Se trata de un sistema bastante sencillo de instalar, sobretodo en comparación con la primera versión del sistema Hestia, comercializado en Francia. La existencia de un bus para control de circuitos eléctricos del cuadro eléctrico y una estructura en estrella para los detectores simplifica la instalación del sistema.

## Starbox

### Empresa

Delta Dore Electrónica S.A.

### Introducción general

Starbox CPL1 es un sistema diseñado para la gestión de equipamiento eléctrico, que se caracteriza por utilizar la propia red eléctrica de la vivienda como medio de transmisión (corrientes portadoras).

La principal innovación de este sistema es también el uso de una tarjeta como elemento de salvaguarda de la programación, es decir, como elemento de backup. En caso de desprogramación del equipo, el sistema puede ser programado de nuevo mediante el uso de esta tarjeta desde el propio interfaz de usuario, sin requerir la presencia de un instalador.

### Protocolo de comunicaciones

Utiliza un Protocolo de comunicaciones propietario para la comunicación a través de la red eléctrica (corrientes portadoras), denominado X2D.

### Tipología de viviendas

Por su concepción, se destina principalmente a viviendas existentes.

### Descripción

Según se ha introducido previamente, el sistema domótico Starbox está caracterizado por la presencia de los tres equipos siguientes:

- Central de Gestión: Se trata de la unidad básica de gestión del sistema que constituye, además, el interfaz de usuario (denominado comercialmente como unidad de ambiente).

Se compone de un módulo de programación mural provisto de un zócalo desenchufable y de un transmisor de Corrientes portadoras (caja enchufable).

- Transmisor de corrientes portadoras: Es el módulo que inyecta las señales de control a la red eléctrica de la vivienda, procedentes de la central de gestión, a la cual permanece en conexión por cableado dedicado.

- Receptores de corrientes portadoras: Son los elementos básicos para la actuación sobre los equipos domésticos o de calefacción a gestionar. Existen cuatro tipos distintos de elementos receptores con finalidades diferentes

### Central de gestión

Sí utiliza una central de gestión.

### Topología

La propia de la red eléctrica de la vivienda, al utilizarla como medio de transmisión.

### Capacidad del sistema

El sistema no permite su ampliabilidad una vez se han ocupado todas las salidas del sistema. Se trata de un sistema de baja capacidad, aunque se estima como suficiente para implementaciones domésticas sencillas.

### Medios de transmisión

Este sistema transmite la información a través de corriente portadoras, aunque la central de gestión (que actúa de interfaz de usuario) está conectado a la red eléctrica de la vivienda con el correspondiente módulo transmisor mediante un cable de 2 pares.

### **Interfaz de usuario**

Interfaz de Usuario, denominado comercialmente como Unidad de Ambiente (es la misma central de gestión). Se trata de un interfaz, compuesto por:

- Pantalla de cristal líquido (LCD) para la visualización de datos y programación.
- Teclado de 8 teclas para las funciones más habituales.
- Teclado de 16 teclas, tapado por una puerta corredera, para las aplicaciones de programación y consulta.

### **Implantación en el mercado**

Delta Dore Electrónica, S.A. inició la comercialización de productos domóticos en 1988 con la serie de sistemas Performer (600, 800 y 2.000). En el certamen Matelec'94 celebrado en 1994 en Madrid, Delta Dore Electrónica, S.A. presentó los nuevos productos Starbox, si bien la versión a estudio, Starbox CPL1, empezó a ser comercializada en Enero 1996.

### **Instalación**

No existen limitaciones importantes para la instalación de este sistema, debido al hecho de que el sistema no incluye prestaciones de seguridad. Por otra parte, la propia naturaleza del sistema lo configura como fácil de instalar, limitándose su máxima dificultad a la parametrización de los módulos receptores, es decir, a su codificación (dirección lógica).

La parametrización de dichos módulos receptores no se realiza mediante ruedas de codificación, como suele ser habitual en este tipo de productos, sino desde la unidad de ambiente mediante un proceso de autocodificación de los elementos conectados a la red. En este proceso, de sencilla implementación, es posible asignar la misma dirección lógica a varios receptores, lo cual resulta imprescindible para configurar zonas de calefacción basadas, por ejemplo, en la disponibilidad de varios convectores eléctricos.

## VANTAGE

### Empresa

Vantage, comercializado en España por Domoval Electronic, S.L.

### Introducción general

Se trata de un sistema con una inteligencia centralizada en una o varias unidades, expandible para satisfacer cualquiera de las aplicaciones habituales. Según las necesidades de la instalación que se desee, puede haber una o varias unidades centrales. Cada una de ellas controla diferentes módulos de salida y/o unidades esclavas (que a su vez controlan los módulos de salida de su zona).

La comunicación entre unidades (tanto centrales como esclavas) y entre las unidades y los módulos de salida, se realiza mediante protocolo propietario a través de un bus de 2 cables.

### Protocolo de comunicaciones

Utiliza un protocolo propietario.

### Tipología de viviendas

Al ser necesario un cableado específico este sistema resulta más adecuado para viviendas de nueva construcción.

### Descripción

Como se ha introducido, VANTAGE es un sistema con inteligencia centralizada en una o varias unidades de control, las cuales, siguiendo un perfil de programación, distribuyen órdenes a diferentes módulos de salida y/o a unidades esclavas (que a su vez controlarán a sus propios módulos de salida) que a ellas estén conectadas. Las diferentes estaciones y unidades se comunican entre ellas a través de un bus de dos cables.

Como mínimo, el sistema estará compuesto por una unidad principal y un módulo de salida controlado por una estación de teclado.

Como máximo, el sistema es ampliable a 30 unidades principales, con un máximo de 3 unidades esclavas y 50 estaciones de teclado cada una de ellas. Teniendo en cuenta que cada unidad principal o esclava puede controlar un máximo de 4 módulos de salida, y que cada módulo de salida puede controlar un máximo de 8 cargas, el sistema con capacidad máxima estará compuesto por:

- 30 Unidades Principales.
- 90 Unidades Esclavas.
- 480 Módulos dimmer o relés.
- 3840 cargas a controlar.
- 1500 estaciones de teclado.
- 15000 botones de control.

Los diferentes tipos de elementos que componen el sistema son los siguientes:

- Controladores principales: Actúan como central del sistema y sobre ellos se descarga el programa de control. Éste se distribuirá a sus controladores esclavos y a los demás controladores principales (si es que se ha instalado más de uno). Además, también controlan los módulos de salida que a él estén

conectados. De ellos parte el bus de comunicación de las estaciones de teclado.

- Controladores esclavos: Reciben las órdenes desde el controlador principal y controlan los módulos de salida que integran su unidad.
- Módulos de salida: Son los que actúan sobre los equipos de la vivienda (iluminación, motores, etc.) según las órdenes de los controladores (centrales o esclavos)
- Estación receptora de sensores: Es la interfaz entre el sistema y los diferentes sensores disponibles en la instalación.
- Estaciones de teclado: Constituyen el interfaz de usuario. Pueden funcionar mediante un teclado de 2, 6 u 8 botones (la función de cada uno de ellos es configurable) o mediante un mando a distancia por infrarrojos, en cuyo caso será necesaria la instalación de un receptor para cada zona a controlar de esta manera (también la función de cada uno de los botones del mando puede configurarse).
- Unidades de soporte: Es el soporte donde se colocan los controladores y los módulos (1, 2 o 4).

Todos los controladores del sistema sigue la filosofía "Plug and Play", de forma que tras la conexión de un nuevo elemento a la red se realiza un proceso de autorreconocimiento sin necesidad de realizar configuración alguna.

Una vez instalado el sistema, este debe ser programado y configurado. La programación inicial se realiza a través de un software (Qlink) que sigue un método de programación visual en entorno Windows.

### **Central de gestión**

El sistema está basado en una inteligencia centralizada constituida por una o varias unidades de control.

### **Topología**

El sistema responde a una topología de bus, entre las unidades centrales y esclavas, y de estrella, entre los módulos de salida y entrada y los diferentes sensores y actuadores.

### **Capacidad del sistema**

El sistema Vantage tiene cabida para 3.840 cargas (luces, electrodomésticos, motores, etc.), que pueden ser activadas desde 15.000 puntos de control distintos (distribuidos en 1500 estaciones de control).

Pueden establecerse un máximo de 7.500 eventos automáticos temporizados para realizar secuencias de acciones sobre cualquier tipo de cargas y termostatos.

### **Medios de transmisión**

Utiliza diversos medios: los controladores y los módulos se comunican entre ellos mediante un bus de 2 hilos, mientras que el usuario puede realizar un control del sistema mediante infrarrojos y los sensores están conectados mediante un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

Se utilizan estaciones de teclado y/o mandos a distancia (programables ambos botón a botón, e incluso condicionando su función a otro botón actuado con anterioridad), y, opcionalmente, un teléfono exterior a la vivienda.

## Vivimat

### Empresa

Dinitel.

### Introducción general

El equipo consta de una serie de sensores, distribuidos por la vivienda, que recogen las incidencias del entorno y las envían a la central, la cuál se encarga de activar las tareas definidas por el usuario como respuesta a estas incidencias. El sistema se puede ampliar añadiendo un máximo de 10 nodos de expansión. Todos estos elementos se conectan a un bus.

### Protocolo de comunicaciones

Utilizan un protocolo propietario.

### Tipología de viviendas

Al ser necesario un cableado, este sistema está orientado a viviendas de nueva construcción.

### Descripción

Vivimat está formado por una central que actúa a la vez de interfaz de usuario a la que se conectan los sensores y actuadores del sistema. Dicho sistema se puede ampliar conectando al bus un máximo de 10 nodos de expansión.

La central domótica del sistema, está formada por:

- 8 entradas analógicas.
- 4 entradas digitales.
- 16 salidas digitales.
- 1 entrada para detección de humos.
- Bus domótico para la conexión de nodos.

El teclado dispone 5 teclas de acceso rápido a las funciones principales del sistema: Climatización, Comunicaciones, Dispositivos, Alarmas y Configuración. Además dispone de 3 teclas para la grabación y reproducción de mensajes, una tecla de información y ayuda, una tecla de armado de alarmas y 6 teclas genéricas de control.

Vivimat puede controlar hasta 4 zonas (8 opcionalmente). Cada zona tendrá definidas funcionalidades de seguridad, confort y climatización independientes de las otras. En cada zona podemos tener:

- Sensores de presencia: 4 sensores.
- Sensores de apertura de ventanas: 2 circuitos.
- Sensores de rotura de cristal: 1 circuitos.
- Sensores de apertura de puerta: 1 sensores.
- Sensores de gas: 2 sensores.
- Sensores de incendio: 2 circuitos.
- Sensores de inundación: 2 circuitos.
- Sensores de temperatura: 2 sensores.

El sistema permite gestionar los siguientes sistemas de calefacción:

- Calefacción central (gas o gasóleo).
- Calefacción eléctrica (radiadores o acumuladores).
- Climatizadores o bombas de calor.

Es posible controlar la temperatura de 4 zonas climáticas, pudiendo trabajar de 3 modos diferentes:

- Zona climática desconectada: equivale a tener la calefacción apagada.
- Zona climática en modo manual: equivale al ajuste de la temperatura por medio de un termostato convencional.
- Zona climática en modo programa o automático: el usuario prefija los valores de temperatura y funcionamiento del sistema de calefacción según un horario igualmente prefijable. En esta opción la temperatura solo puede seleccionarse como temperatura económica y de confort.

Se puede fijar que el sistema tenga unos límites: temperatura mínima (antihelada) y temperatura máxima.

El sistema permite el control remoto a través del teléfono pudiendo controlar de este modo la calefacción, activar/desactivar el sistema de alarmas, encender o apagar dispositivos, etc. También efectúa llamadas a abonados de teléfono en caso de activarse alguna alarma, permite la programación de hasta 4 números de abonados.

Vivimat permite controlar hasta 4 dispositivos o electrodomésticos. Este control se limita únicamente a conectar o desconectar dicho dispositivo de dos formas diferentes:

- Conexión/Desconexión inmediata: El usuario conecta o desconecta el dispositivo seleccionado por medio de una orden directa de conexión o desconexión. Esta orden se introduce directamente desde el teclado de la central o remotamente vía teléfono.
- Conexión/Desconexión temporizada o programada: El usuario prefija la hora de encendido y apagado del dispositivo. Solamente es posible una conexión y desconexión a lo largo de 24 horas.

Con Vivimat es posible disponer de un control de iluminación por zona. Existen dos posibilidades de control:

- Conexión de iluminación al detectar presencia: El sistema de iluminación se activa siempre que se detecta presencia en la zona. La desconexión se realiza de forma automática 30 segundos después de no detectar presencia en la zona.
- Conexión de iluminación en modo temporizado o programado: El usuario prefija el intervalo de tiempo, (hora de conexión y desconexión). Durante este intervalo y siempre que se detecte presencia, Vivimat conectará la iluminación. La desconexión se realiza de forma automática 30 segundos después de no detectar presencia en la zona.

Vivimat permite subir o bajar todas las persianas de una vivienda de forma automática en intervalos de tiempo programados. Existen dos posibilidades de control:

- Subir/Bajar de forma inmediata: El usuario sube o baja todas las persianas de la vivienda desde la central Vivimat.
- Subir/Bajar persianas en modo programado o temporizado: El usuario prefija una hora de subida y una hora de bajada de persianas (diario).

Vivimat proporciona la posibilidad de efectuar riegos a una determinada hora del día. Existen dos posibilidades de control:

- Riego inmediato: El usuario activa/desactiva el sistema de riego por medio de una orden directa introducida desde el teclado de la central o remotamente vía teléfono.
- Riego a una hora determinada: El usuario prefija la hora de comienzo y fin del riego. Solamente es posible un riego diario.

Existe una opción que permite la activación de un timbre cada vez que se accede a la vivienda por distintas puertas de entrada. Esta opción es interesante para viviendas unifamiliares con varias puertas de acceso a la vivienda (entrada principal, garaje, cocina, porche, etc.).

Vivimat clasifica las posibles alarmas en dos grupos:

- Alarmas técnicas: El sistema es capaz de detectar y avisar cuando se produce un fuga de gas, incendio o fuga de agua. En caso de fuga, Vivimat corta el suministro de hasta que se halla solucionado el problema.
- Alarmas personales:
  - Alarma de intrusión: El sistema detecta intrusiones utilizando sensores de presencia por infrarrojos y sensores de apertura de puertas y ventanas.
  - Simulación de presencia: Puede actuar sobre las luces, persianas, radio, TV.
  - Alarma médica: Por medio de un mando a distancia o un pulsador fijo se transmite una señal de alarma indicando que alguien necesita ayuda médica.
  - Ausencia de signos vitales: Como complemento a la alarma médica, el sistema es capaz de detectar la ausencia de actividad en una vivienda o en una zona. El sistema determina que si en un intervalo de tiempo no hay activación de ningún sensor de presencia, hay una alarma por ausencia de signos vitales.
  - Alarma de pánico: El sistema proporciona al usuario la posibilidad de activar directamente el sistema de alarma por medio de pulsares fijos o móviles.

El menú de configuración de Vivimat permite ajustar y personalizar

### **Central de gestión**

Si es necesaria una central que se encargue de recibir lo que recogen los sensores y en función de ello activar las tareas definidas por el usuario.

### **Topología**

La central y los nodos de extensión se conectan en forma de bus, pero todos los sensores y actuadores conectados a la central o a los nodos se conectan en forma de estrella.

### **Capacidad del sistema**

La capacidad del sistema es media, a pesar de que está limitada por el número de entradas y salidas y los nodos de expansión, se estima adecuada para una vivienda.

### **Medios de transmisión**

Se utiliza un bus de comunicaciones entre la central domótica y los nodos. Los sensores y actuadores se unen a la central o a los nodos mediante un cableado dedicado.

### **Interfaz de usuario**

La propia central del sistema que posee un visualizador LCD y un teclado, también se puede controlar remotamente a través del teléfono

### **Instalación**

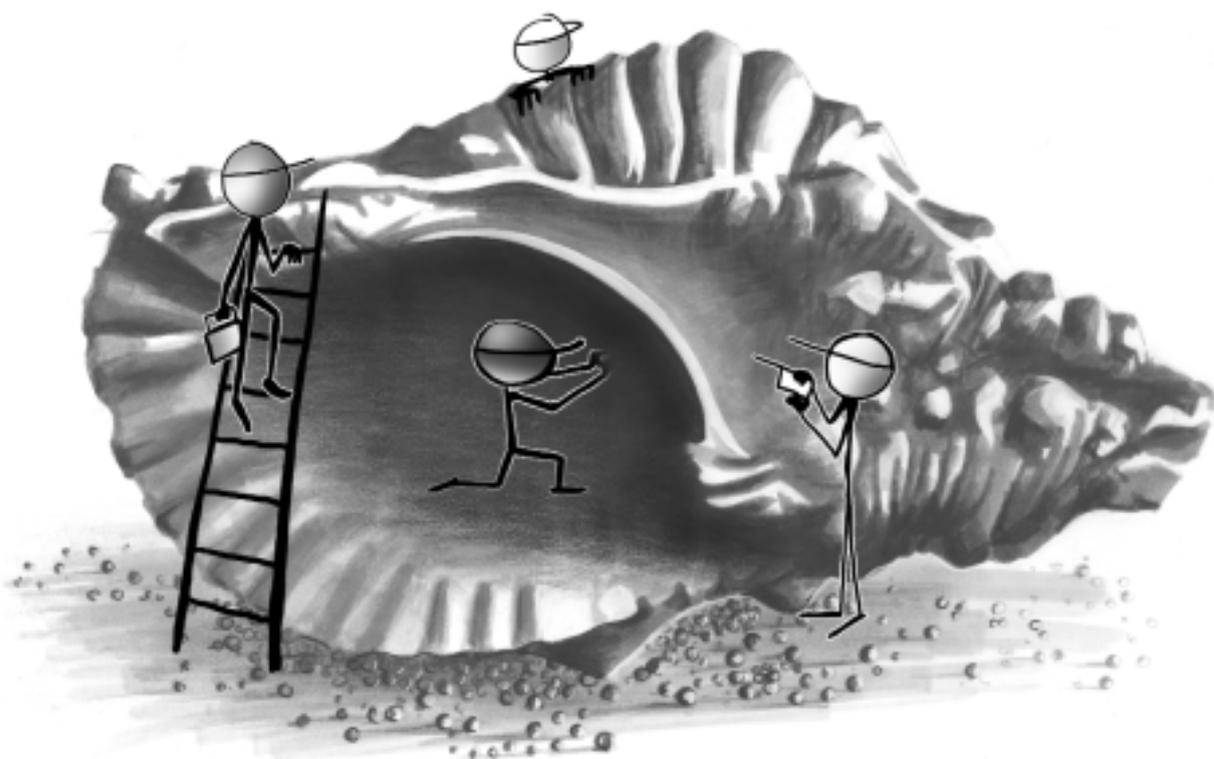
A pesar de ser necesario un cableado, la instalación no resulta complicada.

---

## ***ANEXO III. Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas***

Este anexo es el trabajo realizado por La Fundación Privada Institut Ildelfons Cerdà dentro del proyecto Mercadom, financiado parcialmente por el entonces Ministerio de Industria y Energía, con la colaboración de Schneider Electric España y Siemens.

# Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



INSTITUT  
CERDA  
Fundación Privada





## ¿Recomendaciones de instalación?

La **Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà** (Institut Cerdà) ha venido desarrollando durante muchos años diversos proyectos en el campo de la **Domótica**, encaminados a promover este mercado en España. Uno de sus últimos trabajos fue el proyecto **Mercadom**, financiado parcialmente por el entonces **Ministerio de Industria y Energía**, con la colaboración de **Schneider Electric España** y **Siemens**. Sus objetivos eran la descripción de la realidad actual de este mercado, tanto desde la vertiente de la oferta como de la demanda, caracterizar las instalaciones domóticas y, así mismo, definir y realizar diversas acciones de promoción al sector. Uno de los resultados prácticos del proyecto fue la publicación de la guía en Domótica "**La vivienda domótica: ahorro, confort, seguridad y comunicaciones**", dirigida a promotores y constructores.

Fruto de los resultados del proyecto **Mercadom**, el **Institut Cerdà** se planteó la necesidad de continuar con los trabajos de promoción para el sector. Así mismo, también se planteó la viabilidad de promocionar este tipo de tecnología a otros sectores distintos al de la vivienda, como es el caso del sector comercio y pequeño terciario. Este planteamiento obedecía a dos factores claves:

1. la necesidad de potenciar la gestión eficiente de la energía consumida en el sector comercio y pequeño terciario, lo que debería suponer un ahorro económico y, asociadamente, un impacto medioambiental; y
2. la mejora de la comodidad y la seguridad de los trabajadores de estos comercios.

Es por estos factores que **Institut Cerdà** ha diseñado y está desarrollando un nuevo proyecto en materia de **Domótica y sostenibilidad** dirigido, por una parte, a continuar con la promoción de esta tecnología y, por otra, a promover la aplicación de soluciones energéticas y medio ambientales al sector del comercio. Este proyecto, denominado **Comerdom**, está financiado parcialmente por el **Ministerio de Ciencia y Tecnología**.

Una de las acciones concretas de este nuevo proyecto es la publicación de esta guía de recomendaciones prácticas para la instalación de cualquier sistema domótico. Esta guía obedece a la voluntad expresada repetidamente por distintas entidades que operan en el sector de la Domótica en la necesidad de disponer de una herramienta que ayude a los profesionales a conocer aspectos básicos de la instalación de sensores, actuadores, etc. En ningún caso, esta guía pretende ser un resumen o substitutivo de normativas que afectan a los sistemas domóticos.





# Índice de la guía

Página

<b>Capítulo 1. Contenido</b> .....	7
<b>Capítulo 2. La instalación domótica y su entorno</b> .....	9
2.1 Objetivos.....	9
2.2 Preinstalación de un sistema domótico .....	9
2.2.1 Cuadro eléctrico.....	9
2.2.2 Circuitos eléctricos.....	10
2.2.3 Tubulado .....	10
2.2.4 Cableado.....	10
2.3 Recomendaciones para instalaciones tradicionales .....	11
2.3.1 Instalación eléctrica.....	11
2.3.2 Calefacción a gas .....	11
2.3.3 Línea telefónica .....	12
2.4 Puesta en marcha de la instalación .....	12
<b>Capítulo 3. Instalación de elementos de un sistema domótico</b> .....	13
3.1 Objetivos .....	13
3.2 La central de gestión .....	13
3.3 Los sensores.....	13
3.3.1 El termostato .....	13
3.3.2 Sondas de temperatura .....	14
3.3.3 Detector de gas .....	15
3.3.4 Detector de incendio .....	17
3.3.5 Sonda de humedad/agua .....	18
3.3.6 Receptor de radiofrecuencia.....	18
3.3.7 Receptor de infrarrojos.....	18
3.3.8 Detectores de intrusión.....	18
3.4 Los actuadores .....	20
3.4.1 Electroválvulas de corte de suministro (gas y agua) .....	21
3.4.2 Filtros para suministros .....	21
3.4.3 Relés de maniobra .....	21
3.5 El interfaz de usuario.....	22
3.6 El transmisor/receptor telefónico .....	22
<b>Capítulo 4. Mantenimiento de un sistema domótico</b> .....	23
4.1 Objetivos .....	23
4.2 Los sensores.....	23
4.2.1 Detectores de gas .....	23
4.2.2 Detectores de incendio .....	23
4.2.3 Sondas de humedad.....	24
4.3 Los actuadores .....	24
4.3.1 Electroválvulas de corte de suministro .....	24
4.3.2 Filtro para suministro de agua.....	24
4.3.3 Válvulas para calefacción .....	25
<b>Glosario de términos</b> .....	26





## Capítulo 1. Contenido

### **OBJETIVO**

Esta guía, que se divide en tres partes, tiene como objetivo presentar un conjunto de recomendaciones para facilitar la implantación y mantenimiento eficaces de un sistema domótico, más concretamente para:

- ✓ Preparar una vivienda, en el momento de su construcción, para poder añadirle más adelante un sistema domótico (Preinstalación), o bien instalarlo en una instalación ya existente.
- ✓ Instalar correctamente los dispositivos propios de un sistema domótico, como son los sensores y los actuadores, y finalmente,
- ✓ Conocer las necesidades de mantenimiento de estos elementos.

### **ALCANCE**

Esta guía no contiene instrucciones detalladas del montaje y el mantenimiento de cada uno de los dispositivos, ya que los fabricantes ya las proporcionan, y por ello se limita a dar algunas recomendaciones para los más comunes.

Estas recomendaciones se refieren a como se deben instalar cada uno de los dispositivos respecto a la vivienda y al resto de los elementos del sistema domótico para asegurar su eficacia, su fiabilidad y su buen funcionamiento.

Por extensión, estas recomendaciones pretenden dar una idea general de los factores que hay que tener en cuenta a la hora de instalar cualquier dispositivo en una instalación domótica.

Para facilitar la comprensión del texto, se han incluido al final de la guía las definiciones de algunos términos técnicos propios de un sistema domótico.





## Capítulo 2. La instalación domótica y su entorno

### 2.1 OBJETIVO

El objetivo básico de este capítulo es doble:

- ✓ en primer lugar, introducir una serie de recomendaciones genéricas asociadas a la preparación de una vivienda para su domotización ahora o dentro de un tiempo (por ejemplo, como deben pasar los cables en la vivienda), así como
- ✓ indicar la existencia de ciertos condicionantes ligados al uso de instalaciones y equipos domésticos tradicionales (por ejemplo, la influencia entre la zonificación de la calefacción y el funcionamiento de una caldera para el servicio de calefacción).

Como se podrá observar seguidamente, ambos aspectos son de especial importancia para realizar correctamente una instalación domótica.

### 2.2 PREINSTALACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO

#### 2.2.1 CUADRO ELÉCTRICO

En los sistemas basados en tecnología por corrientes portadoras puede ser preciso prever la colocación de un filtro en el cuadro eléctrico.

Este elemento se suele instalar después del ICPM (Interruptor de Control de Potencia y Magnetotérmico) y antes de cualquier bifurcación de las líneas eléctricas, de manera que toda la instalación eléctrica de la vivienda quede después del filtro. (Ver figura 2.2.1.a).

Sin embargo, existen otros sistemas domóticos que, utilizando esta misma tecnología, no requieren un filtro de dichas características en el cuadro eléctrico de la vivienda. Ello se basa en la propia naturaleza y calidad del protocolo de comunicaciones utilizado.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Prever en el cuadro eléctrico el espacio suficiente para la colocación de protección adicional y contactores (relés de maniobra).

**Descripción:** Dado que en la actualidad prácticamente no existen equipos domésticos compatibles con un protocolo de comunicaciones determinado (por ejemplo, una lavadora, un convector eléctrico para calefacción, una lámpara, etc.), la gestión sobre éstos suele basarse en el control de su alimentación eléctrica, a través de relés de maniobra (denominados contactores, para potencias significativas). (Ver figura 2.2.1.b).

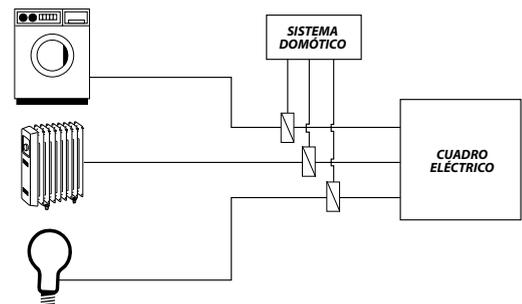
Figura 2.2.1.a: Ubicación del filtro



**Descripción:** Para garantizar el buen funcionamiento de algunos de los sistemas domóticos disponibles en el mercado, basados en tecnología de corrientes portadoras, es necesario prever la colocación de un filtro de red en el cuadro eléctrico de la vivienda (con un tamaño habitual de 2 unidades), destinado a:

- ✓ impedir que señales generadas en el interior de la vivienda puedan salir al exterior y afectar a instalaciones vecinas, y
- ✓ evitar que ruidos procedentes de la red eléctrica exterior puedan afectar al correcto funcionamiento del sistema.

Figura 2.2.1.b: Control, mediante relés, de la alimentación eléctrica





Por tanto, las dimensiones del cuadro eléctrico deberán estudiarse para asegurar la colocación de los citados relés, uno por cada equipo doméstico a controlar.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 2.2.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Prever la existencia de un mayor número de circuitos eléctricos en la vivienda.

**Descripción:** Según se ha descrito anteriormente, la gestión de equipos domésticos suele basarse en el control de su alimentación eléctrica. Por tanto, el diseño de la instalación eléctrica deberá considerar este aspecto, tanto en lo que se refiere a la protección eléctrica como a la distribución de cable en la vivienda. Es decir, deberá preverse que exista un circuito independiente para cada uno de los equipos y sistemas a controlar. Generalmente, se suelen considerar los siguientes circuitos (en función del tipo de energía utilizada):

- ✓ Calefacción.
- ✓ Acumulador o termo de agua caliente sanitaria.
- ✓ Lavadora o conjunto lavadora / secadora.
- ✓ Circuito de iluminación, adicional al habitual.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 2.2.3 TUBULADO

Considerar la existencia de un tubulado específico para las señales de control.

**Descripción:** Se recomienda la instalación de tubos adicionales para el paso de señales de control doméstico (ya sea a través de cable de pares específico o un bus doméstico de comunicaciones), separándolas de la tensión de alimentación 220 V AC.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

En el caso de dejar preparada la vivienda para una domotización posterior, será preciso dotarla de un tubulado mínimo.

**Descripción:** Los requisitos de cableado (y del tubulado que lo acompaña) varían fuertemente con las características propias del sistema doméstico (por ejemplo, si se necesita un cableado dedicado entre la central y los

elementos sensores y actuadores o un solo bus de comunicaciones, si existe o no una central de gestión, si el número y tipo de aplicaciones a implantar en la vivienda es reducido o elevado, etc.). Es muy difícil, por tanto, definir un sistema de tubulado en la vivienda que garantice a posteriori la perfecta adaptación de cualquier sistema domótico. De hecho, lo realmente importante es asegurar que en el momento de llevar a cabo la domotización de la vivienda se necesita el mínimo de obras adicionales (rozas, etc.).

Así pues, estos y otros muchos aspectos dificultan la realización de una recomendación genérica de tubulado para la vivienda. Sin embargo, existen unos requisitos, más o menos generales, susceptibles de ser considerados en cualquier vivienda y para todo tipo de sistema domótico. Algunos de estos requisitos se describen a continuación a modo de ejemplo:

- ✓ Conexión entre la central de gestión y el cuadro eléctrico, al requerir la colocación de relés de maniobra, gestionados por dicha central.
- ✓ Alimentación eléctrica a 220 V AC de diversos elementos sensores y actuadores (un sensor de gas, una electroválvula de corte de suministro de agua y gas, etc.). Este tubulado se extenderá entre el cuadro eléctrico y la ubicación física del sensor o actuador.
- ✓ Señales de control (alarma) de los sensores de seguridad: detectores volumétricos y contactos magnéticos, sensores de humo e incendio, sondas de agua y detector de gas. Deberá preverse el paso entre la central y la localización física de éstos.
- ✓ Conexión entre la central de gestión y la localización de termostatos de ambiente o sondas de temperatura.
- ✓ Conexión del sistema domótico a la red telefónica. Para ello, deberá incluirse un paso entre la entrada de la línea telefónica en la vivienda hasta la ubicación de la central del sistema domótico o, en su caso, al transmisor/receptor telefónico.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 2.2.4 CABLEADO

Los cables de control domótico y/o seguridad (señales de alarma) deben ser instalados de tal manera que no sean interferidos por el cableado de la red eléctrica de la vivienda.



**Descripción:** Para evitar interferencias que puedan dar lugar a actuaciones imprevisibles o, en el caso más desfavorable, a falsas alarmas o no detección de una alarma real, es recomendable separar el cableado eléctrico convencional de la vivienda del correspondiente al sistema domótico, ya sea a través de un aislamiento adecuado o a través de un tubulado independiente. En el caso de que ambos tipos de conductores deban cruzarse, se recomienda que no lo hagan en ángulo recto.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector

## 2.3 RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES TRADICIONALES

### 2.3.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Algunas de las recomendaciones que pueden apuntarse aquí sobre instalación eléctrica se incluyeron en el punto anterior, razón por la cual no serán incluidas en este capítulo (por ejemplo, las repercusiones de un control individual de equipos domésticos sobre los circuitos eléctricos de la vivienda, las dimensiones del cuadro eléctrico para incluir protección y relés de maniobra, etc.).

Otras recomendaciones se indican seguidamente.

En instalaciones trifásicas, será preciso la inclusión de un acoplador de fase cuando el sistema domótico utilice la tecnología de corrientes portadoras.

**Descripción:** La transmisión de señales de control a través de la red eléctrica debe tener en cuenta la disponibilidad de distintas fases para asegurar que todos los elementos que componen el sistema domótico permanecen en comunicación. Cuando ello sea necesario, deberá instalarse un acoplador de fase, permitiendo que elementos conectados a distintas fases puedan comunicarse sin problemas.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Se recomienda aprovechar al máximo los habituales mecanismos de mando eléctrico para integrar elementos sensores.

**Descripción:** En la actualidad, distintos fabricantes de material eléctrico (en concreto, de mecanismos de

mando eléctrico) empiezan a ofrecer al mercado series de productos que permiten la integración muchos elementos sensores (por ejemplo, sondas de temperatura, detectores de movimiento, termostatos, detectores de gas, pulsadores, etc.). La utilización de estos dispositivos permite integrar elementos domóticos en instalaciones habituales, respetando la estética de la vivienda.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Se recomienda instalar en el cuadro eléctrico un protector de sobretensiones.

**Descripción:** Las sobretensiones transitorias accidentales en la red eléctrica pueden dañar los equipos eléctricos y electrónicos que tiene conectados. Disponer de elementos de protección de instalaciones puede ser un elemento de especial importancia en entornos perturbados.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 2.3.2 CALEFACCIÓN A GAS

Cuando en una instalación de calefacción mediante conducciones de agua caliente se crean distintas zonas de aplicación, será preciso atender al funcionamiento correcto de la caldera.

**Descripción:** En instalaciones de calefacción en las que se utilicen calderas con combustible gas (gas natural, butano o propano), gas-oil, etc. será preciso atender al correcto funcionamiento de la caldera cuando la zonificación de ésta se realice mediante la instalación de válvulas. En este sentido, es recomendable instalar:

- ✓ válvulas que no sean de corte inmediato, evitando posibles golpes de ariete;
- ✓ válvulas de tres vías, posibilitando circuitos de retorno y asegurando la presión del circuito de calefacción; y
- ✓ un mecanismo de control que permita detener la bomba circuladora de la caldera antes de que todas las válvulas de corte existentes estén cerradas al mismo momento.

NOTA: La bomba circuladora se controla a través de la habitual entrada de termostato de la caldera.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.



Estudiar convenientemente la definición de zonas de calefacción para asegurar un comportamiento adecuado de la instalación.

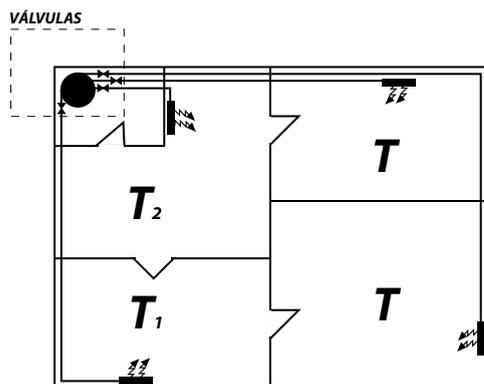
**Descripción:** En la definición de la zonificación del efecto de la calefacción es necesario atender a las características de la vivienda, con la finalidad de asegurar que todas las estancias de una misma zona tengan un comportamiento parecido o idéntico. En este sentido, es imprescindible considerar el efecto de la radiación solar incidente sobre determinadas estancias, el uso de las mismas, etc. En caso contrario, la zonificación puede crear un defecto de confort para el usuario, muy distante del objetivo básico deseado con esta posibilidad.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Realizar la instalación de las válvulas en un mismo lugar y lo más cerca posible de la caldera.

**Descripción:** En instalaciones de calefacción con zonificación, se recomienda instalar las distintas válvulas de zona en un mismo lugar y cerca de la caldera, facilitando la labor de acceso para reparación y mantenimiento, así como reducir las posibles necesidades de cableado de control (domótico).

Figura 2.3.2: Instalación de válvulas en calefacción por zonas



**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 2.3.3 LÍNEA TELEFÓNICA

Se recomienda instalar en el cuadro eléctrico un protector de sobretensiones.

**Descripción:** La presencia accidental de sobretensiones transitorias de origen atmosférico puede dañar a equipos con conexión a la red eléctrica, entre ellos, el transmisor/receptor telefónico. Disponer de elementos de protección para la red telefónica suele ser un elemento de especial importancia en distintos entornos, como por ejemplo, los rurales.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

## 2.4 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada la instalación del sistema domótico debe realizarse su puesta en marcha.

**Descripción:** Para garantizar la correcta instalación del sistema domótico y su buen funcionamiento es necesario realizar la puesta en marcha del sistema con los debidos ensayos y verificaciones.

Es importante confirmar la correcta instalación del cableado cuando los fallos en la instalación puedan dañar los equipos que tiene conectados. La verificación de la instalación debe incluir:

- ✓ La comprobación física de que la instalación coincide con el plano y las especificaciones aprobadas;
- ✓ La comprobación de la continuidad, de cortocircuitos a otras redes o a tierra; y
- ✓ La resistencia de aislamiento.

Aparte de estos ensayos, debe ser verificado el funcionamiento correcto del sistema domótico y más concretamente:

- ✓ el funcionamiento correcto de las señales de entrada;
- ✓ el funcionamiento correcto de los sensores analógicos y digitales;
- ✓ el funcionamiento correcto de las señales de salida;
- ✓ el funcionamiento correcto de los actuadores; y
- ✓ debe verificarse también la interacción entre los distintos módulos que configuran el sistema domótico.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.



## Capítulo 3. Instalación de elementos de un sistema domótico

### 3.1 OBJETIVOS

El objetivo de este tercer capítulo es introducir las principales recomendaciones relacionadas con la instalación de los distintos elementos que conforman un sistema domótico, los cuales pueden ser clasificados según se describe seguidamente:

- ✓ la central de gestión (no siempre existe en un sistema domótico);
- ✓ los elementos sensores o de detección;
- ✓ los elementos actuadores o de actuación;
- ✓ el interfaz de usuario; y
- ✓ el transmisor/receptor telefónico.

Para cada una de las recomendaciones descritas se incluyen los siguientes campos:

- ✓ La recomendación, propiamente dicha.
- ✓ Una descripción detallada de ésta, apuntando las principales consideraciones a tener en cuenta.
- ✓ El origen o referencia, en la que se ha basado la recomendación.

### 3.2 LA CENTRAL DE GESTIÓN

Existen diversos tipos de centrales de gestión, con características de instalación distintas, motivo por el cual resulta difícil realizar una serie de recomendaciones de tipo genérico. Ello obedece a la disponibilidad en el mercado de centrales que pueden en el cuadro eléctrico de la vivienda, sobre la pared, etc., o incluso no existir o estar integrada en un mando a distancia.

A pesar de esta singularidad, seguidamente se citan algunas recomendaciones particulares, cuyo conocimiento se estima de interés.

En las centrales de gestión para cuadro eléctrico deberá considerarse el dimensionado adecuado del cuadro eléctrico.

En las centrales de gestión para montaje sobre la pared deberá considerarse la ergonomía de uso, colocándola en un lugar de fácil acceso para el usuario y que no influya en la decoración de la estancia.

En las centrales de gestión para montaje sobre la pared que incluyan elementos sensores (por ejemplo, una sonda de temperatura) deberán considerarse las recomendaciones para una detección correcta.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

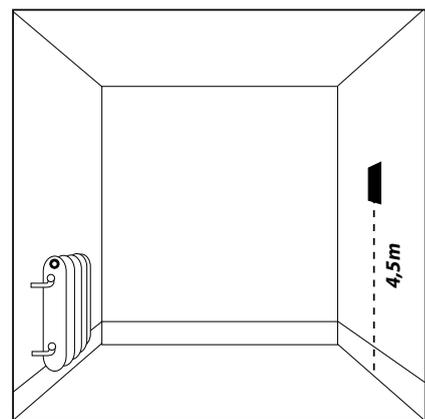
### 3.3 LOS SENSORES

Antes de abordar las recomendaciones, es necesario destacar que sólo se ha considerado la instalación de elementos en el interior de la vivienda. No se incluye, por tanto, la instalación de sensores de incendio en zonas comunes, elementos de seguridad de accesos, etc., cuyas recomendaciones son bien conocidas ya por el sector.

#### 3.3.1 EL TERMOSTATO

El termostato de ambiente se instalará centrado en la pared enfrentada a la fuente de calor, a 1,5 metros del suelo, en un lugar accesible y alejado de fenómenos externos que causen desviaciones en la medida de la temperatura.

Figura 3.3.1.a: Posición de los termostatos



**Descripción:** La colocación del termostato de ambiente en el lugar correcto de la estancia es indispensable para el buen funcionamiento de la calefacción, al tener la medida de la temperatura una clara repercusión sobre el ritmo de funcionamiento de los sistemas calefactores.



Para que se realice una óptima medición de la temperatura de la estancia, es preciso que la ubicación del termostato esté al amparo de cualquier fenómeno externo que pueda causar desviaciones en la medida de la temperatura. Algunos aspectos a considerar son:

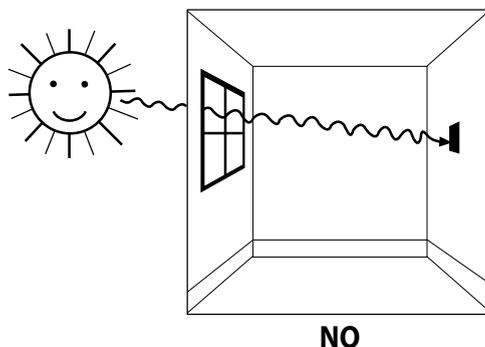
- ✓ evitar las corrientes de aire (por ejemplo, producidas a causa de una mala estanqueidad en ventanas que incida sobre el termostato);
- ✓ asegurar la no incidencia directa del sol;
- ✓ alejar el termostato de cualquier electrodoméstico, susceptible de producir desviaciones de temperatura por su carácter de productor de cierto grado de calor (por ejemplo, un televisor, una lámpara de incandescencia, etc.);
- ✓ ubicar el termostato en una zona estratégica, para que no pueda ser tapado en el momento de llevar a cabo la decoración de la estancia (por ejemplo, con un armario o unas cortinas);
- ✓ colocar el termostato centrado en la pared opuesta de la fuente de calor (por ejemplo, un radiador, etc.).

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

El termostato de ambiente deberá ubicarse siempre en la mejor posición para detectar una temperatura lo más uniforme posible con el resto de estancias de la vivienda o zona de calefacción.

**Descripción:** El termostato de ambiente se coloca en las zonas nobles de la vivienda, en especial, el comedor. Sin embargo, dado que el sistema de calefacción seguirá siempre la medida del termostato, es fundamental asegurar que ésta sea una referencia clara de la temperatura medida de las estancias de la vivienda. En caso contrario, puede producirse alteraciones del funcionamiento de la calefacción. Por ejemplo, la colocación del termostato en una estancia con gran incidencia solar (aportes solares) puede suponer que otras estancias no lleguen nunca a la temperatura de confort deseada por los usuarios.

**Figura 3.3.1.b: Posición del sensor o termostato**



**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 3.3.2 SONDAS DE TEMPERATURA

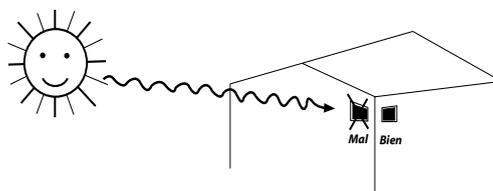
Las sondas de temperatura interior seguirán las mismas consideraciones que las referentes a termostatos de ambiente.

**Descripción:** En determinadas circunstancias, el sistema domótico puede requerir la instalación de sondas de temperatura interior, que podrán ser adicionales a la propia del termostato o substituir a ésta. Ejemplos de aplicación podrían ser los sistemas domóticos en los que la regulación física de la temperatura se realizara desde el propio interfaz de usuario, o bien sistemas domóticos con posibilidad de instalar el termostato donde se desee y colocar la sonda en la zona de óptima detección.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Las sondas de temperatura exterior se instalarán siempre en la zona norte de la vivienda, evitando el aporte solar directo.

**Figura 3.3.2: Instalación de sondas exteriores**





**Descripción:** Algunos sistemas domóticos (en especial, aquellos que gestionan sistemas de calefacción por acumulación) disponen de la posibilidad de realizar una gestión más eficiente de la calefacción, al considerar la temperatura exterior de la vivienda (por ejemplo, anticipándose a la puesta en marcha de la calefacción). En este caso, es preciso siempre colocar la sonda de temperatura en la zona norte de la vivienda, al abrigo del sol. En caso contrario, la sonda podría estar leyendo temperaturas distintas a las reales como consecuencia de la radiación solar.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Las sondas de suelo se colocarán en el interior de los tubos.

**Descripción:** Cuando se utilizan sistemas de calefacción por acumulación nocturna basados en la carga de elementos calefactores instalados en el suelo de la vivienda (por ejemplo, cable eléctrico radiante o conducciones de agua caliente), la sonda limitadora de temperatura deberá protegerse mediante el correspondiente tubo corrugado.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Las sondas de contacto se colocarán en las tuberías, alejadas 1,5 metros de la fuente de calor (radiador, etc.).

**Descripción:** Cuando deban ser utilizadas las sondas de contacto, deberá asegurarse que éstas se colocan en las tuberías y alejadas 1,5 metros de la fuente de calor, para una óptima medición de la temperatura, sin efectos externos que influyan a la misma.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 3.3.3 DETECTOR DE GAS

Se recomienda seleccionar siempre aquellos detectores del mercado que dispongan de garantías de calidad probada.

**Descripción:** En la actualidad, los detectores de gas no están sujetos a ninguna normativa nacional o Directiva europea en el ámbito de los combustibles gaseosos (solamente a consideraciones eléctricas y de compatibilidad electromagnética, de la que existen directivas europeas al respecto) y, por tanto, puede ser difícil conocer las prestaciones de un detector, como su selectividad, sensibilidad y vida útil.

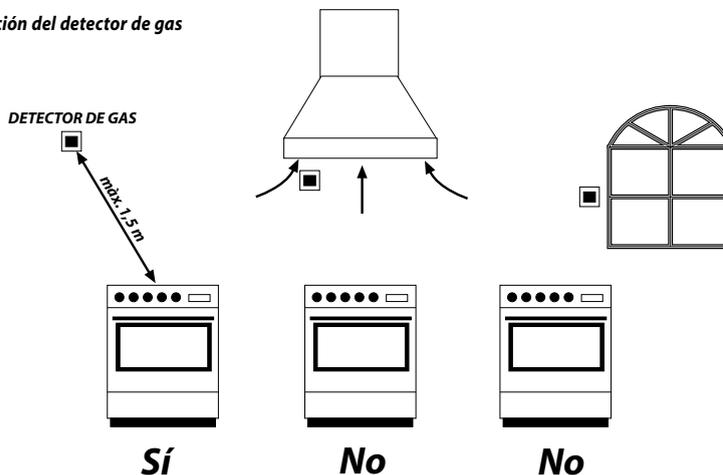
Sin embargo, en Europa existen varias normas nacionales no armonizadas (especialmente la británica y también la italiana) que suelen considerarse como referencia o estándar de facto. Prestar atención a la referencia marcada en el detector puede ayudar a seleccionar el detector más adecuado para la instalación.

**Referencias:** Según recomendaciones SEDIGAS y del sector.

El detector de gas deberá instalarse a una distancia no superior a 1,5 metros desde el gasodoméstico más utilizado, lejos de elementos que puedan perturbar la detección (por ejemplo, ventanas, extractores, etc.), y al amparo de zonas húmedas, polvorientas, o con temperaturas extremas.

Se instalará siempre en posición vertical (en las paredes).

Figura 3.3.a: Posición del detector de gas





**Descripción:** Habitualmente, el detector de gas se instalará en la cocina, al ser el lugar de la vivienda donde es más probable que se pueda producir una fuga de gas (opcionalmente, también podría instalarse en la estancia donde se coloque una caldera de gas de tipo atmosférico, conexión con una bombona de almacenamiento GLP, etc.), y siempre a una distancia no superior a 1.5 metros del gasodoméstico más utilizado.

No pueden haber obstáculos entre el detector y el gasodoméstico, y nunca se ubicará el primero en un espacio cerrado (por ejemplo, dentro de un armario o detrás de las cortinas), próximo a una ventana o a una puerta, cerca de conductos de ventilación o a extractores, ni encima del fregadero, puesto que se impediría el adecuado paso del aire entre el uno y el otro.

También hay que evitar la colocación del detector en un área donde la temperatura sea inferior a  $-10^{\circ}\text{C}$  o superior a  $40^{\circ}\text{C}$ , en lugares donde la suciedad o el polvo puedan bloquear las rejillas del detector, en zonas húmedas o donde se puedan producir condensaciones de agua. Todas estas situaciones pueden causar el mal funcionamiento del detector, que se traduce en errores de medida (falsas alarmas o no detección de una alarma real).

No debe colocarse el detector encima de una cocina (en cualquiera de sus versiones), dado que algunos componentes volátiles procedentes de la cocción podrían producir falsas alarmas.

**Referencias:** Según recomendaciones SEDIGAS y del sector.

Los detectores de gas natural o gas ciudad se instalarán por encima del nivel de la posible fuga a 30 centímetros del techo.

Los detectores de gas butano o gas propano se instalarán por debajo del nivel de la posible fuga y entre 10 y 30 centímetros del suelo. (Ver figura 3.3.3.b).

**Descripción:** El gas natural y el gas ciudad tienen una densidad menor que la del aire, por lo que tienden a distribuirse hacia arriba. Por este motivo, los sensores destinados a la detección de estos gases deberán ser instalados en la parte superior de la pared.

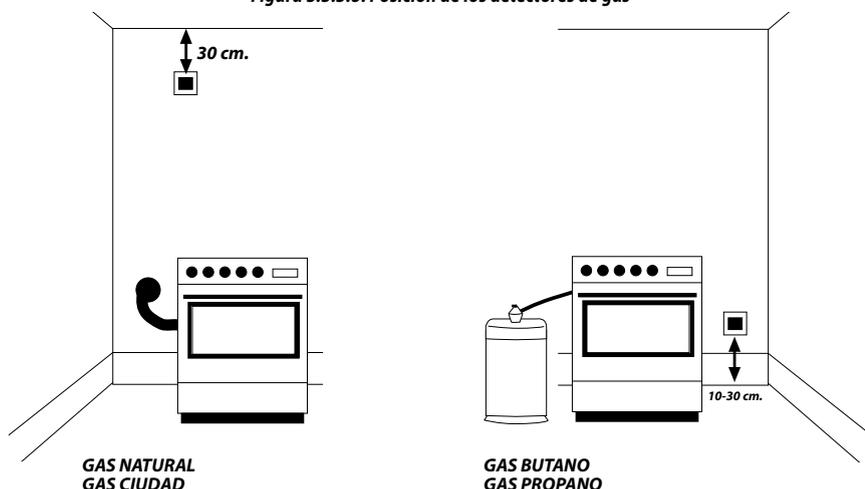
Por su parte, el gas butano y el gas propano tienen una densidad mayor que la del aire, por lo que tienden a distribuirse hacia abajo. Por este motivo, los sensores destinados a la detección de estos gases deberán ser instalados en la parte inferior de la pared.

**Referencias:** Según recomendaciones SEDIGAS y del sector.

Los detectores de gas no pueden ubicarse en lugares donde pueda verse afectada la medida por efectos externos.

**Descripción:** En la ubicación de un detector de gas debe considerarse la presencia de elementos externos que puedan influir en la medida del gas, produciendo falsas alarmas o ausencia de detección frente a alarmas reales. Por esto, los detectores no deben instalarse:

Figura 3.3.3.b: Posición de los detectores de gas





- ✓ Fuera del edificio.
- ✓ En un receptáculo cerrado o escondido, como dentro de un armario o detrás de unas cortinas.
- ✓ Sobre el fregadero.
- ✓ Justamente encima de la cocina, del horno o estufa de gas.
- ✓ Cerca de una puerta o ventana.
- ✓ Cerca de un extractor de humos o campana extractora.
- ✓ En lugares donde la temperatura pueda ser inferior a los  $-10^{\circ}\text{C}$  o superior a los  $+40^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Donde la grasa, polvo o suciedad pudiese bloquear el sensor y disminuir su capacidad de detección.
- ✓ Lugares húmedos.
- ✓ Donde el elemento corra el riesgo de ser golpeado o dañado.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 3.3.4 DETECTOR DE INCENDIO

Los detectores de incendios basados en la detección de calor deberán instalarse en cocinas.

**Descripción:** La selección de un tipo determinado de detector depende de distintos factores, entre ellos los siguientes: el desarrollo probable del incendio en sus fases iniciales, la altura y volumen de la estancia, la existencia de posibles generadores de falsas alarmas (por ejemplo, una cocina), etc.

Así mismo, en estancias donde pueda existir cierta cantidad de humos, como en la cocina, no es aconsejable la instalación de detectores de humo por la posibilidad de tener falsas alarmas.

**Referencias:** Según normativa de incendios, recomendaciones del sector y CEPREVEN.

Los detectores de humo de tipo iónico u óptico pueden instalarse en cualquier estancia de la vivienda, a excepción de la cocina.

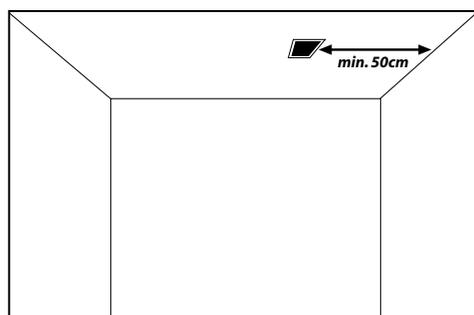
**Descripción:** La selección de un tipo determinado de detector depende de distintos factores, entre ellos los siguientes: el desarrollo probable del incendio en sus fases iniciales, la altura de la vivienda y la existencia de posibles generadores de falsas alarmas (por ejemplo, una cocina).

En estancias donde no es frecuente la presencia de humo suele ser aconsejable la instalación de un detector de humo de tipo iónico u óptico, facilitando la detección antes de que la estancia adquiera una temperatura elevada.

**Referencias:** Según normativa de incendios, recomendaciones del sector y CEPREVEN.

Los detectores de incendio descritos deben instalarse en el techo de la estancia, centrado con respecto a la estancia y a una distancia mínima de 50 centímetros de la pared.

**Figura 3.3.4:** Posición de los detectores de incendio



**Descripción:** El humo, (y el calor), asciende en forma de columna y al llegar al techo se propaga radialmente. En la colocación del detector de incendio, por tanto, hay que considerar alejarlo de posibles obstáculos, (columnas, tomas de aire, etc.). Una separación de 50 cm de cualquier obstáculo es suficiente.

También habrá que considerar el efecto de propagación según la forma del techo, (inclinación, vigas, huecos, etc.). Hay que contemplar un área de cobertura por aparato de unos 30 m<sup>2</sup>, aunque el valor exacto se debe tomar de las especificaciones del fabricante. La cobertura puede ser aumentada, (sin superar el 5%), en función de la inclinación del techo.

En el caso de no poder colocar detectores en el techo, bien por sus características, bien por la altura de éste, (más de 6 m), habrá que recurrir a detectores de tipo lineal, es decir de humos por barrera óptica, (si bien su precio es considerable). Estos aparatos se colocan en las paredes.



Ante cualquier duda, es necesario siempre consultar las especificaciones del fabricante.

**Referencias:** Según normativa de incendios, recomendaciones del sector y CEPREVEN.

### 3.3.5 Sonda de Humedad / Agua

Se instalará el sensor de manera que la sonda detectora quede en contacto directo con el suelo y en zonas donde no puedan originarse falsas detecciones.

**Descripción:** Normalmente el sensor se instalará en baños y cocinas, si bien es posible instalarlo en gale-rías donde se ubican fregaderos, etc. Para el correcto funcionamiento de éste debe asegurarse que la colocación de la sonda en el suelo permite una perfecta detección.

Por otra parte, y en la medida de lo posible, es recomendable:

- ✓ esconder la sonda o integrarla en el entorno donde se coloca (por ejemplo, en un armario de cocina con fácil acceso);
- ✓ asegurar que la ubicación idónea (desde el punto de vista de detección) no supone una molestia para el usuario en sus actividades habituales; y
- ✓ disponer siempre de un fácil acceso para las operaciones de secado y mantenimiento.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

En la instalación de un sensor de humedad en un cuarto de baño deberá considerarse las prescrip-ciones incluidas en el reglamento de baja tensión.

**Descripción:** El sensor de agua es alimentado mediante electricidad (generalmente, a muy baja tensión), por lo que deberá considerarse las prescrip-ciones descritas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Por ejemplo, para una bañera, el citado reglamento define una distancia mínima a partir de la cual no es posible la ubicación de elementos eléctricos.

**Referencias:** Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### 3.3.6 RECEPTOR DE RADIOFRECUENCIA (RF)

La disponibilidad de receptores de radiofrecuen-cia para aplicaciones de alerta médica debe ase-gurar el alcance de la señal desde cualquier punto de la vivienda.

**Descripción:** Asegurar una correcta detección desde cualquier parte de la vivienda, especialmente desde los dormitorios y cuando sólo exista un único recep-tor centralizado con el sistema domótico, es funda-mental para el usuario. Realizar pruebas de alcance es una acción obligada en el momento de realizar la instalación.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 3.3.7 RECEPTOR DE INFRARROJOS (IR)

La ubicación del receptor de infrarrojos es básica para un uso cómodo del sistema de control a dis-tancia.

**Descripción:** Habitualmente, los receptores de infrarrojos para mandos a distancia se suelen ubi-car en las propias cajas de mecanismos de mando eléctrico, asegurando una cuidada estética de la estancia. Sin embargo, es preciso considerar que la ubicación de éste debe asegurar la visión directa con la posición del usuario (por ejemplo, donde estén previstos los sillones y/o los sofás). En caso contrario, la aplicación no sería utilizada por el usuario, perdiendo parte del atractivo de confort de un mando a distancia.

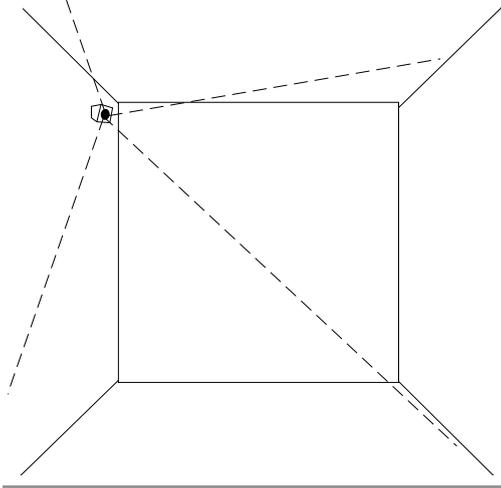
**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 3.3.8 DETECTORES DE INTRUSIÓN

En el caso de detectores volumétricos, éstos deben colocarse en una esquina de la estancia y en su parte superior, asegurando una orientación que logre la máxima cobertura posible y siempre alejado de cualquier fuente de calor.



**Figura 3.3.8: Posición de los detectores volumétricos**



**Descripción:** Al tratarse de un sensor de movimiento, hay que buscar su mejor ubicación para asegurar una máxima cobertura en la estancia donde está instalado. Para evitar falsas alarmas, también debe estar al amparo de cualquier fuente de calor (rejillas de calefacción, etc.), ya que en su gran mayoría funcionan detectando cambios de temperatura.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Por lo general se recomienda la utilización de detectores volumétricos de tipo infrarrojo.

**Descripción:** En detectores volumétricos se suelen utilizar dos tipos de tecnologías distintas: infrarrojos y microondas. A través de la primera es posible detectar movimientos en el interior de la vivienda como consecuencia de cambios de temperatura en el ambiente (por ejemplo, por el paso de una persona). El único inconveniente de este tipo de tecnología es el alcance, limitado a la estancia donde se encuentran o con visión directa.

Por el contrario, los detectores volumétricos con tecnología microondas disponen de un mayor alcance al traspasar paredes entre estancias. Sin embargo, su uso no resulta adecuado en viviendas (especialmente en edificios de viviendas) dado que movimientos en viviendas contiguas pueden afectar a la detección en la propia vivienda.

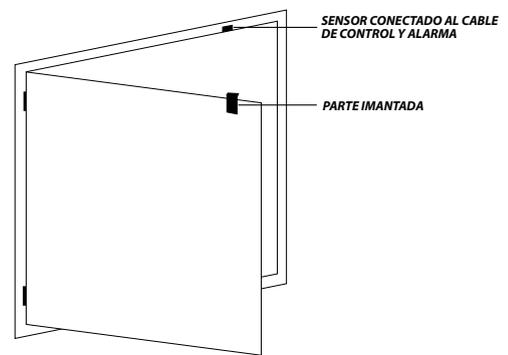
En algunas ocasiones, y cuando se precise una seguridad importante en la detección, es posible utilizar detectores volumétricos combinados, es decir, detec-

tores que disponen de dos sensores, con ambas tecnologías. Una señal de alarma sólo se activa cuando existe detección en ambos sensores del detector.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

En el caso de detectores perimetrales (contactos magnéticos), se instalará la parte imantada en la puerta o ventana, mientras que la parte cableada se colocará en el marco de ésta. Deben estar en la parte de la puerta o ventana contraria a las bisagras.

**Figura 3.3.9: Instalación de detectores perimetrales**



**Descripción:** Al colocarse el sensor en la parte de la puerta o ventana contraria a las bisagras, se logrará una detección con la mínima apertura de ésta.

En los casos en que existan animales domésticos en casa (perros, gatos, etc.), la utilización de detectores perimetrales es una buena solución para evitar falsas alarmas debido a su movimiento y al uso de detectores volumétricos.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

En aquellas viviendas que lo precisen, puede ser recomendable la disponibilidad de zonas de detección.

**Descripción:** Según la tipología de la vivienda (por ejemplo, en viviendas aisladas con distintas plantas) puede ser recomendable la zonificación del efecto de la seguridad volumétrica o perimétrica, con la finalidad de dejar bajo vigilancia aquellas estancias sin un uso determinado en períodos de tiempo concreto (por ejemplo, dejar la planta baja bajo vigilancia por la noche al acostarse, con las habitaciones en la planta superior).



**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Asegurarse de que el cableado de seguridad contempla el bucle de "anti-sabotaje".

**Descripción:** Los sistemas de seguridad habituales suelen disponer de una protección para la detección de cualquier corte del cable que conecta los distintos

detectores (volumétricos y perimetrales), así como de la sirena existente. Físicamente, el cableado de seguridad dispone de un par de cables, denominado bucle de antisabotaje, destinado a esta finalidad.

Por lo general, los cables de seguridad utilizados suelen estar formados por los números de pares y finalidades denotados en la tabla siguiente.

<b>Detector volumétrico</b>	Par nº1	Alimentación del detector
	Par nº2	Señal de control (alarma)
	Par nº3	Bucle antisabotaje
	Par nº4 (opcional)	Uso indicador color rojo (aviso detección)
<b>Contacto magnético</b>	Par nº1	Señal de control
	Par nº2	Bucle antisabotaje
<b>Sirenas</b>	Par nº1	Señal de alarma
	Par nº2	Bucle antisabotaje

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

## 3.4 LOS ACTUADORES

### 3.4.1 ELECTROVÁLVULAS DE CORTE DE SUMINISTRO (GAS Y AGUA)

Se utilizarán electroválvulas del tipo "siempre abierta" de 220V AC y 50 Hz.

**Descripción:** De entre los dos tipos de electroválvulas existentes ("siempre abierta" y "siempre cerrada"), se recomienda utilizar las primeras por dos razones distintas:

- ✓ disponer de un elemento cuyo estado habitual es "sin tensión", estando solamente bajo tensión en

caso de alarma, reduciendo así el consumo eléctrico de la aplicación; y

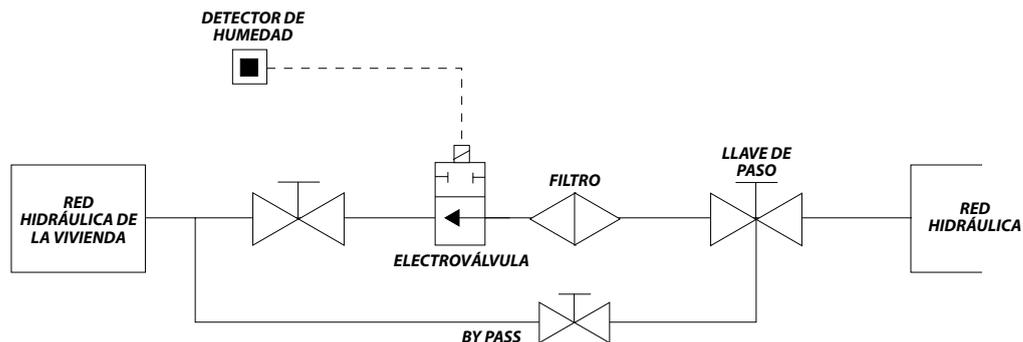
- ✓ asegurar el suministro de agua o gas en la vivienda en casos de corte de suministro eléctrico.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

La electroválvula se colocará en el interior de la vivienda después de la llave de paso principal, lo más cerca posible de ésta y en un lugar accesible para el usuario.

**Descripción:** La llave de paso deberá estar siempre antes que la electroválvula, para poder cerrar el paso de agua o gas en la vivienda y facilitar así su manipulación, mantenimiento o sustitución. En casos extremos, podría ser conveniente la instalación de un "by-pass".

Figura 3.4.1: Situación de las electroválvulas de agua





Son recomendaciones adicionales:

- ✓ Para el suministro de agua se recomienda utilizar una electroválvula de rearme automático.
- ✓ Para el suministro de gas se recomienda utilizar una electroválvula de rearme manual.
- ✓ Localizar la electroválvula en un lugar ventilado.
- ✓ Disponer de una distancia entre la electroválvula y la pared, con la finalidad de permitir la circulación de aire.
- ✓ Comprobar la correcta alineación de las conducciones (tuberías).
- ✓ Durante el proceso de conexión de la válvula a la tubería no debe utilizarse nunca el cuerpo de la bobina como apoyo o palanca.
- ✓ En la conexión eléctrica de la bobina de la electroválvula se recomienda utilizar una prensa estopas normalizada.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

La electroválvula deberá contemplar los requisitos habituales en la instalación de agua o gas, y, en el caso del agua, soportar la presión máxima habitual de la red.

**Descripción:** Habitualmente, las conexiones de las electroválvulas a la instalación de gas o agua son rosadas, con paso de rosca de 1/2" o 3/4" en función del dimensionamiento de las tuberías.

La electroválvula de agua deberá ser capaz de soportar una presión máxima (habitualmente, de 10Kg/cm<sup>2</sup>).

**Referencias:** Según recomendaciones del sector, y norma UNE 60670 para electroválvulas de corte de suministro gas.

La electroválvula de gas deberá situarse en un lugar ventilado y donde no haya humedad o pueda mojarse, con la dirección de flujo de gas correctamente instalada según las indicaciones del fabricante de ésta.

**Descripción:** Las electroválvulas de gas tienen que instalarse en el sentido correcto para su adecuado funcionamiento.

**Referencias:** Según recomendaciones SEDIGAS y del sector.

### 3.4.2 FILTROS PARA SUMINISTROS

Instalar un filtro previo a la electroválvula de agua.

**Descripción:** Se instalará un filtro para evitar que las impurezas del agua (arenilla, etc.) puedan afectar al funcionamiento de la membrana de la electroválvula.

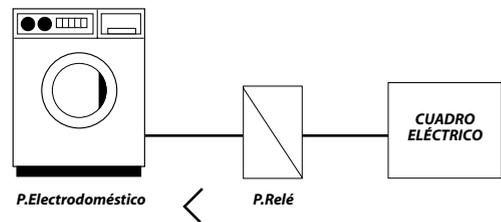
**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 3.4.3 RELÉS DE MANIOBRA

En la instalación de relés de maniobra es necesario asegurar que éstos no producen importantes picos de corriente y su potencia está acorde con las especificaciones del equipo doméstico a controlar.

**Descripción:** Dado que en la actualidad prácticamente no existen equipos domésticos compatibles con un protocolo de comunicaciones determinado (por ejemplo, una lavadora, un convector eléctrico para calefacción, una lámpara, etc.), la gestión sobre éstos suele basarse en el control de su alimentación eléctrica, a través de relés de maniobra. Por este motivo, es imprescindible asegurarse que la potencia de corte soportada por los relés del cuadro eléctrico es superior a la máxima de los correspondientes equipos domésticos a controlar. Sino el electrodoméstico podría requerir una potencia mayor de la que puede pasar por el relé.

**Figura 3.4.3: Potencia relé y potencia electrodomestico/equipo**



Así mismo, es especialmente recomendable la instalación de relés de maniobra intermedios aunque la potencia de corte necesaria pueda ser soportada por la propia central del sistema domótico. Ello permite evitar posibles daños a dicha central en caso de sobretensiones accidentales.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector



---

### 3.5 EL INTERFAZ DE USUARIO

---

Las consideraciones que pueden apuntarse aquí han sido ya descritas en puntos anteriores, razón por la cual se obvia su repetición.

---

### 3.6 EL TRANSMISOR/RECEPTOR TELEFÓNICO

---

Asegurarse que el transmisor telefónico cumple con las disposiciones legales vigentes.

**Descripción:** En toda instalación doméstica se recomienda que el transmisor/receptor telefónico esté homologado para su uso en redes de comunicación, ya sea telefónica básica (RTC) o telefónica móvil (GSM).

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

La disponibilidad de un transmisor/receptor telefónico en la vivienda debe ser compatible con contestadores automáticos.

**Descripción:** Por lo general, los transmisores/receptores telefónicos disponibles en el mercado (destinados a controlar de forma remota algún equipo o sistema doméstico) funcionan de forma parecida a un contestador automático, es decir, "descuelgan" la línea telefónica al cabo de un cierto número de llamadas. Por tanto, y en primera aproximación, el uso de un transmisor/receptor telefónico y un contestador automático suele ser incompatible, dado que siempre uno de los dos "descuelga" antes.

Para solucionar este problema, algunos fabricantes optan por diversas soluciones (por ejemplo, realizar dos llamadas seguidas, la primera de corta duración). Observar que el transmisor/receptor telefónico a instalar contempla esta opción es básico para aquellos usuarios que requieran el uso de éste.

Por otra parte, existe también cierta dificultad en compatibilidad de uso entre un transmisor/receptor telefónico y el servicio de contestador automático ofrecido por empresas proveedoras de telefonía.

Según el punto 2.3.3, se aconseja la utilización de un protector de sobretensiones.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.



## Capítulo 4. Mantenimiento de un sistema domótico

### 4.1 OBJETIVOS

El objetivo básico de este cuarto capítulo es introducir las acciones más importantes a realizar para el mantenimiento de la instalación domótica, que se centra, fundamentalmente, en el correcto estado de los sensores. En general, las indicaciones apuntadas aquí tienen un único objetivo:

Asegurar que el usuario conoce perfectamente los requisitos de mantenimiento, que permitan asegurar el correcto funcionamiento de la totalidad del sistema domótico.

O bien, asegurar que se realiza el mantenimiento del sistema a través del correspondiente servicio ofrecido por el instalador del sistema domótico.

Según se podrá observar seguidamente, ello supone considerar aspectos básicos como: la limpieza del detector, la sustitución de pilas y baterías (si las hubiese), la sustitución del sensor al finalizar su vida útil, etc.

### 4.2 LOS SENSORES

#### 4.2.1 DETECTORES DE GAS

Los detectores de gas disponen de una vida útil, siendo necesaria su sustitución al finalizar ésta.

**Descripción:** Los detectores de gas son elementos con duración limitada en tiempo. A partir de la fecha prevista de finalización de su vida útil, el detector puede comportarse de forma errónea, suponiendo falsas alarmas o, en el caso más desfavorable, la no detección de alarmas reales.

**Referencias:** Según recomendaciones de SEDIGAS y del sector.

Los detectores de gas deben ser limpiados con cierta frecuencia.

**Descripción:** La limpieza del detector suele ser recomendable para asegurar la inexistencia de elementos sobrepuestos al sensor que reduzcan el efecto de detección. Ello es especialmente aconsejable cuando

el sensor está localizado en la cocina, donde es fácil la acumulación de polvo y grasa.

Es imprescindible seguir las instrucciones realizadas por el fabricante para la limpieza del detector, para evitar el deterioro del sensor (por ejemplo, por la utilización de productos no aconsejables). En caso contrario, podrían originarse frecuentes falsas alarmas.

**Referencias:** Según recomendaciones de SEDIGAS y del sector.

Se recomienda no utilizar aerosoles ni elementos con componentes alcohólicos en las cercanías del detector de gas.

**Descripción:** En algunos casos, se ha comprobado que ciertos componentes pueden originar la detección de una falsa alarma. Por este motivo, se aconseja no utilizar nunca aerosoles, colonias y cualquier elemento que contenga componentes alcohólicos.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Se recomienda provocar periódicamente una alarma de gas para comprobar su correcto funcionamiento.

**Descripción:** Se aconseja que se provoque una alarma periódicamente para probar la eficacia del detector de gas instalado y, asociadamente, comprobar que la correspondiente electroválvula de corte de suministro funciona correctamente (por ejemplo, que la membrana no se ha obturado por corrosión o falta de uso). La forma de provocar una alarma es diversa, siendo necesario consultar al fabricante del detector (existen gases especiales para ello).

**Referencias:** Según recomendaciones de SEDIGAS y del sector.

#### 4.2.2 DETECTORES DE INCENDIO

Los detectores de incendio disponen de una vida útil, siendo necesaria su sustitución al finalizar ésta.

**Descripción:** Los detectores de incendio son también elementos con duración limitada en tiempo. A partir de la fecha prevista de finalización de su vida útil, el



detector puede comportarse de forma errónea, produciéndose falsas alarmas o, sencillamente, no funcionar.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Los detectores de incendio deben ser limpiados con cierta frecuencia.

**Descripción:** Dado que en un detector de incendio sólo es posible asegurar que actúa correctamente cuando es vital su uso (es decir, cuando hay un incendio), es necesario comprobar su estado periódicamente. Esta comprobación está fuertemente ligada con el ambiente en que esté instalado.

En ambientes limpios, bastará con una limpieza (eliminar polvo, grasa, etc.) y con una comprobación de su funcionamiento cada seis meses. Es preciso recordar que en una prueba de, por ejemplo, humo, es suficiente con una pequeña dosis de éste, (o un equivalente), dado que se pretende que estos aparatos actúen en el mismo momento de iniciarse el fuego.

En caso de mal funcionamiento, debe contactarse siempre con el proveedor o el fabricante para su limpieza profunda o reparación.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Se recomienda provocar periódicamente una alarma de incendio para comprobar su correcto funcionamiento.

**Descripción:** Se aconseja que se provoque una alarma de vez en cuanto para probar la eficacia del detector de incendio instalado, siguiendo las directrices mencionadas en la recomendación anterior.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

#### 4.2.3 SONDAS DE HUMEDAD

Las sondas de humedad deben ser limpiadas con cierta frecuencia.

**Descripción:** La limpieza de la sonda suele ser recomendable para asegurar una correcta detección, dado que son elementos que están permanentemente en contacto con el suelo.

A diferencia de los anteriores elementos, la limpieza de la sonda es muy sencilla al limitarse a eliminar la suciedad existente entre dos electrodos de contacto.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

Se recomienda provocar periódicamente una alarma de escape de agua para comprobar su correcto funcionamiento.

**Descripción:** Se aconseja que se provoque una alarma de vez en cuanto para probar que el sistema funciona correctamente y, en especial, para comprobar que la correspondiente electroválvula de corte de suministro funciona correctamente (por ejemplo, que la membrana no se ha obturado por corrosión o falta de uso). La forma de provocar una alarma es muy sencilla, bastando, en muchos casos, con provocar el paso de corriente entre los dos electrodos de la sonda.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 4.3 LOS ACTUADORES

#### 4.3.1 ELECTROVÁLVULAS DE CORTE DE SUMINISTRO

Los comentarios que pueden apuntarse aquí han sido ya descritos en el punto anterior, dado que requiere provocar la existencia de una alarma (detección de fuga de gas o escape de agua), razón por la cual se obvia su repetición.

#### 4.3.2 FILTRO PARA SUMINISTRO DE AGUA

Revisar periódicamente el estado del filtro de agua anterior a la electroválvula.

**Descripción:** La finalidad del filtro de agua es proteger la membrana de la electroválvula de corte de suministro frente a la existencia de arenilla en las conducciones u otros elementos que pueden afectar al correcto funcionamiento de dicha membrana (por ejemplo, cal depositada). Esta particularidad puede darse con cierta frecuencia durante los primeros días de uso de una vivienda de nueva construcción. Periódicamente, deberá revisarse el estado del filtro y proceder a su lavado en caso oportuno.



---

**Referencias:** Según recomendaciones del sector.

### 4.3.3 VÁLVULAS PARA CALEFACCIÓN

Verificar el correcto funcionamiento de la válvula antes de la temporada de calefacción.

**Descripción:** En algunas partes del territorio español la temporada de calefacción puede reducirse a pocos meses del año. Como consecuencia de ello, las válvulas destinadas a la zonificación de la calefacción pueden estar sin trabajar durante largos períodos de tiempo. Para determinar si la membrana de la válvula está deteriorada por diversas causas (por ejemplo, por efecto de la cal), se recomienda que el instalador-mantenedor del sistema compruebe su correcto funcionamiento antes de la llegada de la próxima temporada de calefacción.

**Referencias:** Según recomendaciones del sector y norma UNE 23007-14.



## Glosario de términos

A continuación se definen algunas de las palabras incluidas en esta guía:

**Acoplador de fase:** Dispositivo necesario para permitir la comunicación de señales por corrientes portadoras entre diferentes fases de una instalación trifásica eléctrica.

**Actuador:** Elemento capaz de ejecutar una acción según las señales que recibe. Por ejemplo, una electroválvula, un relé,...

**Bus:** Sistema de comunicación entre dispositivos en el cual todos se pueden comunicar con todos a través de un conjunto de enlaces en paralelo.

**By-pass:** Desviación instalada en paralelo entre dos puntos de un circuito y que permite aislar el tramo de circuito situado entre los dos puntos.

**Central de gestión:** Equipo único de control desde el cual se coordina y modifica el funcionamiento de los equipos que tiene conectados.

**Transmisión por corrientes portadoras:** Sistema de comunicación entre los equipos que están conectados a la red eléctrica y que aprovechan ésta para transmitir la información de control.

**Electroválvula:** Elemento hidráulico que deja pasar o no el agua o gas según si la bobina que lo controla reciba corriente o no.

**Golpes de ariete:** Ondas transitorias que se propagan por el agua, causadas por una variación brusca del flujo de agua, y que pueden llegar a ocasionar daños en las instalación hidráulica.

**Interfaz de usuario:** sistema de comunicación que permite al usuario conocer el estado de la instalación y/o bien actuar sobre ella. Suele ser un tablero con pantalla y botones sobre la pared, un mando a distancia, un teléfono móvil, un PC, etc.

**Preinstalación:** Parte de la instalación del sistema domótico que debe realizarse durante la fase de construcción de la vivienda y que permite completarlo añadiendo únicamente los elementos del sistema restantes en cualquier momento futuro.

**Sensores:** Elemento sensible a una magnitud física capaz de enviar una señal variable con dicha magnitud.

**Sistema domótico:** Conjunto de sensores, actuadores, sistemas de transmisión de información entre equipos e interfaces de usuario, que permiten controlar todos aquellos equipos y recursos de la vivienda susceptibles de ser controlados.

**Sonda:** Sensor capaz de medir magnitudes de lugares inaccesibles.

**Transmisor/Receptor telefónico:** Interfaz entre la central de gestión y la red telefónica.

**Válvula de 2 ó 3 vías:** Elemento hidráulico que permite cortar o redirigir los flujos que la atraviesan. Así, la de dos vías permite dejar pasar o interrumpir el paso de agua y la de tres interrumpir o cambiar la dirección el flujo de agua.

**Zonificación:** Independizar el control de la temperatura, seguridad o iluminación de una vivienda de las diferentes zonas.



---

El Institut Cerdà es una Fundación Privada que actúa en forma Independiente, neutral y no lucrativa. Colabora con entidades públicas y privadas en el impulso de proyectos e iniciativas innovadoras.

El objetivo del Institut Cerdà es el de dinamizar actividades que respondan a necesidades y/o retos que deben afrontarse con una óptica de futuro rigurosa. Sus tareas fundamentales consisten en analizar situaciones, evidenciar problemas y oportunidades, seleccionar alternativas, optimizar soluciones y planificar actuaciones.

El Institut Cerdà actúa, básicamente, en cuatro áreas con un elevado potencial de desarrollo de cambio y de emergencia con nuevas oportunidades de negocio: Energía y Edificación, Medio Ambiente, Logística y Distribución Comercial, y Tecnologías de la Información.

Dentro del Área de Energía y Edificación, se está trabajando de forma activa en los campos siguientes: la Domótica y, en general, la aplicación de las tecnologías de la información en la vivienda, el consumo energético y el impacto medioambiental de los edificios, y la construcción sostenible.

En el campo de la Domótica, el Institut Cerdà ha venido actuando desde inicios de los 90, a través de la definición y desarrollo de distintos proyectos nacionales y europeos, destinados siempre a potenciar este mercado en España y ayudar a las empresas españolas en su consolidación dentro de este sector.

# Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas



Esta guía contiene una serie de recomendaciones prácticas para llevar a cabo la instalación de un sistema domótico, habiendo sido elaborada por el Área de Energía de la Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà en el marco del proyecto "Comerdom – Fase II del proyecto Mercadom".

---

© Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà  
Numància, 184, 4º 2ª •  
08034 Barcelona

Impreso en papel reciclado

Diseño gráfico: Alex Culla

Primera edición: Abril de 2001

Depósito legal: B-16638-2001  
Impreso por A. G. Gutenberg, S.A.

Editada por:  
Ministerio de Ciencia y Tecnología,  
Dirección General para el Desarrollo  
de la Información

Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà

## ***ANEXO IV. Aproximación Presupuestaria de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) y domótica.***

Este anexo ha sido realizado gracias a la información obtenida de la empresa ISDE Ing S.L. En él se incluyen consideraciones respecto a la Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) y a la Infraestructura domótica.

Para los cálculos para la aproximación de la infraestructura se ha utilizado un edificio de 220 viviendas distribuidas en 16 escaleras y siete plantas por escalera. Todas las viviendas son de 3 habitaciones, salón, cocina y dos baños. La infraestructura para un bloque de oficinas con 28.000 m<sup>2</sup> construidos presentaría un coste similar.

La infraestructura domótica contemplada incluye las zonas comunes y soporte para un bus domótico que recorra en cada vivienda todas las estancias y deje una caja de control en cada estancia. Así mismo, se ha contemplado la conexión desde dicha caja a cada punto de control, sensado o accionamiento.

No se ha contemplado en este documento un tubo de 20 mm de material plástico no propagador de la llama para la conexión de dispositivos eléctricos (interruptores, luces, electrodomésticos, etc.). Al tener que ir este tubo paralelo al propio cableado eléctrico del edificio, debe incluirse dentro del proyecto eléctrico.

### **Índice:**

Capítulo 1.- R. T. V.....	2
Capítulo 2.- SATÉLITE .....	4
Capítulo 3.- TELEFONÍA .....	5
Capítulo 4.- INFRAESTRUCTURA .....	7
RESUMEN .....	10

### Capítulo 1.- R. T. V.

#### Partida 1.1.- CAPTACIÓN DE SEÑALES RTV

Conjunto de captación de señales de TV terrenal y FM formado por antenas para VHF,UHF y FM, base y torreta autoestable galvanizadas de 3 m, mástil de tubo de acero galvanizado, incluso anclajes, cable coaxial y conductor de tierra de 25 mm2 hasta equipos de cabecera.			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
1	Antena FM	18.00	18.00
1	Antena BIII DAB	21.70	21.70
1	Antenas UHF (C21 a 69)	39.70	39.70
2	Torreta autoestable de 2,5 m.	54.20	108.40
1	Base para torreta.	14.20	14.20
15	Mt. Cable coaxial tipo CCI	0.55	8.25
1	Pequeño material (Tornillos, tuercas, grapas, cinta aislante y en general material de sujeción)	25.00	25.00
6	Mts. Cable tierra 25 mm2.	0.88	5.28
5	H. De oficial de primera.	25.00	125.00
5	H. De oficial de segunda	18.00	90.00
Total 1.1:			455.53

#### Partida 1.2.- CABECERA RTV

Equipo de cabecera formado por 6 amplificadores monocanales para UHF, 1 FM, VHF y UHF, fuente de alimentación y mezcladores de señal, debidamente instalado, ecualizado y ajustados los niveles de señal de salida			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
8	Amp. monocanal para FM	43.00	344.00
40	Amp. monocanal para UHF, C22-30-33-46-54	60.00	2400.00
24	Amp. Monocanal digital UHF, C61-63-66	65.00	279.48
8	Amp. Monocanal Banda III (DAB)	55.00	440.00
8	Fuente de Alimentación, 2A.	48.68	389.44
8	Mezclador TIPO 2 para la mezcla con TVSAT(3 Entradas/1 Salida)	13.88	111.04
16	Chasis soporte para monocanales y fuente.	8.30	132.80
120	Puentes de interconexión	2.20	264.00
40	Cargas adaptadoras	1.05	42.00
30	H. De oficial de primera.	25.00	750.00
24	H. De oficial de segunda	18.00	432.00
Total 1.2:			5 584.76

#### Partida 1.3.- RED DE DISTRIBUCIÓN

Red doble de distribución de señal transparente, 5-2.150 MHz, compuesta por cable coaxial, tipo CCI, derivadores, distribuidores y centrales de banda ancha			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
220	Derivadores	7.60	1 672.00
64	Distribuidores	7.60	486.40

	Centrales de banda ancha (47- 2150MHz) para doble distribución 8 o 6 amplificadores para una distribución	241.64	1 933.12
	8 Pequeño material para fijación de mecanismos en registro	1.00	8.00
	32 H. De oficial de primera.	25.00	800.00
	32 H. De oficial de segunda	18.00	576.00
	220 Resistencia adaptadora 75 ohmios.	0.10	22.00
		<b>Total 1.3:</b>	<b>5497.52</b>

**Partida 1.4.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO RTV Y RED DE DISPERSIÓN**

Puntos de Acceso de Usuario (PAU) para los servicios de Radio y Televisión tanto terrenal como de satélite, incluido cable duplicado y repartidores, instalado y debidamente conexionado.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
220	Resistencias de 75 ohmios	0.06	13.20
220	PAUs con distribuidor de 4 salidas	10.00	2 200.00
0	PAUs con distribuidor de 5 salidas	12.00	0.00
0	PAUs con distribuidor de 7 salidas	14.00	0.00
64	H. De oficial de primera	25.00	1 600.00
32	H. De oficial de segunda	18.00	576.00
		<b>Total 1.4:</b>	<b>4389.20</b>

**Partida 1.5.- RED INTERIOR DE USUARIO DE RTV**

Red interior de usuario para el servicio de RTV compuesta por 2 ó 3 bases de acceso terminal (toma), tipo B0 y cable coaxial, tipo C1, debidamente instalado y conexionado.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
528	Tomas de RTV con embellecedor, transparentes 5-2.150 MHz	6.50	3 432.00
64	H. De oficial de primera	25.00	1 600.00
64	H. De oficial de segunda	18.00	1 152.00
		<b>Total 1.5:</b>	<b>6184.00</b>

**Partida 1.6.- REGISTRO PRINCIPAL PARA RTV**

Armario modular para guardar equipos de RTV terrenal con puerta y cerradura, debidamente instalado.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Armario conforme a la norma UNE20541 o UNE EN50298 y con grado de protección según las normas UNE EN 60529 o UNE EN 50102	130.00	130.00
1	Pequeño material (tirafondos, tacos, etc. )	1.26	1.26
0.8	H. oficial de segunda.	18.00	14.40
		<b>Total 1.6:</b>	<b>145.66</b>

**Partida 1.7.- CABLE COAXIAL**

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
16000	Cable coaxial tipo CCI	0.55	8 800.00
		<b>Total 1.6:</b>	<b>8800.00</b>

**TOTAL Capítulo 1.- R. T. V. : 31056.67**

## Capítulo 2.- SATÉLITE

Partida 2.1.- ANCLAJE BASES SISTEMAS DE CAPTACION RTV			
Bases de antena parabólica debidamente instaladas en puntos señalados en cubierta del edificio			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
2	Base de antena parabólica compuesta por placa metálica de 250x250x2 mm y cuatro zarpas varilla M16.	77.83	155.66
1	Material de sujeción (ferralla y tornillería)	12.83	12.83
2	H. oficial de albañil.	25.00	50.00
1.5	H. peón de albañil.	18.00	27.00
		Total 2.1:	245.49

<b>TOTAL Capítulo 2.- SATÉLITE :</b>	<b>245.49</b>
--------------------------------------	---------------

### Capítulo 3.- TELEFONÍA

Partida 3.1.- REGISTRO PRINCIPAL DE TELEFONÍA			
Registro principal de telefonía para alojar las regletas de salida de la red de telefonía del inmueble, incluido regletas para conexión de los pares telefónicos y soportes, todo ello debidamente instalado, conexionado.			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
1	Armario conforme a la norma UNE20541 o UNE EN50298 y con grado de protección según las normas UNE EN 60529 o UNE EN 50102	120.80	120.80
160	Módulos de regletas de 10 pares de inserción por desplazamiento de aislante y corte y prueba cada una.	13.00	2080.00
1	Material de sujeción (tirafondos y tacos)	2.00	2.00
20	H. oficial de primera	25.00	500.00
16	H oficial de segunda	18.00	288.00
Total 3.1:			2990.80

Partida 3.2.- RED DE DISTRIBUCION DE TELEFONÍA			
Instalación de cable de 50 pares en conductos de 50, desde RITI a RS de última planta a través de la canalización principal, debidamente alojado en tubos y registros, incluido el sangrado de 2,3,4 o 5 pares por escalera.			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
1600	Mts. de cable de 50 pares telefónicos.	4.00	6 400.00
80	Ud. Grapas de sujeción cable en RITI y en RS	0.48	38.40
48	H. oficial de primera	25.00	1 200.00
40	H. oficial de segunda	18.00	720.00
Total 3.2:			8358.40

Partida 3.3.- CAJA DE DISTRIBUCION DE TELEFONÍA EN R.S.			
Caja de distribución de telefonía colocada en Registro Secundario, incluida colocación de regleta de distribución y el conexionado de 2 o 3 pares por escalera			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
800	Regletas de 5 pares de inserción por desplazamiento de aislante y corte y prueba cada una y sus soportes	9.00	7 200.00
40	H. oficial de primera.	25.00	1 000.00
16	H. oficial de segunda.	18.03	288.48
Total 3.3:			8488.48

Partida 3.4.-PUNTO ACCESO USUARIO DE TELEFONÍA Y RED DISPERSION			
Puntos de Acceso de Usuario (PAU) para el servicio de Telefonía, incluido cable de dos pares, punto de terminación de red comunitaria y regletas, instalado y debidamente conexionado.			
Ud.	Concepto	P.Unitario	Subtotal
800	Mts. Cable de dos pares, desde RS a RTR	0.17	136.00

8	Pequeño material para fijación de mecanismos en registro.	0.42	3.37
32	H. De oficial de primera	25.00	800.00
32	H. De oficial de segunda	18.00	576.00
		Total 3.4:	1515.37

<b>Partida 3.5.- TOMA DE USUARIO Y RED INTERIOR TELEFONÍA</b>			
Base de toma de telefonía, incluyendo cable de un par en red interior de usuario, desde el RTR a cada toma, montado en estrella y debidamente conexionado.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
528	Toma de telefonía con conector hembra tipo Bell, 6 vías.	3.07	98.24
4800	Mts. cable de un par desde RTR a TOMA.	0.10	480.00
220	PAU	8.50	1 870.00
160	H. oficial de primera.	25.00	4 000.00
160	H. oficial de segunda.	18.00	2 880.00
		Total 3.5:	9328.24

<b>TOTAL Capítulo 3.- TELEFONÍA :</b>	<b>30681.29</b>
---------------------------------------	-----------------

### Capítulo 4.- INFRAESTRUCTURA

<b>Partida 4.1.-CANALIZACIÓN EXTERNA INFERIOR Y REGISTRO DE ENLACE</b>			
Canalización externa inferior enterrada, compuesta de 5 tubos de 63 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa , uniendo arqueta de entrada y RE debidamente instalado y sin incluir las ayudas de albañilería.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
80	Mts. canalización de 5 tubos de PVC rígido diámetro 63, norma UNE 50086	6.61	528.80
8	R.E.= Registro de Enlace (45 x 45 x 12), según normativa, en parte interior techo sótano	63.00	504.00
8	Ud. Separadores de tubos diámetro 63 mm..	1.20	9.60
48	H. oficial de segunda.	18.00	864.00
Total 4.1:			1906.40

<b>Partida 4.2.- CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR</b>			
Canalización de enlace inferior, compuesta de 5 tubos de 40 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa , uniendo RE y RITI debidamente instalado con grapas en techo planta sótano.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
112	Mts. canalización de 5 tubos de PVC rígido, diámetro 40 mm. norma UNE 50086	5.17	579.04
8	R.E.= Registro de Enlace (45 x 45 x 12), según normativa, en cambio de dirección a RITL.	63.00	504.00
8	Uds. de grapas para fijación en techo	1.80	14.40
80	H. oficial de segunda.	18.00	1 440.00
Total 4.2:			2537.44

<b>Partida 4.3.- CANALIZACIÓN EXTERNA Y DE ENLACE SUPERIOR</b>			
Canalización externa y de enlace superior, compuesta de 4 tubos de 40 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, uniendo base de antenas con RITS, debidamente instalado con doblado de tubos en su parte externa para evitar la entrada de aguas.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
40	Mts. Canalización formada por 4 tubos de PVC rígido de 40 mm. de diámetro, norma UNE50086, incluido pasamuro en cubierta.	2.58	103.20
8	R.E.= Registro de Enlace (36 x 36 x 12), según normativa	60.00	480.00
8	Ud. Grapas para fijación en techo tramo comunitario	1.20	9.60
16	H. oficial de segunda.	18.03	288.48
Total 4.3:			881.28

<b>Partida 4.4.- CANALIZACIÓN PRINCIPAL</b>			
Canalización principal compuesta por 5, 6, 7, 10 y 11 tubos de 50 mm (según tramos) de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, desde RITI a RITS, con interrupción en los registros de planta, alojados en patinillo de columna montante, debidamente instalada.			

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7200	Mts. Canalización formada por 7, 8 tubos de PVC rígido de 50 mm. de diámetro, norma UNE50086.	4.00	28 800.00
24	R.E.= Registro Secundarios (45 x 45 x 15), según normativa	63.00	1 512.00
112	R.E.= Registro Secundarios (45 x 45 x 15)	66.00	7 392.00
112	R.E.= Registro Secundarios (50 x 70 x 15), según normativa	66.00	7 392.00
48	Ud. 2 bastidores soporte de tubos.	7.21	346.08
200	H. oficial de segunda.	18.00	3 600.00
		<b>Total 4.4:</b>	<b>49042.08</b>

**Partida 4.5.- CANALIZACIÓN SECUNDARIA**

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
Canalización secundaria formada por 3 tubos de 25mm de diámetro y uno de 20 mm (para sensores y actuadores domóticos), ambos de plástico no propagador de la llama, desde RS a RTR en interior de vivienda, en roza sobre ladrillo doble, debidamente instalado.			
220	Canalización formada por 3 tubos de 25 mm de PVC rígido, norma UNE50086.	21.04	4 628.80
220	Caja registro Terminación de Red para los tres servicios ICT, (30 x 50 x 6 cm)	67.00	14 740.00
220	Caja registro Terminación de Red para el servicio domótico (30 x 50 x 6 cm)	67.00	14 740.00
1600	Mts. tubo de PVC coarrugado de 20 mm. de diámetro. (sensores y actuadores en zonas comunes)	0.16	256.00
280	H. oficial de segunda	18.00	5 040.00
		<b>Total 4.5:</b>	<b>39404.80</b>

**Partida 4.6.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE TELEFONÍA**

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
Canalización interior de telefonía compuesta por tubo de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, corrugados o lisos, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma y de registro de terminación de red, debidamente instalado.			
8000	Mts. tubo de PVC coarrugado de 20 mm. de diámetro.	0.16	1 280.00
528	Cajas registro de toma (6,4 x 6,4 x 4,2) cm.	0.42	221.76
160	H. oficial de segunda.	18.00	2 880.00
		<b>Total 4.6</b>	<b>4 381.76</b>

**Partida 4.7.- CANALIZACION INTERIOR DE RTV**

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
Canalización interior de RTV compuesta por tubo de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, corrugados o lisos, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma y registro de terminación de red , debidamente instalado.			
8000	Mts. tubo de PVC coarrugado de 20 mm. de diámetro.	0.16	1 280.00
904	Cajas registro de toma (6,4 x 6,4 x 4,2) cm.	0.42	379.68
320	H. oficial de segunda.	18.00	5 760.00
		<b>Total 4.7:</b>	<b>7419.68</b>

**Partida 4.8.- CANALIZACION INTERIOR DE TLCA**

Canalización interior de TLCA compuesta por tubo de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, corrugados o lisos, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma y registro de terminación de red, debidamente instalado.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
8000	Mts. tubo de PVC coarrugado de 20 mm. de diámetro.	0.16	1 280.00
528	Cajas registro de toma (6,4 x 6,4 x 4,2) cm.	0.42	221.76
160	H. oficial de segunda.	18.00	2 880.00
Total 4.8:			4381.76

**Partida 4.9.- CANALIZACIÓN INTERIOR DOMOTICA**

Canalización interior domótica compuesta por tubo de 25 mm (para bus domótico) y de 20 mm (para sensores y actuadores) de material plástico no propagador de la llama, corrugados o lisos, empotrada en ladrillo de media asta y caja mixta para domótica y electricidad en cada estancia.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
8000	Mts. tubo de PVC coarrugado de 25 mm. de diámetro. (bus domotico)	0.18	1 440.00
37440	Mts. tubo de PVC coarrugado de 20 mm. de diámetro. (sensores y actuadores)	0.16	5 990.40
1760	Caja doble mixta para domotica y electricidad (una en cada estancia)	1.00	1 760.00
800	H. oficial de segunda.	18.00	14 400.00
Total 4.9			23 590.40

**Partida 4.10.- RECINTOS DE INSTALACIONES**

Armario ignífugo para recinto de instalaciones de telecomunicación, según normativa, debidamente instalado.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
2	Ud. Armario de 200x150x50 cm	600.00	1 200.00
1	H. Oficial de segunda	18.03	18.03
Total 4.10:			1218.03

**Partida 4.11.- REGISTROS DE TOMAS NO ASIGNADOS**

Canalización interior compuesta por tubo de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, con hilo guía, corrugados o lisos, empotrada en ladrillo de media asta y caja de registro de toma, debidamente instalado			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P.Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
4000	Mts.tubo corrugado de 20 mm de diámetro con hilo guía	0.18	720.00
448	Cajas registro de toma (6,4 x 6,4 x 4,2) cm.	0.35	156.80
80	H. Oficial de segunda	18.03	1 442.40
Total 4.11:			1599.20

<b>TOTAL Capítulo 4.- INFRAESTRUCTURA :</b>	<b>136362.83</b>
---	------------------

**RESUMEN**

TOTAL Capítulo 1.- R. T. V. :	31.056,67
TOTAL Capítulo 2.- SATÉLITE :	245,49
TOTAL Capítulo 3.- TELEFONÍA :	30.681,29
TOTAL Capítulo 4.- INFRAESTRUCTURA :	136.362,83
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>198.346,28</b>

La repercusión de estos costes de infraestructura común de telecomunicaciones y domótica por vivienda, dado que se trata de un edificio de 220 viviendas, es aproximadamente de 900 €. Este hecho, comparado con el precio de mercado de una vivienda de tipo medio-bajo en Zaragoza, no representa un porcentaje significativo en el coste de construcción, y mucho menos en el de venta de la misma. En cualquier caso, incluso para una vivienda VPO de precio aproximado de 100.000€, sería menor del 1%.

## ***ANEXO V. Aproximación Presupuestaria de una Instalación Domótica.***

Este anexo ha sido realizado gracias a la información obtenida de la empresa ISDE Ing S.L. En él se incluyen consideraciones de costes de una instalación domótica tipo DOMOLON para una vivienda, una zona común en un edificio y una oficina. Así mismo se incluye también una estimación del coste de una pasarela residencial cada vivienda, oficina y zona común. En todos los casos se presupone que existe una preinstalación domótica como la detallada en el anexo IV. En cada caso se realiza la extrapolación al caso de 220 viviendas y 200 oficinas sin tener en cuenta los descuentos por volumen que se tendrían.

Los elementos incluidos se detallan en cada caso. No obstante, la aproximación puede modificarse ampliando las capacidades de la instalación con los elementos incluidos en la página web:

[http://www.isde-ing.com/productos\\_domotica.asp](http://www.isde-ing.com/productos_domotica.asp)

### **Índice:**

1 INSTALACION DOMOTICA DE LAS VIVIENDAS.....	2
2 INSTALACION DOMOTICA DE LAS ZONAS COMUNES.....	6
3 INSTALACION DOMOTICA DE LAS OFICINAS. ....	8

# 1 INSTALACION DOMOTICA DE LAS VIVIENDAS.

La instalación domótica para cada vivienda consta de:

## INFRAESTRUCTURA COMUN DOMOTICA (ICD) PARA LAS VIVIENDAS.

- Proyecto domótico.
- Dirección de obra.
- Certificado final de obra.
- Suministro de “caja de supervisión”, cable de “bus específico” y cable de sensores.
- Mano de obra de la instalación del cableado.
- Comprobación de la continuidad y verificación de la instalación del cableado.
- Incluye los Módulos de Control siguientes:
  1. Pasarela Residencial
  2. Módulo de Supervisión.
  3. Módulo Telefónico.
  4. Fuente de Alimentación.

## INSTALACION DE ELEMENTOS O FUNCIONES DOMOTICAS Y DE COMUNICACION PARA LAS VIVIENDAS.

- Detección de presencia en la entrada principal.
- Luz automática en la entrada principal.
- Detección de fugas de agua en la cocina y en los baños.
- Instalación de actuador motorizado de corte general de suministro de agua (a diferencia de la electroválvula garantiza absolutamente la función en el momento de la incidencia).
- Detección de fugas de gas en la cocina.
- Instalación de actuador motorizado de corte general de suministro de gas (a diferencia de la electroválvula garantiza absolutamente la función en el momento de la incidencia).
- Detección de humo en el salón.
- Activación a distancia de la calefacción vía teléfono, toda la vivienda a la vez.
- Teleasistencia: Pulsador inalámbrico con posibilidad de generar aviso de ayuda a cualquier teléfono exterior a la vivienda
- Domoportero: Integración del portero automático o vídeoportero en la telefonía interior de la vivienda y redireccionamiento a teléfono exterior.

- Dispositivo para el control de las funciones domóticas anteriormente descritas mediante teléfono interior o exterior a la vivienda y aviso de incidencias al usuario mediante voz.

<b>SUBTOTAL 1.1: ICD DE VIVIENDA</b>
--------------------------------------

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Realización de proyecto domótico	—	1	52,2
Dirección de obra	—	1	75
Certificado final de obra	—	1	50
Caja de supervisión para empotrar	ICE-36G	1	55,90
Cable de bus Domolon	CCB-24	50 m	30,23
Cable de sensores	CCP-22	50 m	19,83
Terminal de bus 39 k $\Omega$	CTR-010	2	58,52
<b>Subtotal 1.1: ICD de vivienda ...</b>			<b>341,68</b>

<b>SUBTOTAL 1.2: DETECCION DE PRESENCIA EN LA ENTRADA, DETECCION DE FUGAS DE AGUA Y DE GAS EN COCINA CON ACTUADORES Y HUMO EN SALON</b>
---

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Pasarela Residencial		1	350
Nodo integral de supervisión	INM-011-R	1	299,4
Fuente de alimentación de 20 W	IFA-200-V2R	1	274,52
Batería de 12 V/7 A	CB-127	1	27,98
Nodo telefónico sin domoportero	INM-020-R	1	340,15
Nodo de control estándar	INS-231-BPR	3	519,51
Detector de presencia de techo	CSP-100	1	77,30
Sonda de agua	CSA-100	1	23,33
Detector de gas	ISP-1X	1	98,62
Detector de humo	ISH-2600	1	76,63
Actuador de corte de agua de 1"	CA_IVBL-1U	1	199,10
Mano de obra de fontanería	—	1	180,3

Actuador de corte de gas	—	1	216,38
Mano de obra de instalador de gas	—	1	252,45
Mano de obra de técnico	—	12	576,96
Desplazamiento de técnico	—	5	90,15
Comisión comercial	—	1	180
Paquete telefónico	—	1	800
<b>Subtotal 1.2: Detección de presencia en la entrada de la vivienda, detección de fugas de agua y gas en cocina con actuadores y detección de humo en salón ...</b>			<b>4.582,78</b>

### SUBTOTAL 1.3: DETECCION DE FUGAS DE AGUA EN BAÑOS

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Detector de fugas de agua	CSA-100	2	46,66
<b>Subtotal 1.3: Detección de fugas de agua en baños ...</b>			<b>46,66</b>

### SUBTOTAL 1.4: ACTIVACION A DISTANCIA DE LA CALEFACCION

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Nodo de control estándar	INS-231-BPR	1	173,17
Mano de obra de técnico	—	1	48,08
Desplazamiento de técnico	—	1	18,03
Comisión comercial	—	1	30
<b>Subtotal 1.4: Activación a distancia de la calefacción ...</b>			<b>269,28</b>

### SUBTOTAL 1.5: DOMOPORTERO

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Domoportero	—	1	123,33
<b>Subtotal 1.5: Domoportero ...</b>			<b>123,33</b>

### SUBTOTAL 1.6: TELEASISTENCIA

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
----------	------------	----------	-----

Pulsador transmisor colgante	ITEL	1	177,91
Mano de obra de técnico	—	1	48,08
Desplazamiento de técnico	—	1	18,03
Comisión comercial	—	1	30
<b>Subtotal 1.6: Teleasistencia ...</b>			<b>274,02</b>

<b>SUBTOTAL 1: INSTALACION DOMOTICA PARA UNA VIVIENDA</b>
---

<b>Subtotal</b>	<b>PVP</b>
Subtotal 1.1: ICD de un vivienda	341,68
Subtotal 1.2: Detección de presencia en la entrada , detección de fugas de agua y gas con electroválvulas en la cocina y humo en salón	4.232,78
Subtotal 1.3: Detección de fugas de agua en baños	46,66
Subtotal 1.4: Activación a distancia de la calefacción	269,28
Subtotal 1.5: Domoportero	123,33
Subtotal 1.6: Teleasistencia	274,02
<b>Instalación domótica para una vivienda ...</b>	<b>5.737,75</b>
<b>Instalación domótica para 220 viviendas ...</b>	<b>1.262.305</b>

La instalación domótica propuesta se puede considerar completa. La repercusión de estos costes por vivienda es de, pensando en una VPO de precio aproximado de 100.000 €, de poco más del 5,7%.

## 2 INSTALACION DOMOTICA DE LAS ZONAS COMUNES.

La instalación domótica de las zonas comunes consta de:

### INFRAESTRUCTURA COMUN DOMOTICA (ICD) PARA LAS ZONAS COMUNES.

- Proyecto domótico.
- Dirección de obra.
- Certificado final de obra
- Suministro de cable de "bus específico" y cable de sensores.
- Mano de obra de la instalación del cableado.
- Comprobación de la continuidad y verificación de la instalación del cableado.

### INSTALACION DE ELEMENTOS O FUNCIONES DOMOTICAS PARA LAS ZONAS COMUNES.

- Luces automáticas interiores en función de la presencia de personas y el nivel de luz exterior, para el conjunto de la edificación.
- Luces automáticas exteriores en función del nivel de luz exterior, para el conjunto de la edificación.

#### SUBTOTAL 2.1: ICD DE LA ESCALERA

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Realización de proyecto domótico	—	1	400
Dirección de obra	—	1	400
Certificado final de obra	—	1	400
Cable de bus Domolon	CCB-24	100 m	60,46
Cable de sensores	CCP-22	200 m	79,32
Terminal de bus 39 k $\Omega$	CTR-010	2	58,52
<b>Subtotal 2.1: ICD de la escalera ...</b>			<b>1.398,3</b>

#### SUBTOTAL 2.2: LUCES AUTOMATICAS DE LA ESCALERA

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Fuente de alimentación de 45 W	FA-45-WD	1	151,44

Nodo medidor de luz exterior	INM-030-R	1	209,89
Nodo de control estándar	INS-231-BPR	8	1.385,36
Detector de presencia de techo	CSP-100	24	1.855,2
Mano de obra de técnico	—	10	480,8
Desplazamiento	—	4	72,12
Comisión comercial	—	1	60
<b>Subtotal 2.2: Luces automáticas de la escalera ...</b>			<b>4.214,81</b>

<b>SUBTOTAL 2 : INSTALACION DOMOTICA PARA LAS ZONAS COMUNES</b>
---

<b>Subtotal</b>	<b>PVP</b>
Subtotal 2.1: ICD de la escalera	<b>1.398,3</b>
Subtotal 2.2: Luces automáticas de la escalera	<b>4.214,81</b>
<b>Subtotal 2: Instalación domótica para las zonas comunes ...</b>	<b>5.613,11</b>

Estos costes deben ser prorrateados entre el número de usuarios que reciben el servicio a través de esta infraestructura. De cualquier forma hay que esperar que este número sea en la práctica mayor de 10, por lo que suponiendo un número mínimo de 10 usuarios, estos costes por usuario serían del orden de 600€, cantidad más que razonable comparada con los costes tanto de compra como de alquiler de una vivienda o unos locales de oficinas.

### 3 INSTALACION DOMOTICA DE LAS OFICINAS.

La instalación domótica de las oficinas consta de:

#### INFRAESTRUCTURA COMUN DOMOTICA (ICD) PARA LAS OFICINAS.

- Proyecto domótico.
- Dirección de obra.
- Certificado final de obra.
- Suministro de “caja de supervisión”, cable de “bus específico” y cable de sensores.
- Mano de obra de la instalación del cableado.
- Comprobación de la continuidad y verificación de la instalación del cableado.
- Incluye los Módulos de Control siguientes:
  1. Pasarela Residencial
  2. Módulo de Supervisión.
  3. Módulo Telefónico.
  4. Fuente de Alimentación.

#### INSTALACION DE ELEMENTOS O FUNCIONES DOMOTICAS Y DE COMUNICACION PARA LAS OFICINAS.

- Detección de presencia.
- Detección de fugas de agua en el baño.
- Instalación de actuador motorizado de corte general de suministro de agua (a diferencia de la electroválvula garantiza absolutamente la función en el momento de la incidencia).
- Detección de fugas de gas en zona de caldera.
- Instalación de actuador motorizado de corte general de suministro de gas (a diferencia de la electroválvula garantiza absolutamente la función en el momento de la incidencia).
- Detección de humo.
- Activación a distancia de la calefacción vía teléfono.
- Activación a distancia del aire acondicionado vía teléfono.
- Domoportero: Integración del portero automático o vídeoportero en la telefonía interior de la vivienda y redireccionamiento a teléfono exterior.
- Dispositivo para el control de las funciones domóticas anteriormente descritas mediante teléfono interior o exterior a la vivienda y aviso de incidencias al usuario mediante voz.

**SUBTOTAL 3.1: ICD DE OFICINA**

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Realización de proyecto domótico	—	1	20
Dirección de obra	—	1	20
Certificado final de obra	—	1	20
Caja de supervisión para empotrar	ICE-36G	1	55,90
Cable de bus Domolon	CCB-24	50 m	30,23
Cable de sensores	CCP-22	50 m	19,83
Terminal de bus 39 kΩ	CTR-010	2	58,52
<b>Subtotal 3.1: ICD de oficina...</b>			<b>224,48</b>

**SUBTOTAL 3.2: DETECCION DE PRESENCIA, DETECCION DE FUGAS DE GAS Y AGUA EN BAÑO CON ACTUADORES Y HUMO**

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Pasarela Residencial		1	350
Nodo integral de supervisión	INM-011-R	1	299,4
Fuente de alimentación de 20 W	IFA-200-V2R	1	274,52
Batería de 12 V/7 A	CB-127	1	27,98
Nodo telefónico sin domoportero	INM-020-R	1	340,15
Nodo de control estándar	INS-231-BPR	3	519,51
Detector de presencia de techo	CSP-100	1	77,30
Sonda de agua	CSA-100	1	23,33
Detector de gas	ISP-1X	1	98,62
Detector de humo	ISH-2600	1	76,63
Actuador de corte de agua de 1"	CA_IVBL-1U	1	199,10
Mano de obra de fontanería	—	1	180,3
Actuador de corte de gas	—	1	216,38
Mano de obra de instalador de gas	—	1	252,45
Mano de obra de técnico	—	12	576,96
Desplazamiento de técnico	—	5	90,15
Comisión comercial	—	1	180

Paquete telefónico	—	1	800
<b>Subtotal 3.2: Detección de presencia, detección de fugas de agua en baño y gas con actuadores y detección de humo ...</b>			<b>4.582,78</b>

### SUBTOTAL 3.3: DETECCION DE FUGAS DE AGUA EN BAÑOS

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Detector de fugas de agua	CSA-100	1	23,33
<b>Subtotal 3.3: Detección de fugas de agua en baños ...</b>			<b>23,33</b>

### SUBTOTAL 3.4: ACTIVACION A DISTANCIA DE LA CALEFACCION

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Nodo de control estándar	INS-231-BPR	1	173,17
Mano de obra de técnico	—	1	48,08
Desplazamiento de técnico	—	1	18,03
Comisión comercial	—	1	30
<b>Subtotal 3.4: Activación a distancia de la calefacción ...</b>			<b>269,28</b>

### SUBTOTAL 3.5: ACTIVACION A DISTANCIA DEL AIRE ACONDICIONADO

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Nodo de control estándar	INS-231-BPR	(0) 1	173,17
Mano de obra de técnico	—	1	48,08
Desplazamiento de técnico	—	1	18,03
Comisión comercial	—	1	30
<b>Subtotal 3.5: Activación a distancia del aire acondicionado ...</b>			<b>269,28</b>

### SUBTOTAL 3.6: DOMOPORTERO

Concepto	Referencia	Unidades	PVP
Domoportero	—	1	123,33

<b>Subtotal 3.6: Domoportero ...</b>	<b>123,33</b>
--------------------------------------	---------------

<b>SUBTOTAL 3: INSTALACION DOMOTICA PARA UNA OFICINA</b>
--

<b>Subtotal</b>	<b>PVP</b>
Subtotal 3.1: ICD de oficina	224,48
Subtotal 3.2: Detección de presencia, detección de fugas de agua en baño y gas con actuadores y detección de humo	4.582,78
Subtotal 3.3: Detección de fugas de agua en baños	23,33
Subtotal 3.4: Activación a distancia de la calefacción	269,28
Subtotal 3.5: Activación a distancia del aire acondicionado	269,28
Subtotal 3.6: Domoportero	123,33
Subtotal 3.7: Detección de presencia adicional	77,30
<b>Instalación domótica para una oficina ...</b>	<b>5.569,78</b>
<b>Instalación domótica para 200 oficinas ...</b>	<b>1.113.956</b>

**ANEXO N° 4:**  
**Informe técnico sobre la evaluación de  
alternativas tecnológicas para la reducción de  
barreras asociadas a distintas tecnologías**



---

# INFORME TÉCNICO SOBRE LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE BARRERAS ASOCIADAS A DISTINTAS TECNOLOGÍAS

---

Zaragoza, octubre de 2005

Autor/es: Luis Montano  
José Luis Villarroel  
Eduardo Lleida  
Javier Minguez  
Alfonso Ortega  
Luis Buera



## 1. Introducción

La inmersión en nuevo entorno de gran carga tecnológica y de información como se pretende sea la “Milla Digital” supone un nuevo concepto de desarrollo urbano e incluso de relaciones interhumanas y persona-entorno, con fuertes repercusiones y demandas psicológicas y sociológicas. Una de las características decisivas de este nuevo “ambiente inteligente” es su capacidad integradora para cualquier tipo de persona. De hecho, la reducción de barreras arquitectónicas (que se asume suficientemente contemplado en la “Milla”) se ha convertido en un pre-requisito de cualquier actuación urbana o arquitectónica de nuevo cuño. Este aspecto hay que extenderlo a distintos ambientes con objeto de proporcionar nuevos servicios adaptados a las posibilidades que ofrecen actualmente y que en un futuro próximo ofrecerán las nuevas tecnologías. Éstas pueden ayudar a las personas en su quehacer diario, en sus viviendas, en sus lugares de trabajo, en el entorno exterior en el que se desenvuelve sus vidas habituales y en los lugares de ocio o de compra..

El objetivo de este informe es el de proponer una serie de nuevos servicios que podrían incorporarse en un “barrio” moderno, aprovechando las posibilidades de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Junto con estos servicios, se presentan posibles tecnologías que permitirían llevarlos a cabo. Se han considerado tanto tecnologías existentes en la actualidad, comercializadas, como otras que actualmente están todavía en estado de prototipo en laboratorios de investigación públicos o privados, pero que en un futuro próximo podrán incorporarse al mercado y resultar habituales en la vida diaria.

Una consideración especial merece en este informe la adaptación de los servicios y tecnologías a diferentes discapacidades. Obviamente, la variedad de discapacidades existentes es tan amplia que resultaría imposible hacer una descripción pormenorizada de todas ellas y de las soluciones tecnológicas que deberían ser particularizadas. Es conocida la relación existente entre discapacidad y envejecimiento, lo que aconseja la aplicación de las tecnologías de la información y comunicaciones para suplir carencias y potenciar capacidades. Así pues, la incorporación de este tipo de tecnologías surge como respuesta a una de las grandes preocupaciones de este sector de la población: el mantenimiento de su autonomía e independencia. Por ello se ha optado por seleccionar las discapacidades más genéricas y presentar para ellas algunas soluciones tecnológicas que pudieran facilitar la vida cotidiana en un “barrio avanzado tecnológicamente” como el que será “Milla Digital”.

La “Milla Digital” debe garantizar la igualdad de oportunidades haciendo por ello prevalecer el concepto de “diseño para todos” en la planificación de sus servicios e infraestructuras. “Diseño para todos” implica la concepción de productos, servicios y sistemas útiles para la población, proporcionando soluciones personalizadas cuando sea preciso. Las tecnologías deben poder adaptarse fácilmente a circunstancias y usuarios diversos.

Este informe se complementa con el correspondiente a “domótica” que se desarrolla en paralelo. Sin embargo, en éste se pretende dar un paso más

proponiendo algunas soluciones que pueden considerarse en este momento futuristas, pero que dado el estado actual de la tecnología, podrán ser viables dentro de pocos años.

Las tecnologías consideradas se orientan hacia dos tipos de dispositivos: (1) los sistemas de automatización robotizados, y (2) las interfaces que permitirán la comunicación e interacción natural entre personas, hombre-máquina y máquina-máquina. Se hará especial énfasis en los dos primeros tipos de interfaces, ya que son las que deberán adaptarse a los diferentes servicios a utilizar y a las posibles circunstancias de los usuarios.

La supresión de barreras tecnológicas se puede contemplar desde distintos aspectos:

- Facilitar la movilidad de las personas tanto en el exterior como dentro de los edificios. Ello lleva consigo dotar al entorno de la tecnología que facilite el desplazamiento físico a la vez que proporciona información, con mínimo esfuerzo y mínimos conocimientos, de dónde se está en cada momento, cómo se puede llegar al destino deseado, etc.
- Elaborar la información en la forma más adecuada para facilitar la vida cotidiana en el entorno y permitir una mayor participación en las actividades diarias. Ello se debe contemplar en el ámbito educativo, en los lugares de ocio, en espacios deportivos, en servicios administrativos, en bibliotecas, en lugares de compras, en restaurantes, en las calles, etc.
- Desarrollar dispositivos para proporcionar información, de fácil comprensión y manejo para todo el mundo. Ello implica el desarrollo de interfaces hombre-máquina que permitan la adaptación de su funcionamiento a la amplia variedad de discapacidades que existen. Se contempla aquí interfaces multimodales inteligentes basadas en voz, visión o tacto. Estos dispositivos deberán estar integrados en el mobiliario urbano y en las diferentes dependencias de los edificios.
- Incorporar en las viviendas, lugares de trabajo, lugares de ocio, colegios, etc. dispositivos que permitan automatizar y robotizar muchas de las tareas que se desarrollan, y en especial aquellas que son de difícil realización por parte de personas dependientes, mayores o discapacitados, incrementando la calidad de vida de las mismas. Esto incluye también sistemas de teleasistencia y de seguridad. Todo ello adaptado a las distintas discapacidades.

El informe se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 se presentan los diferentes servicios avanzados que podrían proporcionarse en la "Milla", tanto a las personas como a otros equipos existentes en el entorno. Se consideran los cuatro tipos de ambientes en los que podrían aplicarse: la vivienda, la oficina, el exterior, y otros lugares como museos y supermercados. Se asocian a los diferentes servicios las tecnologías utilizables. En la sección 3 se describe el estado actual de la tecnología, relacionándola con los servicios presentados en la sección anterior. La sección 4 se dedica de forma específica a las tecnologías para discapacidades, que presentan rasgos específicos que hay que considerar. En el apartado 5 se seleccionarán algunos de los servicios y tecnologías asociadas que podrían ser consideradas básicas en un entorno

avanzado, y se proponen otras avanzadas que podrían ser opcionalmente implantadas más adelante. Finalmente, en la sección 6 se describen algunos escenarios “tipo” en los que se reflejen los servicios y tecnologías propuestas, de tal forma que den una visión práctica de la utilidad de dichos servicios en la “Milla Digital”.

## 2. Taxonomía de servicios y tecnologías

En esta sección se presenta una taxonomía de servicios avanzados que podrían proporcionarse en la “Milla” con la tecnología actualmente desarrollada y con la que está hoy por hoy en fase de desarrollo. Se consideran dos tipos de servicios:

- Servicios a personas
- Servicios a equipos

### 2.1. Servicio a personas

En este concepto se incluyen aquellos servicios que las máquinas o dispositivos automatizados pueden prestar a las personas que habitan o que visitan la “Milla”.

#### 1. Domótica.

*Definición:* tecnología en la vivienda destinada a aumentar el confort.

*Ámbito:* vivienda. Se incluyen los dispositivos instalados en el hogar, que permiten automatizar algunas actividades: manejo de electrodomésticos, sistemas convencionales de vigilancia, detección de situaciones anómalas en la vivienda, teleasistencia, etc. Se remite en este punto al informe sobre “domótica”.

#### 2. Entretenimiento.

*Definición:* tecnología destinada al ocio y al acompañamiento.

*Ámbito:* estos dispositivos se ubicarían en la vivienda o centros públicos. Un ejemplo de dispositivos de entretenimiento son las “mascotas robotizadas” de tipo antropomórfico o zoomórfico que ya empiezan a comercializarse.

#### 3. Asistencia a discapacitados y ancianos.

*Definición:* tecnología destinada a la superación de discapacidades motoras, sensoriales o intelectuales.

*Ámbito:* estos dispositivos podrían ubicarse en la vivienda, en oficinas, en el exterior, o en centros públicos, dependiendo del dispositivo y servicio. Son ejemplo de ello los dispositivos que facilitan la movilidad (sillas de ruedas, brazos robotizados), así como aquéllos que dan información de diferentes modos (hablada para ciegos o visual para sordos) o guían a personas ciegas o con deficiencias psíquicas.

#### 4. Guiado de personas.

*Definición:* tecnología destinada a guiar a una persona a un destino o por un recorrido determinado, pudiendo dar información adicional.

*Ámbito: exterior y centros públicos. Por ejemplo, pueden ubicarse en el exterior, asociados al mobiliario urbano, para informar del recorrido a un cierto punto a los visitantes de la “Milla” o en un museo para realizar una visita guiada.*

#### **5. Localización.**

*Definición: tecnología destinada a la localización de personas.*

*Ámbito: en cualquier lugar de la “Milla”, tanto en el interior de edificios como en el exterior. Estos sistemas requerían de dispositivos portados de forma voluntaria por las personas, que permitiesen identificarlos y localizarlos en todo momento.*

#### **6. Teleasistencia.**

*Definición: tecnología destinada a la obtención de información remota de la situación de una persona, la monitorización de sus constantes vitales, las posibles caídas, o dispositivos de rehabilitación monitorizados remotamente.*

*Ámbito: en cualquier lugar de la “Milla”, tanto en el interior de edificios como en el exterior. Como en el caso anterior se requiere un dispositivo portado por la persona que monitorice su estado allí donde se encuentre.*

#### **7. Transporte automático de personas.**

*Definición: vehículos automatizados, sin conductor, para facilitar el desplazamiento en el exterior de los edificios.*

*Ámbito: exterior. En algunos parques temáticos y recintos abiertos de ocio existen este tipo de vehículos automatizados. Éstos pueden ser colectivos (tipo microbús) o de uso individual y en cualquier caso no necesitan de una infraestructura especial (vías), sino que pueden desplazarse de forma segura evitando colisiones y navegando por el entorno de forma automática. En este caso hay que considerar de forma muy especial la seguridad tanto de los pasajeros como de las personas que pueden moverse cerca. Para ello deberían acondicionarse zonas o “carriles” exclusivos para estos desplazamientos, además de adaptar la normativa vigente en cuestiones de movilidad y seguridad.*

#### **8. Vigilancia y seguridad.**

*Definición: tecnología destinada a la detección de intrusos y otros eventos como fuego, gases, humos,...*

*Ámbito: aplicable a todos los de la “Milla”. Además de los sistemas basados en sistemas estáticos de vigilancia (cámaras fijas, reconocimiento biométrico), se están desarrollando, principalmente para grandes espacios, robots móviles de vigilancia, que se centran y adaptan a zonas importantes o problemáticas, constituyendo una auténtica red adaptativa de sistemas de vigilancia, realizando de forma más eficiente y flexible el seguimiento de objetivos y la monitorización en entornos amplios.*

#### **9. Distribución de mercancías.**

*Definición: tecnología destinada a la logística automatizada de mercancías y objetos.*

*Ámbito: exterior, oficinas y centros públicos. Con objeto de optimizar el transporte de mercancías en la “Milla”, se podrían utilizar sistemas de transporte automatizado, tanto en el exterior como en el interior de edificios, como por ejemplo en oficinas. En el primer caso habría que considerar aspectos de seguridad e infraestructuras similares a los mencionados en el punto de transporte automático de personas. El segundo caso se refiere a robots móviles para transporte en interiores, de los que ya hay experiencias y productos, en oficinas u hospitales.*

## **10. Información y acceso a servicios.**

*Definición: tecnología destinada a dar acceso al usuario a toda la información disponible y a los servicios tanto públicos como privados ofertados de forma automática.*

*Ámbito: todos los de la “Milla”. Aquí se incluirían los sistemas avanzados que proporcionan información o el acceso a determinados servicios (bancos, espectáculos, etc.) a los habitantes y visitantes de la “Milla” en ubicaciones y mobiliario urbano distribuidos por el exterior o en el interior de los edificios. Estos sistemas deberán disponer de interfaces adaptadas al tipo de información a suministrar y a las diferentes discapacidades consideradas.*

## **2.2. Servicio a equipos**

En este concepto se incluyen aquellos servicios que las máquinas o dispositivos automatizados pueden prestar a otros equipos instalados.

### **1. Limpieza.**

*Definición: tecnología destinada a la limpieza automatizada de superficies.*

*Ámbito: todos los de la “Milla”. Se consideran aquí aquellas máquinas automatizadas o robotizadas que permiten la realización de tareas de limpieza, tanto en las viviendas (aspiradoras robotizadas), como en el exterior (robots de limpieza de calles, piscinas ...).*

### **2. Cortacésped.**

*Definición: tecnología destinada a la siega automatizada de césped.*

*Ámbito: exterior. Se trata de robots cortacésped utilizables tanto en urbanizaciones como en los parques y jardines.*

### **3. Llenado de gasolina.**

*Definición: tecnología destinada al llenado de depósitos de gasolina y gasóleo de vehículos públicos o privados.*

*Ámbito: exterior. Es una aplicación muy específica de la que ya existe alguna experiencia y producto. Se trata de un brazo robotizado que realiza de forma automática el llenado del depósito del vehículo.*

### **4. Vigilancia y seguridad.**

*Definición: tecnología destinada a la detección de intrusos y otros eventos como fuego, gases, humos,...*

*Ámbito: aplicable a todos los de la “Milla”. Se consideran en este apartado aquellos sistemas robotizados de vigilancia descritos*

*anteriormente que proporcionan información al sistema general de vigilancia de la zona (interior o exterior).*

### **5. Señalización y mobiliario urbano inteligente.**

*Definición: tecnología destinada a la configuración, según necesidades, de la señalización y mobiliario urbano.*

*Ámbito: exterior. Se consideran en este apartado aquellos sistemas que permitan una configuración segura y flexible de la señalización urbana, así como del mobiliario urbano.*

## **3. Estado actual de las tecnologías**

En esta sección se describen las diferentes soluciones tecnológicas existentes en el mercado o en desarrollo en laboratorios de investigación, que permiten implantar los servicios mencionados en la sección anterior. Se considerarán dos tipos de tecnologías:

- robótica de servicio
- interfaces

### **3.1. Robótica de servicio**

La Federación Internacional de Robótica (IFR) define un robot de servicio como:

“Un robot que opera de forma total o parcialmente automática realizando servicios útiles para humanos o equipos, excluyendo las operaciones de manufactura”.

A diferencia de los robots industriales, operan fuera del ámbito controlado de las fábricas y suelen tener interacción con el ser humano.

La robótica de servicio es una actividad que está creciendo y que previsiblemente sobrepasará al mercado de la robótica industrial en el futuro debido a la diversidad de aplicaciones. Según datos aportados por la IFR el parque de robots de servicio profesionales en 2001 era de 18.000 unidades y se prevén más de 30.000 unidades en el periodo 2003 -2006. El parque mundial de robots no profesionales se estimaba en 2002 en 54.000 unidades, estimándose en 638.000 unidades los que se incorporarán en el periodo 2003 -2006.

La IFR establece también una primera clasificación de las aplicaciones de los robots de servicio:

1. Servicio a humanos (protección, ayuda a discapacitados, aplicaciones médicas, entretenimiento, etc.).
2. Servicio a equipos (mantenimiento e inspección, reparación, limpieza, etc.).

3. Otras aplicaciones realizando funciones autónomas (vigilancia, transporte, adquisición de datos, etc.) o que no puedan clasificarse en los dos grupos anteriores.

El *Technical Committee on Service Robots* de la *Robotics and Automation Society* del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineering) ha establecido también una clasificación de aplicaciones más detallada. A continuación, tomando como base la clasificación mencionada, se explicita un conjunto de aplicaciones, seleccionando aquellas que puedan tener interés en el marco de la “Milla Digital”, dándose algunos ejemplos de robots operativos. Se considerará aquí la clasificación del tipo de servicios (a personas o a equipos) descrita en la sección anterior.

## 1 Servicio a personas

### 1. Entretenimiento

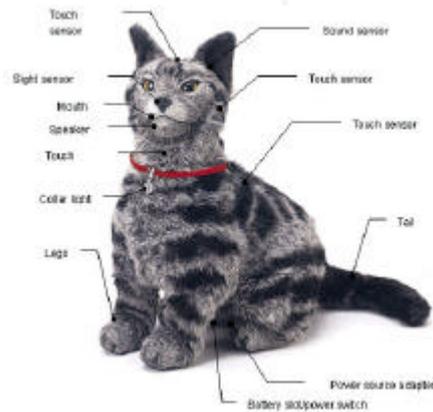
La robótica de entretenimiento está destinada al ocio y al acompañamiento. Puede verse como juguete o elemento de aprendizaje, como juguete mascota o como labor social de compañía a personas solas.



Ursula, androide femenino de tamaño natural que puede hablar y bailar.  
Florida Robotics (USA) <http://www.floridarobotics.com/ursula.htm>.



LEGO MINDSTORMS, construcción Lego que puede incorporar accionadores, sensores, un microcontrolador y comunicaciones para la construcción de robots. Lego (<http://mindstorms.lego.com>).



NeCoRo, gato robotizado. OMRON Corporation (<http://www.necoro.com/newsrelease/index.html>).

Los *humanoides* son robots principalmente destinados actualmente a la investigación de la interacción entre una base mecánica y un control inteligente, aunque sus aplicaciones futuras serán al servicio de los humanos por las interfaces que presentan y por su morfología. En la actualidad los robots humanoides comercialmente no pasan de ser piezas de marketing para las grandes marcas o robots de entretenimiento muy caros.



QRIO, puede caminar sobre sus dos pies y bailar. Reconoce y aprende caras y puede comportarse de forma diferente según su interlocutor humano. Habla y reconoce la voz. SONY (<http://www.sony.net/SonyInfo/QRIO/>).



ASIMO, es capaz de interpretar posturas y gestos humanos y reaccionar en respuesta. Habla y reconoce caras. Sabe caminar de forma estable. Honda (<http://asimo.honda.com>).

## 2. Asistencia a discapacitados y ancianos

Ésta es una de las aplicaciones más sociales de la robótica de servicio a los humanos. Existen diversas aplicaciones en las que la robótica puede suplir discapacidades humanas, por ejemplo prótesis de extremidades robotizadas que atienden órdenes cerebrales o sillas de ruedas eléctricas con capacidad de navegación semiautónoma que permita el paso por puertas y evitan obstáculos. La combinación de una silla de ruedas con un brazo manipulador permite la ejecución de tareas simples como la apertura de puertas o la preparación de un café a grandes discapacitados. Para este tipo de aplicaciones la interfaz entre la máquina y el hombre viene muy condicionada por la discapacidad concreta y debe ser diseñada en cada caso. Esta interfaz va desde el simple joystick al reconocimiento automático del habla o el seguimiento de los movimientos oculares. La asistencia a discapacidades es considerada en más detalle en la sección 4.



Assistive Robotic Manipulator (ARM), manipulador para su instalación en una silla de ruedas. Exact Dynamics (Holanda, <http://www.exactdynamics.nl/>).

### 3. Guiado de personas

Una de las posibles aplicaciones de la robótica de servicio es el guiado de grupos en museos, exposiciones o ferias. Para realizar esta actividad es necesario un robot móvil autónomo con capacidad para evitar obstáculos, pero también con capacidad para interactuar con el ser humano. Así pues necesita de interfaces audiovisuales que le permita comprender órdenes habladas o dar información hablada o visual.



Joe, robot guía en el *Heinz History Center*.  
Mobot Inc. (<http://www.mobotinc.com>).

### 4. Localización

La localización de personas puede realizarse utilizando técnicas de localización empleadas en la robótica, en el caso en el que la persona vaya en un vehículo o en una silla de ruedas (GPS en exterior, localización mediante sensores embarcados). Existen otras tecnologías que permiten la localización en entornos interiores, basados en la ubicación de sensores en el edificio, que permiten reconocer y localizar a personas.

### 5. Teleasistencia

Este servicio se realiza generalmente utilizando tecnologías específicas (p.e. dispositivos de rehabilitación) y tecnologías e infraestructuras de telecomunicaciones. Algunas de estas tecnologías se describen en el informe de “domótica”.

### 6. Transporte automático

Son vehículos autónomos, sin conductor que permiten el transporte de viajeros. Para la navegación se sirven de balizas externas o GPS diferencial. Normalmente realizan trayectos prefijados y preparados. Deben poseer sensores para evitar colisiones.



robuCAB, transporte automático que puede funcionar bajo demanda (tipo taxi) o con recorridos preprogramados.  
ROBOSOFT (Francia, <http://www.robosoft.fr/>).



CyberCab, taxi automático para cuatro personas. 2getthere (Holanda, <http://www.2getthere.nl>) y FROG Navigation Systems (Holanda, <http://www.frog.nl>).

## 7. Vigilancia y seguridad

Se han desarrollado robots para uso doméstico en tareas de vigilancia. Se desplazan automáticamente entre las habitaciones, transmiten imágenes y disparan alarmas.



MOSRO Mini. Robot de vigilancia para uso doméstico.  
Robowatch (<http://www.robowatch.de:8080/home/en/products.jsp>).

## 8. Sistemas de distribución de mercancías

Otros de los entornos donde la robótica móvil puede tener su interés son las oficinas, empresas, hospitales, etc, para el reparto de correo, paquetería u otros productos.



Staffeta, robot autónomo que reparte objetos bajo demanda, guía personas y realiza vigilancia. GenovaRobot (Italia, <http://www.genovarobot.com>).



Helpmate, robot autónomo para distribución de medicinas, correspondencia e informes en hospitales.

Otros productos orientados al transporte en diferentes ámbitos son:

- Transporte de material en cocinas, lavanderías y almacenes: TransCar LTC (Swisslog AG, Suiza),
- The Tug (Aethon, USA) con carros acoplables a una plataforma móvil.

## 9. Sistemas de información y acceso a servicios públicos

Este tipo de servicios están directamente relacionados con los sistemas de información y con las interfaces. Estas últimas se presentan en el apartado 3.2 de esta sección.

## 2 Servicio a equipos

### 1. Limpieza

Los robots de limpieza ya han llegado al mercado. Grandes superficies como estaciones de tren o aeropuertos pueden ser limpiadas de forma automática por robots móviles con capacidad de navegación autónoma. También se han desarrollado y comercializado robots de limpieza para entornos domésticos como los aspiradores autónomos y robots para limpieza de fondos de piscinas.



RoboScrub, robot de limpieza industrial guiado por láser.  
Denning Branch International (Australia, <http://www.southcom.com.au>).



Robot de limpieza con el software de navegación SINAS.  
Siemens (<http://www2.automation.siemens.com>).



TigerShark Plus, robot para la limpieza de piscinas. Aqua Vac  
(USA, <http://www.aquavacsystems.com>).



Trilobite 2.0, robot aspiradora con ultrasonidos.  
Electrolux (<http://trilobite.electrolux.co.uk>).



Roomba Discovery SE, robot aspiradora. iRobot (USA, <http://www.irobot.com>).



robuGLASS. Limpieza de cristales en edificios.  
RoboSoft (<http://www.robosoft.fr/robuglass.html>).

Otros productos y compañías que desarrollan robots para limpieza son:

- limpieza de ventanas y paredes, principalmente para grandes edificios, Aqua Products (USA), Weda (Suecia) y Maytronics (Israel). Para la limpieza de ventanas Cybernétix (Francia), Robosoft (Francia), Wany SA (Francia) y Smart Robotics (Israel) .
- limpieza de ventanas Cybernétix (Francia), Robosoft (Francia), Wany SA (Francia) y Smart Robotics (Israel).
- limpieza de tanques y tuberías, como los de KOBE Mechatronics (Japón), RedZone Robotics (USA y RENOSOL (Francia)).

## 2. Siega de césped

Es una aplicación muy similar a la de limpieza: un robot móvil autónomo debe cubrir una superficie con su movimiento realizando una operación, en este caso la siega de césped. Los límites de la zona a segar se suelen marcar mediante balizas o fronteras lineales. Tienen sistemas de repostado automático y de evitación de obstáculos.



Ambrogio. Zucchetti (Italia, <http://www.roboticzucchetti.com>).



Robomower. Probotics (<http://www.probotics.com>).

### 3. Contra incendios

Un robot móvil bombero es un vehículo robusto capaz de soportar altas temperaturas. Normalmente está tele-manipulado y es capaz de enviar imágenes de video o infrarrojas y posiblemente realizar algún tipo de operación mediante un actuador. Su misión es evaluar la situación antes de la entrada de bomberos o actuar en situaciones en las que éstos no pueden.



Fire Spy, vehículo telemanipulado capaz de soportar 800 °C. UK's West Yorkshire Fire Service y JCB  
(<http://www.robotbooks.com/fire-fighting-robot.htm>).

#### 4. Llenado de combustible automático.

Robots de llenado de gasolina. El usuario inserta una tarjeta y su orden de llenado. El robot localiza el coche, abre la tapa del depósito de combustible y procede al llenado de combustible de forma automática sin necesidad de descender del coche.



Reis Robotics (Alemania, <http://www.reisrobotics.de>).



RobuFill. Robot de llenado para grandes flotas de transporte.  
ROBOSOFT (Francia, <http://www.robosoft.fr>).

#### 5. Vigilancia

Los robots de vigilancia tienen como objetivo la detección de intrusos o fuegos dentro de un edificio o en el exterior. Son robots móviles, autónomos, con trayectorias planificadas y capacidad de evitación de obstáculos, que embarcan los sensores necesarios para su labor. Los datos de sus sensores son enviados a una central de mando.



CyberGuard, Cybermotion Inc. (USA, <http://www.cybermotion.com/>)



Sentry. Denning Branch International (Australia, <http://www.southcom.com.au>).



Robot de vigilancia interior para áreas amplias. Robowatch  
(<http://www.robowatch.de:8080/home/en/products.jsp>).



OFRO. Robot de vigilancia exterior para áreas amplias. Robowatch  
(<http://www.robowatch.de:8080/home/en/products.jsp>).

## 3.2. Interfaces

La Real Academia de la Lengua define las interfaces como aquellas conexiones físicas y funcionales entre dos aparatos o sistemas independientes. Desde este punto de vista, éstas se pueden clasificar atendiendo al tipo de sistemas que comunican. Así, distinguimos entre interfaces persona-persona, persona-máquina y máquina-máquina, que en este documento no se tratarán. Por otra parte, la elección de una determinada interfaz para un servicio concreto no dependerá tanto de él, aunque imponga una serie de requisitos, como de la naturaleza de los interlocutores, ya sean personas o máquinas. Por ello, en la taxonomía que se incluye a continuación no se hará distinción entre servicios salvo que alguna de las interfaces sea especialmente desaconsejable.

### 1 Interfaces persona-persona

Para las comunicaciones entre seres humanos podemos distinguir entre los métodos de interacción oral, textual, visual, táctil o combinaciones de los anteriores, si bien, de entre ellos, el modo más natural para el ser humano es el oral-visual. Es decir, escuchar al interlocutor o interlocutores a la vez que se pueden ver sus gestos y expresiones faciales. A pesar de ello, no siempre es materialmente posible llevar a cabo este tipo de comunicaciones y por ello la tecnología actual permite distintas posibilidades.

#### 1. Videoconferencia

Sin lugar a dudas, la opción más natural para el ser humano ya que permite la comunicación entre personas situadas en ubicaciones distintas como si estuvieran unas próximas a otras. Para que ello sea posible tecnológicamente, es necesario disponer de un sistema de cámaras de vídeo y micrófonos que doten al usuario de la suficiente libertad de movimiento, así como de un sistema de telecomunicación de prestaciones suficientes para la transmisión entre las diferentes ubicaciones de todos los flujos de datos (voz y vídeo). En aras de una mayor comodidad y naturalidad para el interlocutor es necesaria la implantación de sistemas “manos libres” que no obliguen al usuario a utilizar micrófonos y auriculares. Dichos sistemas deben ser capaces de realizar la adecuada cancelación de eco acústico y reducción de ruido para que la calidad de la voz enviada al otro extremo de la comunicación sea óptima.



Sala equipada para videoconferencia multiusuario.

Actualmente este tipo de tecnologías se encuentra en un estado de madurez, con un gran número de sistemas comerciales así como empresas instaladoras y acondicionadoras. Por otro lado, también existe una extensa red de investigación y desarrollo en este campo con el objetivo de incrementar las prestaciones y la eficiencia de estos sistemas, ya que la calidad de los mismos, tanto en la parte de audio como en la de video así como de los métodos de codificación y transmisión de la información de los sistemas comerciales actuales es manifiestamente mejorable.

De entre los sistemas y servicios comerciales podemos destacar los ofertados por empresas como Radvision, que proporcionan soluciones basadas en fabricantes de equipos como Sony, Aterra, VCON, Tandberg o Polycom.

Además de las soluciones presentadas por empresas instaladoras, existe la posibilidad de establecer videoconferencias a bajo coste con un equipamiento mínimo consistente en un ordenador personal de gama media, micrófonos, altavoces y webcam, mediante una conexión a Internet de velocidad mínima que garantice suficiente capacidad para la transmisión de todos los flujos de información. En este momento, existen aplicaciones, locales o remotas, gratuitas o de pago, que permiten el establecimiento, la gestión y la liberación de la videoconferencia. Así, por ejemplo, podemos encontrar VRVS (Virtual Rooms Videoconferencing System), sistema de videoconferencia multipunto basado en redes IP. Otro método de establecimiento de videoconferencias es Netmeeting, solución software aportada por Microsoft. En cuanto a software gratuito, este tipo de comunicaciones puede ser establecido mediante programas como Microsoft Messenger, entre otros.

## **2. Teléfono**

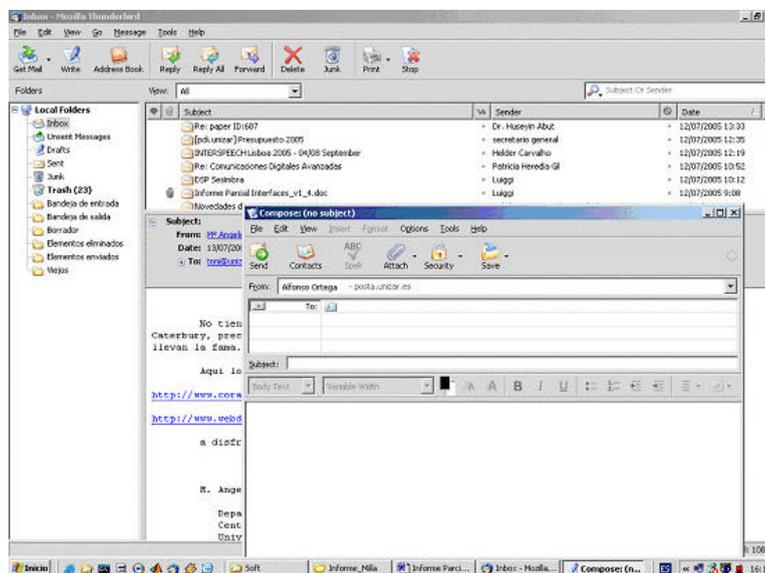
Si bien la vídeoconferencia, tal y como se ha indicado, es el modo ideal de comunicación entre las personas, no siempre es posible debido a la infraestructura que se requiere. En esos casos, el teléfono, quizás el modo de interacción entre dos personas que se encuentran en ubicaciones diferentes al que más habituada está la sociedad, se convierte en una solución satisfactoria. En este sentido, se trata de un método de comunicación oral que la sociedad ha asimilado y considera muy natural. Las instalaciones más básicas están disponibles en la mayor parte de los domicilios, oficinas y lugares públicos así como a disposición de la mayor parte de la población y el territorio gracias a la expansión de la telefonía móvil. Así podríamos hablar de la comunicación persona-persona vía telefónica en un sentido amplio que englobase la telefonía tradicional fija, la telefonía móvil y la emergente telefonía IP.

Sin embargo, siempre se puede conseguir una comunicación telefónica de un modo más natural a través del empleo de terminales o en salas con facilidades manos libres, tal y como también se ha comentado para el caso de la vídeoconferencia.

La situación actual de las tecnologías implicadas en este modo de comunicación es similar al de las de la video-conferencia ya que comparten líneas de investigación y desarrollo en la parte del audio, tanto en el acondicionamiento de las señales, cancelación de eco y ruido, como en los sistemas de codificación y transmisión, sobre todo en cuanto a la transmisión mediante redes IP se refiere. Así pues, cabe destacar los esfuerzos de las distintas empresas de terminales para dotar a los mismos de las técnicas adecuadas que proporcionen la robustez necesaria a la comunicación.

### 3. Sistemas de mensajería

Cuando la simultaneidad de ambos extremos de la comunicación no es posible o la inmediatez del mensaje no es un aspecto crítico, puede prescindirse de la interacción en tiempo real de manera que se establezca la comunicación a través de sistemas de mensajería. En este sentido, lo más extendido en los últimos tiempos ha sido el empleo de los servicios de correo electrónico, que hacen posible la transmisión de mensajes no sólo textuales sino también de voz o vídeo, aunque también es técnica y comercialmente factible el uso de otro tipo de servicios, como mediante el teléfono móvil, por ejemplo. En todos estos casos, la comunicación entre los dos extremos se realiza empleando un intermediario tecnológico con el que las personas deberán interactuar empleando distintas opciones que más adelante se describirán (interfaz persona-máquina).



Ejemplo de aplicación cliente de correo electrónico.

### 4. Sistemas de traducción

En este caso, el intermediario tecnológico permite la comunicación entre personas que emplean distintos idiomas, eliminando así la barrera idiomática. Para ello deben ser capaces de entender y comprender a cada una de las partes, traduciendo posteriormente el mensaje para que cada

uno de los interlocutores implicados en la comunicación reciba adecuadamente y sin ambigüedad la información.

Comercialmente existen sistemas de traducción automática en un gran número de idiomas y las tecnologías implicadas se encuentran en un estado de desarrollo y consolidación. Por ejemplo, se puede citar a ATS (Automatic Translation Server), Reverso o Hypertrans.

## **2 Interfaces persona-máquina**

La calidad de una interfaz persona-máquina se determina según la norma ISO 9241 mediante tres parámetros, a saber: la efectividad, esto es: ¿realiza la interfaz la tarea que el usuario desea?, la eficiencia: ¿puede el usuario aprender de un modo sencillo a utilizar la interfaz?, y la satisfacción: ¿se muestra el usuario satisfecho con la comunicación? Todas estas cuestiones, poco cuantificables y subjetivas en un amplio sentido, deberán ser tenidas en cuenta a la hora de definir un sistema de comunicación para una aplicación y sector de población concretos.

Por otra parte, el ser humano percibe la información a través de sus cinco sentidos, (oído, vista, tacto, olfato y gusto) y es capaz de comunicarse con su entorno a través de distintos tipos de señales: auditivas, visuales, mediante gestos... Así pues, entre las interfaces persona-máquina podemos hacer una distinción importante entre los métodos de entrada de la información, donde el flujo de la misma se dirige desde la persona hacia la máquina, y los métodos de salida o presentación, donde el flujo va de la máquina a la persona.

### **1. Métodos de entrada de información (Acción persona-máquina)**

#### **1.1 Interacción táctil**

Posiblemente éste, debido a su sencillez, es el modo de interacción tradicional con los sistemas. Sin embargo, como en el resto de los ámbitos, ha sufrido una evolución muy importante a lo largo de la historia. Actualmente los teclados y demás sistemas ya no se parecen a los que otrora fueron empleados en los comienzos, y ahora se extiende el empleo de sistemas más complejos, como pantallas táctiles, que dotan de gran versatilidad al modo de interacción con el usuario, haciendo posible la introducción de controles dentro de la información presentada.

Dentro de los mecanismos de interacción táctil también cabría destacar el empleo de ratones, joysticks o teclados virtuales. Entre las soluciones que el mercado ofrece en este sentido, podríamos citar las aportadas por la empresa VKB (Virtual Keyboards), que ofrece teclados láser.



Teclado virtual láser de VKB (Virtual Keyboards).

El reconocimiento automático de gestos también se puede llevar a cabo por medios táctiles. Así pues, es muy común en entornos de realidad virtual el empleo de “ciberguantes” que mediante sensores determinan las posiciones y movimientos de las manos. Existen empresas como SARA Computing and Networking Services que trabajan en este sentido.



Ejemplo de utilización del “ciberguante” de SARA CNS.

## 1.2 Interacción oral

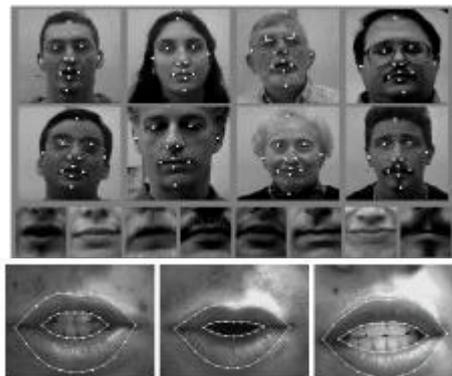
La interacción oral proporciona al usuario una interfaz ágil, dinámica y cómoda en tanto que es el modo común de comunicación entre las personas. Su grado de calidad de servicio es, hoy por hoy, altamente dependiente de factores ambientales tales como el ruido, la distancia entre el locutor y el micrófono, el tipo de micrófono empleado o incluso el grado de experiencia del usuario o su estado de ánimo.

De todos modos, el estado actual de la tecnología, permite el empleo de este tipo de interfaces en determinadas circunstancias y entornos controlados. Existe comercialmente gran variedad de productos y empresas que ofrecen soluciones en este ámbito, así como una gran comunidad científica que trabaja en el desarrollo, mejora y adaptación de sistemas y productos asociados al reconocimiento automático del habla.

Por ejemplo, están disponibles en el mercado sistemas de dictado como Via Voice o Dragon systems, o soluciones que se pueden adaptar a un gran número de requerimientos que parten de plataformas abiertas y configurables que cuentan con potentes motores de reconocimiento como los ofrecidos por Nuance o Scansoft.

### 1.3 Interacción visual

La interacción visual, no sólo es una interfaz en sí misma, como se verá más adelante por ejemplo en temas de biometría, sino que se suele emplear en sistemas híbridos junto a otras técnicas para proporcionar finalmente la robustez deseada. De este modo, la información visual se utiliza en muchas ocasiones para paliar los efectos que el ruido puede tener en el reconocimiento automático del habla. En este sentido, las técnicas de lipreading, o lectura de labios, aportan importantes mejoras, sobre todo en situaciones altamente ruidosas. Grandes corporaciones multinacionales dedican grandes esfuerzos al desarrollo y consolidación de este tipo de tecnologías, como por ejemplo IBM o Siemens.



Imágenes de ejemplo que ilustran la localización de puntos significativos del rostro para el seguimiento de la boca y detección de los bordes de los labios.

### 1.4 Identificadores de radiofrecuencia

Además de los métodos de entrada de información directos ya comentados, pueden considerarse como partes del interfaz persona-máquina, el uso de dispositivos tecnológicos tales como identificadores de radiofrecuencia (RF-ID). Estos dispositivos, empleados en un principio para ayudar a la trazabilidad de los artículos y productos en logística, pueden, si van asociados a un usuario, aportar cierta información acerca del mismo. Mediante RF-ID, se puede definir un perfil con los parámetros de cada uno de los usuarios, de modo que la máquina adapte su modo de interactuar con la persona (personalización). Esta situación, si bien dotaría al sistema de una gran robustez debería ser estudiada jurídicamente por cuestiones de privacidad. Otro tipo de dispositivos como detectores de presencia o proximidad pueden indicarle al sistema la intención del usuario de dirigirse al mismo.

### 1.5 Interacción biométrica

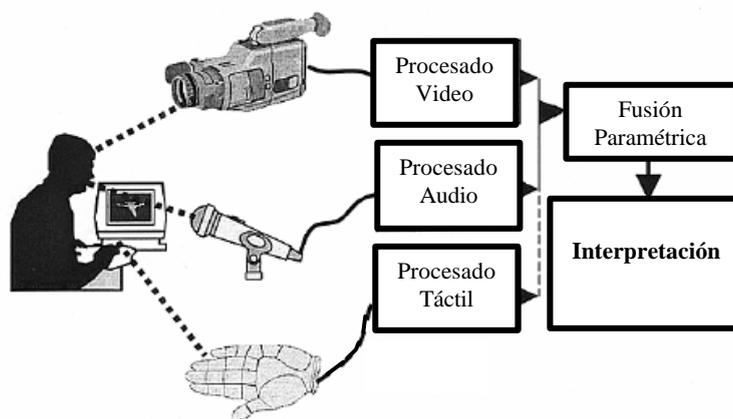
Hasta ahora, en todas las interfaces tratadas, había una intención explícita de comunicar una idea o pensamiento; sin embargo, en los sistemas biométricos, esto no se da. En estos casos, las interfaces son algo distintas por cuanto deben ser capaces de identificar/verificar al usuario. De este modo, la voz, el iris, la retina, las huellas dactilares, la

imagen facial, el modo de caminar..., se convierten en señales de información que la máquina debe decodificar adecuadamente. Este tipo de interfaces está teniendo un gran auge en los últimos años por la importancia que están adquiriendo los sistemas de seguridad, aunque, a la vez se están comprobando los huecos legales que en este sentido se presentan en las distintas legislaciones. Por todo ello, la elección de una interfaz biométrica u otra dependerá de múltiples factores que van desde la legislación vigente a la aplicación concreta, pasando por el grado de compromiso de la sociedad a ser identificada de una u otra manera. En cualquier caso, conocer quién se está dirigiendo al sistema, del modo que sea, puede proporcionar un valor añadido al mismo, por cuanto se podría personalizar gran cantidad de parámetros que pudieran ayudar a que la comunicación persona-máquina fuera más fluida y satisfactoria.

## 1.6 Interacción multimodal

En la medida en la que sea posible, el disponer de información procedente de la misma fuente pero obtenida por diversos medios (multimodalidad) puede aumentar enormemente la precisión de los sistemas de comprensión automática ya que cuando el ser humano se expresa, por lo general, no sólo emplea un tipo de recursos para hacerlo: la voz, los gestos... Así pues, la multimodalidad dota a los interfaces de una mayor comodidad de uso al hacerlos más parecidos a un interlocutor humano.

Las interfaces multimodales, en sentido amplio, permiten al usuario interactuar con el interlocutor tecnológico empleando una gran variedad de medios entre los que podemos citar la voz, los gestos, punteros, pantallas táctiles, sensores de presión o movimiento...



Esquema de una interfaz multimodal.

## 2. Métodos de presentación de información (Acción máquina-persona)

En general, hay tantas formas de presentar la información como maneras distintas de percibirla por el ser humano. Sin embargo, debe

ponerse especial cuidado a la hora de elegir un tipo u otro de presentación. La elección deberá depender del destinatario, el ambiente en el que se encuentra o el tipo de información que se vaya a presentar.

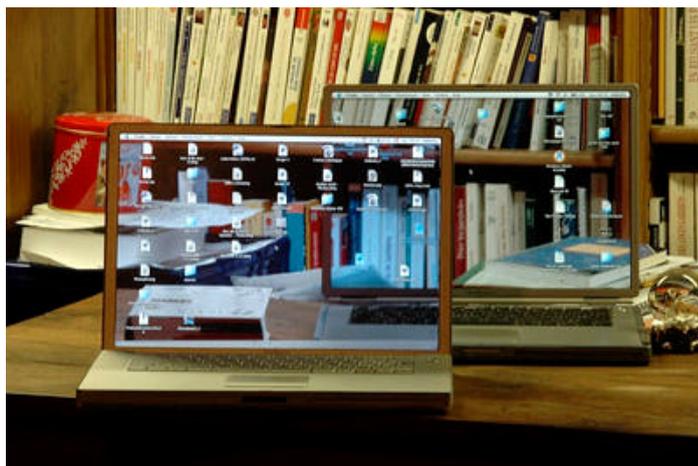
En cuanto al destinatario, dado que cada uno posee unos gustos, así como unas limitaciones y una forma particular de comunicarse, se debe buscar el método más seguro para que la información relevante le llegue de forma fiable.

Es importante también tener en cuenta el ambiente en el que se encuentra el destinatario ya que si la actividad que éste está realizando requiere de toda su atención, como por ejemplo la conducción, la presentación de imágenes en movimiento o de un contenido textual muy denso es en todo punto inadecuado. Por otro lado, la presentación de mensajes de audio, bien sea voz u otro tipo de sonidos en un ambiente ruidoso también será desaconsejable.

En lo concerniente al contenido de la información, es importante tener en cuenta el aspecto de la confidencialidad y privacidad de la misma. Por ejemplo, en un lugar público donde tengan acceso terceras personas, no será apropiada la presentación de información comprometida de modo oral o incluso la presentación visual de la misma deberá ser estudiada con detenimiento.

## 2.1 Interacción visual

El modo tradicional de presentación de la información ha sido el empleo de pantallas con texto escrito debido a la facilidad tecnológica de la tarea. La extensión al uso de imágenes, bien sean fijas (iconos) o en movimiento no es más que la evolución natural de la misma.



Ejemplos de pantallas transparentes de última generación.

## 2.2 Interacción oral

Dentro de los métodos de presentación de la información de modo oral, destacan los sistemas de conversión texto a voz ya que son los más

usados en la mayoría de las aplicaciones comerciales que emplean este tipo de presentación de la información. El objetivo de este tipo de sistemas es la generación de un modo automático de la señal de voz correspondiente a un mensaje textual presentado a su entrada. Podría hablarse de un escalón más a la hora de presentar de modo oral una información que sería la síntesis del mensaje de voz directamente desde una representación simbólica, no textual del mismo. Esto es lo que se conoce como síntesis de voz a partir de concepto.

Actualmente existen ya un gran número de productos comerciales y plataformas configurables que permiten la presentación de la información al usuario de modo oral con poco o ningún esfuerzo de desarrollo (Microsoft, Nuance, IBM, Scansoft, ...).

### 2.3 Interacción multimodal

Es cada vez más habitual ver combinados los métodos de presentación anteriores, con contenido multimedia. Este tipo de contenidos están compuestos por vídeo y audio que acompañan o complementan la información textual o con imagen fija.

Del mismo modo, otra manera de hacer más humana la presentación de información por parte de una máquina o sistema automático consiste en crear una cara parlante o un actor virtual (AVATAR), que modifica sus gestos, expresiones faciales y voz de un modo parecido a como lo haría un ser humano.



Ejemplos de actores virtuales desarrollados en la Universidad de Colorado.

## 4. Asistencia a discapacidades

En este punto se describe el estado actual de las diversas alternativas tecnológicas para la reducción de barreras asociadas a distintas tecnologías en personas discapacitadas. Se comentan brevemente algunos aspectos en relación con el análisis del coste de implantación y sus mayores restricciones para su difusión dentro de la “Milla Digital”.

Las deficiencias sufridas por disminuidos se pueden clasificar en cuatro grandes áreas:

- Las físicas, que abarcan las deficiencias motoras y viscerales.
- Las psíquicas, relacionadas con retrasos mentales, del aprendizaje, etc.
- Las sensoriales y expresivas, que comprenden las visuales, del oído y del lenguaje.
- Las plurideficiencias como la sordo-ceguera, la parálisis cerebral y las no clasificadas.

### 4.1. *Robótica para discapacitados*

Las deficiencias anteriores generan unas problemáticas en las personas que se pueden agrupar en cuatro grandes grupos, que coinciden con las líneas de actuación en materia robótica.

1. Problemas de movimiento de las extremidades inferiores.
2. Problemas de movimiento de las extremidades superiores.
3. Problemas de percepción visual que impiden el movimiento sin ayuda.
4. Necesidad de cuidado y asistencia genérica

A continuación se describen artefactos robóticos para cada una de estas líneas que tratan de mejorar la calidad de vida de las personas que sufren estos problemas.

#### ***Problemas de movimiento de las extremidades inferiores***

El ejemplo típico de asistencia a disminuidos con problemas motrices en las extremidades inferiores son las sillas de ruedas motorizadas. La principal diferencia entre ellas está en la tecnología de movimiento instalada, es decir, si son capaces de generar movimiento autónomo o no. Por un lado están las sillas de ruedas que no tienen este tipo de tecnología de movimiento, aunque ofrecen capacidades mecánico-eléctricas más avanzadas de lo que es una silla de ruedas estándar, de modo que algunas son capaces de elevarse, subir escaleras o incluso ser controladas por un pequeño ordenador de a bordo.



La silla iBot <http://www.independencenow.com/ibot/> tiene la habilidad de elevarse hasta la altura de la gente y subir escaleras.

Por otro lado, algunas sillas de ruedas incorporan sistemas añadidos para evitar obstáculos (movimiento autónomo). Éstas, ayudan a personas con dificultades para girar y maniobrar. Los usuarios sólo deben de señalar la dirección principal de movimiento y el sistema encuentra el camino sorteando obstáculos inesperados. Ha habido muchos esfuerzos para demostrar navegación autónoma en distintos escenarios y en particular compartidos con personas.



Silla de ruedas con capacidad de movimiento autónomo que actualmente comercializa la empresa *Active Media* <http://www.activrobots.com/ROBOTS/>.

Sin embargo, la mayoría de las sillas de ruedas comerciales actuales, como las producidas por DEKA o Rehabilitation Technologies, aunque poseen capacidades avanzadas no llegan hasta la capacidad de movimiento autónomo. Sin embargo, en algunos laboratorios de investigación del mundo sí que se disponen actualmente de este tipo de dispositivos.



(a)



(b)



(c)



(d)

Algunos ejemplos de sillas de ruedas con capacidades de movimiento avanzadas existentes en:

a) Universidad de Zaragoza

<http://webdiis.unizar.es/GRPTR/projects/DPI2000-1272.html>

b) Universidad de Bremen

[http://www.informatik.uni-bremen.de/rolland/index\\_e.htm](http://www.informatik.uni-bremen.de/rolland/index_e.htm)

c) Universidad de Bonn

[http://voronoi.sbp.ri.cmu.edu/~fsr/FINAL\\_PAPERS/27\\_Prassler.pdf](http://voronoi.sbp.ri.cmu.edu/~fsr/FINAL_PAPERS/27_Prassler.pdf)

d) Universidad de Bremen

[http://www.helfenderoboter.de/Veroeffentlichungen/Bremen\\_Paper\\_FRIEN\\_D\\_IEEE2001.pdf](http://www.helfenderoboter.de/Veroeffentlichungen/Bremen_Paper_FRIEN_D_IEEE2001.pdf)

### ***Problemas de movimiento de las extremidades superiores***

Otro tipo de minusvalía involucra a personas con problemas en las extremidades superiores, como es la pérdida de la funcionalidad, control, fuerza o alcance de la mano o brazo. Estas personas necesitan cuidadores la mayoría del tiempo para realizar sus actividades diarias, siendo así altamente dependientes y generando actitudes de pasividad y apatía.

Los sistemas de ayuda robótica pueden ayudar a comer, beber, proporcionar higiene personal, trabajar, moverse o incluso realizar tareas más generales. Dependiendo de una tarea particular, el robot manipulador puede ser montado directamente sobre la silla del usuario, a una base motorizada autónoma o dentro de una estación de trabajo fija. El sistema debería de ser

fácilmente operable por el usuario y adaptable para su utilización y manipulación. Un ejemplo son los brazos manipuladores montados sobre sillas de ruedas robóticas.



Dos vistas del *Assistive Robotic Manipulator* (ARM) manipulador para su instalación en una silla de ruedas de *Exact Dynamics*. <http://www.exactdynamics.nl/>.



Persona con imposibilidad de controlar las extremidades superiores que está siendo ayudada a comer por un robot manipulador implantado sobre una estación de trabajo móvil (Movaid Project).

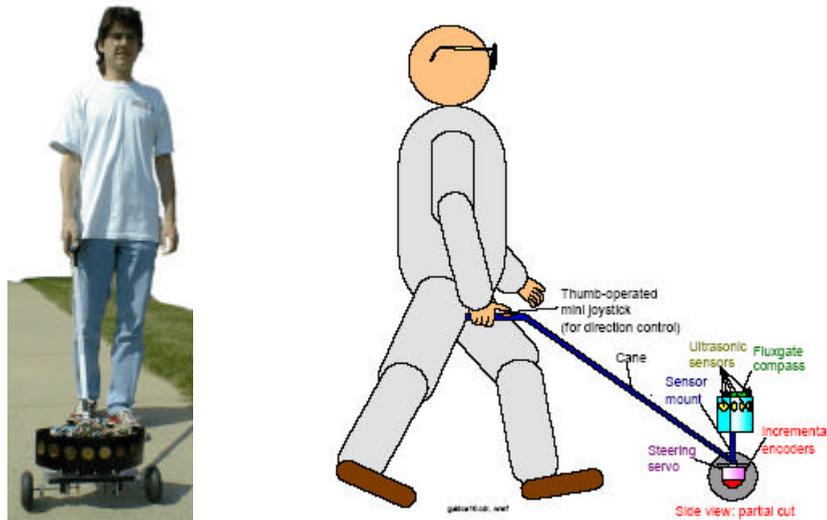
<http://www-crim.sssup.it/research/projects/MOVAID/default.htm>

Tanto para el primer punto como para este segundo los precios de los sistemas son bastante elevados debido a la baja producción de estos artefactos. Sin embargo, se prevé un fuerte crecimiento a largo plazo de este sector de la robótica relacionado con los discapacitados y los cuidados sociales y de asistencia. Esto se debe al incremento de las personas temporal o permanentemente discapacitadas, y al crecimiento de la proporción de gente de avanzada edad que necesitan ayuda.

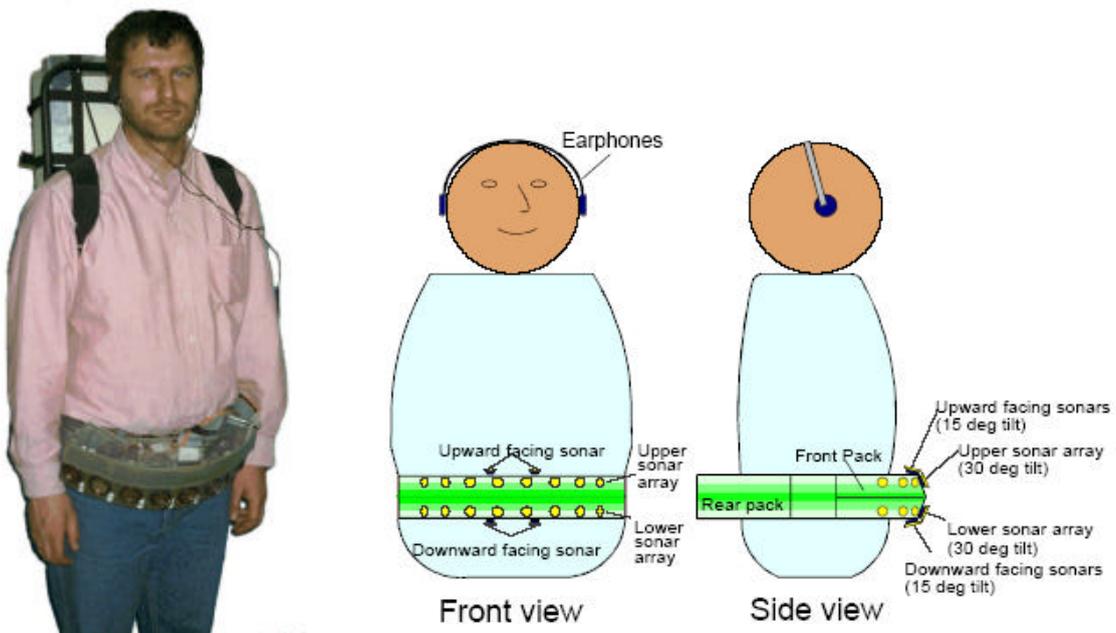
### ***Problemas de percepción visual que impiden el movimiento sin ayuda***

Existen otros robots que ayudan a la movilidad de personas ciegas al ofrecer guiados avanzados. Usualmente la posición final puede ser especificada por algún tipo de interfaz, y el robot modifica y adapta las órdenes

del usuario guiando a la persona entre los obstáculos. Lo que diferencia estos sistemas de los anteriores es que el minusválido no tiene porqué tener problemas motrices, es decir, el movimiento lo realiza el usuario con sus extremidades inferiores. El papel del robot es indicar en que dirección ha de ser ese movimiento.



La *guidecane* <http://www-personal.engin.umich.edu/~johannb/> es un dispositivo empujado por la persona con deficiencias visuales. El robot tiene embarcados unos sensores que detectan obstáculos, de forma que ofrece resistencia cuando el usuario empuja hacia ellos. El resultado es que la simbiosis entre el usuario y el robot consigue movimiento sorteando los obstáculos.



El *Navbelt* consiste en un cinturón de ultrasonidos con los que se detectan los obstáculos. Este mapa se codifica en forma de señal acústica para que la persona con deficiencia visual tenga una idea de la distribución de obstáculos en el entorno y así moverse sin colisiones en el mismo.

## ***Necesidad de cuidado y asistencia genérica***

Otros sistemas que están evolucionando actualmente son los cuidadores de personas (en sentido genérico). Estos sistemas pueden contribuir a la mejora de la calidad de vida tanto de las personas con deficiencias como de las de avanzada edad. Usualmente estos sistemas están preparados para trabajar en casas y se pueden denominar genéricamente cuidadores de casa. Estos robots pueden tener sistemas de interfaz multimedia, sensores de reconocimiento de tres dimensiones, y brazos manipuladores que permiten manipular objetos, así como la habilidad de guiar personas. Además son capaces de mantener diálogos con las personas para mantener pequeñas conversaciones o bien recordarles cosas. Trabajos típicos son mover objetos de un sitio a otro, vigilar las casas, guiar personas, actuar de kiosco de información, recordar tomar a una determinada hora una medicina, etc.



El robot cuidador de casa de *GECKOSYSTEMS* realiza tareas domésticas para mejorar la calidad de vida de las personas mayores  
<http://www.geckosystems.com/>.

## **4.2. Interfaces para discapacitados**

Del mismo modo que en el apartado anterior, a continuación se evaluarán distintas interfaces adaptadas a diversas discapacidades atendiendo a los interlocutores que intervienen en la comunicación. De este modo, se distinguirá entre interfaces persona-persona y máquina-persona (la comunicación máquina-máquina carece de sentido en este caso).

### ***Interfaces persona- persona***

Ya se ha comentado con anterioridad la importancia que pueden llegar a tener los traductores de idiomas. Sin embargo, este tipo de sistemas se pueden tratar en un sentido más amplio, de modo que el concepto de traducción es ampliable, no sólo al de idiomas, sino también al de lenguajes para personas con algún tipo de discapacidad, ya sean físicas, psíquicas o sensoriales. De esta manera, algunos ejemplos de traductores de lenguajes serían sistemas capaces de entender y comprender lenguajes como el de signos y traducirlo al lenguaje oral (pensando en la comunicación entre una persona sordomuda con un deficiente visual) o un sistema capaz de reconocer automáticamente el habla y traducirlo a un lenguaje textual escrito (pensando en la comunicación entre una persona que desconozca el lenguaje de signos y un sordo).

Las tecnologías necesarias para este tipo de sistemas se encuentran en distintos estados de desarrollo en función del tipo concreto de traducción necesaria. Así por ejemplo, el reconocimiento automático de gestos se encuentra en sus primeros estadios mientras que los sistemas de conversión texto-voz, como ya se ha indicado, se hallan en una situación de mayor madurez.

### ***Interfaces persona-máquina***

#### Interfaces de entrada de información visuales

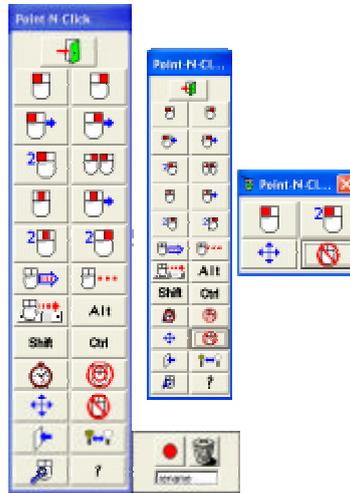
De entre los métodos de entrada de la información visual adaptados a los discapacitados, cabe destacar los acercamientos llevados a cabo en los últimos tiempos de cara a reconocer el lenguaje de signos. Este tipo de sistemas pueden ser de gran ayuda en un futuro próximo para el acceso de un modo natural a determinados sistemas y servicios de personas con discapacidades serias en el habla.

Actualmente, los resultados en este campo son muy preliminares y la investigación se centra en resolver por el momento los primeros problemas como pueden ser el seguimiento de las manos de una persona expresándose en el lenguaje de gestos o el reconocimiento de gestos en personas.

#### Interfaces de entrada de información táctiles

Dentro de los mecanismos de interacción táctil adaptados a ciertas discapacidades, cabría destacar el empleo de ratones, joysticks o teclados virtuales que pueden ser un medio muy efectivo para personas con movilidad

reducida en las extremidades superiores. Entre las soluciones que el mercado ofrece en este sentido, podríamos citar las aportadas por la empresa Polital Inc. en lo que respecta a ratones virtuales orientados principalmente para discapacitados.



Ratón virtual de Polital Inc.

Tal y como se ha indicado con anterioridad, el reconocimiento automático de gestos se puede llevar a cabo mediante ciberguantes que poseen varios sensores. El uso de este tipo de dispositivos también puede ayudar a determinar la posición de las manos y los gestos con el objetivo de ayudar a las personas con deficiencias en el habla para comunicarse con los sistemas automáticos. En centros de investigación de primer nivel como en la Carnegie-Mellon University existen grupos trabajando en ello.



Posición final de la mano con ciberguante para la letra "C".

### Interfaces de entrada de información orales

En este sentido cabe destacar la existencia de navegadores web controlados mediante la voz, como IBM Home page Reader o Freedom Box, de gran utilidad para la comunidad invidente. De la misma manera, existen lectores de pantallas que leen los textos escritos en páginas web como Jaws, Out Spoken o Protalk.

## Interfaces de presentación de información visuales

Con el objetivo de eliminar barreras para el acceso a la información por parte de personas con ciertas discapacidades, se han dado los primeros pasos en el desarrollo de sistemas de traducción texto-lenguaje de signos que consigan presentar la información deseada a las personas con problemas de audición a través de lenguaje de signos mediante un actor virtual. También hay que recalcar la importancia que está adquiriendo hoy en día la “accesibilidad” en las páginas WEB, que pretende que los contenidos presentados sean “perceptibles”, así como que los controles que se encuentren junto con la información de salida se caractericen por su “operatividad”, para que la información sea finalmente “comprensible”.

## Interfaces de presentación de información auditivos

Tal y como se ha indicado con anterioridad, los sistemas de conversión texto voz, que han alcanzado un gran desarrollo, pueden ser una buena opción para que personas con deficiencias visuales puedan acceder de un modo sencillo a la información.

## Interfaces de presentación de información táctiles

También de cara a eliminar barreras de comunicación entre la comunidad invidente, se han creado sistemas que traducen los textos al lenguaje Braille, que posteriormente se transcriben mediante impresoras adaptadas. La empresa líder en este campo es Duxbury.

## Integración de interfaces

Todas estas interfaces pueden confluir en un único Terminal Multimedia Multimodal (TMM) adaptado a las necesidades y gustos concretos del usuario.

El TMM estará generalmente compuesto por una pantalla plana táctil, micrófonos, altavoces, cámara y conexión de RF de corta distancia (Bluetooth, WiFi, etc). Opcionalmente podrá contar también con lector de tarjetas RFID, de huella digital, y cualquier otro periférico adaptado a la discapacidad del usuario.



Ejemplo donde el TMM se ha realizado mediante una PDA y sirve como sistema cliente para una cajero automático.

## 5. Acciones básicas y avanzadas en la Milla Digital

En esta sección se analizan posibles propuestas para la “Milla Digital”. Se considerarán tanto propuestas que podrían calificarse como básicas como otras más avanzadas, que potencialmente podrían implantarse, dependiendo de la situación de la tecnología del momento y de la importancia que socialmente se pueda dar a dichas soluciones.

Inicialmente se hará una valoración de los servicios presentados en las secciones anteriores atendiendo a diversos criterios. Éstos serán:

- Madurez o inmadurez de la tecnología a utilizar.
- Aumento del confort del residente.
- Facilidades al visitante.
- Disminución del tiempo perdido en transportes y acceso a servicios.
- Seguridad.
- Facilidades a discapacitados.
- Marketing.
- Necesidad de normativas.
- Coste.

La valoración se realizará de acuerdo con la siguiente escala: imprescindible, recomendable, prescindible, no recomendable.

escenario	actuación específica	servicio	valoración
<b>vivienda</b>	preinstalación domótica vivienda	Domótica Asistencia discap.	véase informe domótica
	preinstalación informática vivienda	Entretenimiento Teleasistencia Televigilancia Información y acceso a servicios	imprescindible maduro confort coste asumible
	portero automático inteligente con interfaz multimodal y control accesos	Domótica Asistencia discap. Vigilancia Localización	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante seguridad facilidades discapacitados marketing coste asumible
	Ascensor inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados coste asumible
	Buzón inteligente	Domótica Asistencia discap.	prescindible relativamente maduro pequeño aumento confort marketing seguridad facilidades discapacitados coste asumible
	Quiosco inteligente	Información y acceso a servicios	prescindible relativamente maduro pequeño aumento confort marketing

escenario	actuación específica	servicio	valoración
<b>edificio oficinas</b>	preinstalación domótica oficina	Domótica Asistencia discap.	véase informe domótica
	preinstalación informática oficina	Teleasistencia Televigilancia Información y acceso a servicios	imprescindible maduro confort coste asumible
	portero inteligente con interfaz multimodal y control accesos	Domótica Asistencia discap. Vigilancia Localización	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante seguridad facilidades discapacitados marketing coste asumible
	Ascensor inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados coste asumible
	Centro inteligente de información en recepción	Información y acceso a servicios del edificio	recomendable maduro facilidades visitante facilidades discapacitados coste elevado
	Sistema de vigilancia y seguridad interior	Vigilancia	recomendable maduro seguridad coste asumible
	Robot reparto	Distribución mercancías Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades discapacitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Vehículo autónomo	Guiado Transporte de personas Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades discapacitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot vigilante	Vigilancia	prescindible poco maduro marketing seguridad coste elevado posible necesidad de normativa
Sistema localización	Localización Vigilancia	prescindible poco maduro facilidades discapacitados seguridad coste no elevado	

escenario	actuación específica	servicio	valoración
<b>edificio público</b>	instalación domótica edificio público	Domótica Asistencia discap.	véase informe domótica
	preinstalación informática edificio público	Televigilancia Teleasistencia Información y acceso a servicios	imprescindible maduro confort coste asumible
	Centro inteligente de información en recepción	Información y acceso a servicios del edificio	recomendable relativamente maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado
	Ascensor inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados coste asumible
	Robot guía multimodal	Guiado Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios	recomendable poco maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado
	Vehículo autónomo	Guiado Transporte de personas Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot vigilante	Vigilancia	prescindible poco maduro marketing seguridad coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot de limpieza	Limpieza	prescindible poco maduro marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Paneles informativos multimodales	Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios del edificio	imprescindible maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste asumible
	Sistema localización	Localización Vigilancia	prescindible poco maduro facilidades discapacitados seguridad coste no elevado
	Quiosco inteligente	Información y acceso a servicios del edificio	prescindible relativamente maduro pequeño aumento confort marketing
	Consigna inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible maduro coste elevado marketing seguridad facilidad visitante confort
	Terminal portátil	Información y acceso a servicios	imprescindible maduro marketing facilidad visitante coste asumible
	Dispositivo personal de guiado	Guiado de personas Localización Asistencia discapacitados	prescindible poco maduro facilidades discapacitados coste elevado

escenario	actuación específica	servicio	valoración	
	Centro inteligente de información en recepción	Información y acceso a servicios	prescindible relativamente maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste muy elevado	
	Quiosco inteligente	Información y acceso a servicios Entretenimiento	imprescindible relativamente maduro facilidad visitante pequeño aumento confort marketing	
	Panel informativo multimodal	Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios Señalización y mobiliario urbano inteligente	imprescindible maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste asumible	
	instalación comunicaciones inalámbricas	Información y acceso a servicios Localización Entretenimiento Teleasistencia	imprescindible maduro facilidades visitante y residente aumento confort marketing coste asumible	
	Robot guía multimodal	Guiado Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios	prescindible poco maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado	
	exterior	Vehículo autónomo	Guiado Transporte de personas Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
		Robot vigilante	Vigilancia	prescindible poco maduro marketing seguridad coste elevado posible necesidad de normativa
		Sistema localización	Localización Vigilancia	prescindible poco maduro facilidades discapacitados seguridad coste no elevado
		Terminal portátil	Información y acceso a servicios	prescindible maduro marketing facilidad residente coste asumible
		Robot de limpieza	Limpieza	prescindible poco maduro marketing coste elevado posible necesidad de normativa
Robot corta-césped		Corta-césped	prescindible poco maduro marketing coste no elevado posible necesidad de normativa	
Dispositivo personal de guiado		Guiado de personas Localización Asistencia discapacitados	prescindible poco maduro facilidades discapacitados coste elevado	

## 6. Ejemplos de Escenarios en la Milla

En esta sección se presentan dos tipos de escenarios típicos susceptibles de incorporar actualmente o en un futuro próximo algunas de las tecnologías indicadas en la sección anterior. Estos escenarios se basan en las previsiones que existen para la Zona del Portillo, de la cual se nos facilitó información acerca del tipo de edificios privados y públicos que se desea instalar en ella. Se han seleccionado los escenarios de la **vivienda** y un edificio público tipo **museo**.

En ellos se desglosa el tipo de sistemas “inteligentes” que se podría instalar, sus funciones y una breve descripción de las actividades y servicios que la “Milla” puede ofrecer al usuario, bien a los residentes o a los visitantes, en ambos escenarios. Se han especificado exclusivamente los sistemas clasificados en la sección 5, asumiendo que además de ellos, serán necesarios todos aquellos otros imprescindibles o convenientes para que funcionen los anteriores, a saber: sistemas informáticos centrales, sistemas domóticos, infraestructuras de comunicaciones, que asumimos se han detallado en los informes correspondientes.

### 6.1. La vivienda

Desde el punto de vista de los sistemas “inteligentes”, la vivienda se divide en:

- Entrada exterior.
- Rellano principal (vestíbulo de entrada).
- Ascensor.
- Rellanos de pisos.
- Pisos.

#### Entrada exterior

En la entrada exterior se situará el interfaz externo del *e-portero* (portero automático inteligente), que realizará las siguientes funciones:

- Control de accesos vía “Terminal Multimedia Multimodal”, TMM antivandálico.
- Permitirá la entrada a los residentes previa identificación RFID/biométrica.
- Permitirá el acceso restringido a personal de prestación de servicios (cartero, mantenimientos, bomberos, etc.) previa identificación RFID.
- Permitirá a los visitantes:
  - preguntar por el residente que se pretende visitar y notificar el aviso al mismo “anywhere”.
  - dejar un vídeo mensaje accesible por el residente “anywhere”.
  - entrada al edificio previa autorización del residente.

Los residentes podrán emitir pases temporales de acceso al edificio y a la vivienda particular (RFID/Biométrico).

## **Vestíbulo de entrada**

En el vestíbulo de entrada se situarán:

- Buzones inteligentes: avisa de la presencia de correo.
- e-portero, que proporcionará:
  - Información general (avisos comunidad de vecinos, eventos barrio, ciudad, ...).
  - Información particular del residente (visitas, entregas, etc.).
  - Acceso a la lectura de contadores y servicios de mantenimiento.
  - Entretenimiento.
- Robot de limpieza.
- Vigilancia.

## **Ascensor**

En el ascensor se dispondrá de:

- Terminal TMM.
- Personalización del trayecto.
- Llamada automática al ascensor.

## **Rellano de los pisos**

En los rellanos de los pisos se se contará con:

- Facilidades del ascensor (Terminal TMM).
- Robot de limpieza.
- Vigilancia.

## **Pisos**

En los pisos habrá:

- Terminales TMM por habitación.
- Terminal personal con ID y micrófono.
- Soporte inalámbrico.

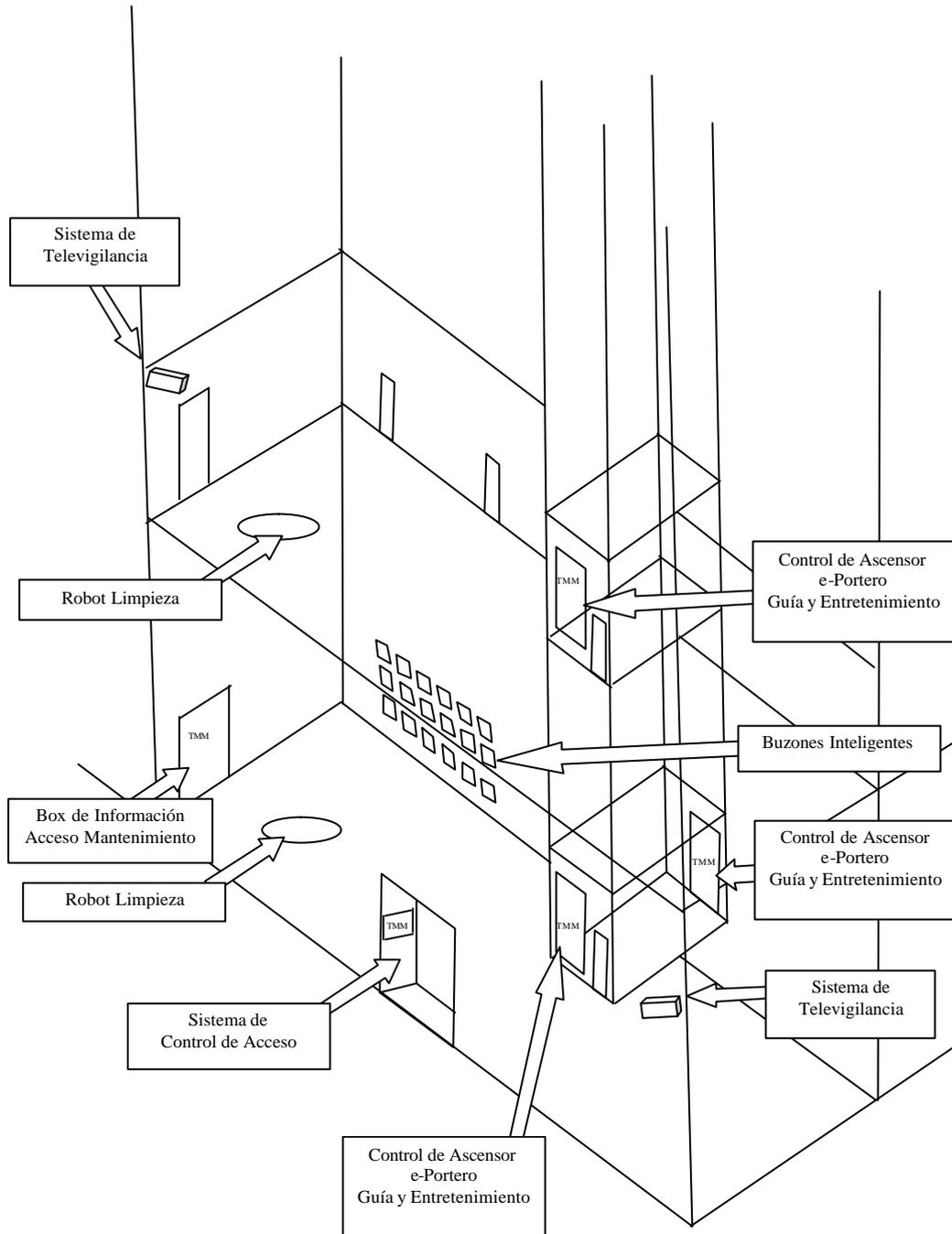


Diagrama esquemático de los servicios "inteligentes" de "Milla Digital" en el edificio de viviendas.

## Escenarios de vivienda

1. *Residente que llega al edificio*
2. *Visitante, la persona que busca está ausente*

### Escenario 1: Residente que llega al edificio

La entrada del edificio se abre mediante una orden del residente. Todos los vecinos portan una identificación RFID. El sistema de identificación biométrica confirma que el portador de la identificación es su propietario, y por tanto permite su paso.

El robot de limpieza del edificio se retira al detectar personas para evitar molestias y robos. La persona se acerca a su buzón de correo, pues ha sido informado a través de su teléfono móvil de que tiene correspondencia.

En el vestíbulo y en el ascensor puede consultarse diversa información mediante TMM, como por ejemplo, titulares de prensa o previsión meteorológica.

La puerta de cada piso se abre mediante una orden con un sistema similar al de la entrada del edificio. El sistema domótico realiza las funciones para las que ha sido programado en el piso. Además dispone de acceso a internet y comunicaciones audiovisuales. El sistema le informa sobre las incidencias del día, por ejemplo, las llamadas telefónicas recibidas, los visitantes que han llegado o necesidades de mantenimiento de aparatos. Puede existir un servicio de videoconferencia que permite mantener la comunicación conmutando automáticamente a cada una de las habitaciones que el residente recorre, sin ningún tipo de interrupción.

### Escenario 2: Visitante, la persona que busca está ausente

En ausencia del residente, un visitante se acerca a la puerta de entrada del edificio y el sistema de control de acceso le pregunta qué desea. Al no identificarse por RFID (sólo lo poseen los residentes y personal de servicio), el visitante debe explicar al *e-portero* a quién quiere visitar. El *e-portero* comprueba que no hay nadie en el piso y si tiene activada la opción de aviso a distancia al propietario. En este caso, el *e-portero* envía un MMS al propietario con el vídeo del visitante, y ambos pueden entablar una videoconferencia a través del *e-portero*, utilizando tecnología 3G. El propietario puede dar instrucciones al *e-portero* para que le permita el paso al vestíbulo e incluso a la vivienda.

En el caso de que el visitante vaya a residir temporalmente en el edificio, el *e-portero* puede emitir una identificación y capturar el perfil biométrico del visitante, con la autorización del propietario. Con ello podrá hacer uso temporalmente de los servicios del edificio.

## 6.2. *Un museo*

Desde el punto de vista de los sistemas “inteligentes”, el museo se divide en:

- Vestíbulo de entrada.
- Ascensores.
- Salas.
- Pasillos.

### **Vestíbulo de entrada**

#### ***Centro Inteligente de Recepción***

En el vestíbulo de entrada se situará el *Centro Inteligente de Recepción* que proporcionará los siguientes servicios a los visitantes:

- Identificación RFID/biométrica de visitantes.
- Proporcionará al visitante un sistema de identificación personalizada (discapacidades, idioma, ...).
- Proporcionará información sobre las posibles rutas de visita y sus contenidos.
- Permitirá al visitante seleccionar la ruta, y grabará los datos en el sistema de identificación personalizado.
- Permitirá contratar diferentes servicios: visita guiada con robot, terminal portátil, vehículo autónomo de transporte de personas,...

Adicionalmente el Sistema realizará los siguientes servicios:

- Control de accesos al personal vía TMM.
- Seguimiento personalizado de visitantes para su posible localización en cualquier momento.
- Control de salida de visitantes.
- Control de servicios automáticos al finalizar las visitas: robots de limpieza y de vigilancia, activación de sistemas de seguridad,...

#### ***Consigna Inteligente***

En el vestíbulo habrá una *Consigna Inteligente* para guardar las pertenencias de los visitantes y devolverlas al finalizar la visita. Dispondrá de un TMM y un depósito físico con sistema de almacenamiento automático.

### **Ascensores**

Los ascensores contarán con:

- Terminal TMM.
- Personalización del trayecto basado en la visita contratada.
- Llamada automática al ascensor.

## Salas y pasillos

Dispondrán de:

- Sistema de localización de visitantes.
- Paneles informativos interactivos.
- Robots guía.
- Sistemas de vigilancia.
- Robots de vigilancia.
- Robots de limpieza.
- Vehículos autónomos de visita.

## Escenario de museo para visitantes

El visitante accede al museo y se encuentra con el Centro Inteligente de Recepción. Allí puede contratar los distintos tipos de visitas y servicios: visita guiada con robot, terminal portátil, acceso a paneles informativos, etc. El Centro de Recepción proporciona al visitante una etiqueta RFID en la que está grabada todos los datos de la visita. El museo y sus servicios reaccionarán ante esta información.

El visitante podrá dejar sus enseres en una consigna inteligente que las guardará identificadas por la RFID y garantizará su seguridad. A la salida de la visita, las pertenencias serán devueltas de forma automática.

Una vez contratado el servicio de guía un robot se acercará al visitante e interactuará con él de forma personalizada (idioma, discapacidad, ...), de acuerdo con la información grabada en el sistema de identificación. El robot guiará al visitante o grupo por las diferentes estancias del museo proporcionando información y activando los dispositivos necesarios para una mejor visita (luces, paneles informativos, audiovisuales, ascensores y escaleras, ...). El robot tiene en todo momento localizados a todos los integrantes del grupo y será responsable de no perderlos, así como de responder a preguntas que los visitantes le formulen.

En caso de no contratar el servicio de guía será posible alquilar un terminal portátil. Éste presentará la información y guiará al visitante por el museo. Mediante la etiqueta RFID el visitante será reconocido y localizado por el ambiente inteligente y podrá reaccionar ante su proximidad (luces, audiovisuales, etc).

Al cierre del museo, los robots de limpieza y vigilancia realizarán su tarea por el edificio hasta su nueva apertura, garantizándose la limpieza y seguridad del edificio.

## 7. Análisis de costes de implantación

Los costes que se presentan en esta apartado se basan en las valoraciones y escenarios expuestos en los apartados anteriores. Dado que una gran parte de los sistemas propuestos son equipos que están todavía en fase de desarrollo en centros de investigación o en empresas, sólo es posible en este momento proporcionar una estimación de su coste. Evidentemente, en función de la evolución del desarrollo e introducción en el mercado de los diferentes equipos, estos costes variarán, previsiblemente a la baja. Se indican solamente costes unitarios de algunos equipos, ya que en este momento de definición inicial no es posible concretar el tipo y el número de equipos que se desearían incluir. Esto sería objeto de un proyecto más definido de implantación.

Además de los dispositivos que se mencionan en esta sección, deberá tomarse en consideración el coste de otros sistemas básicos: el sistema informático central, los computadores de control, el software necesario y su desarrollo y dispositivos tales como paneles electrónicos, pantallas, terminales personales, la infraestructura de comunicaciones y los sistemas domóticos.

### 7.1. Robótica

#### Ayuda a discapacitados

La implementación de un sistema de asistencia es una tarea compleja y un proceso complicado: debe de ser entrenado y adaptado a las necesidades particulares de cada usuario, y al cabo del tiempo el robot debe ser reajustado. Una vez instalados, los robots de asistencia pueden tener una vida útil de hasta 10 años. Dado que el coste de mantenimiento es elevado, el gasto total por año asciende a cantidades fuera del alcance de un gran sector de la población. Una estructura de soporte basada en el *leasing* debería de ser una forma de ganar la confianza de las compañías aseguradoras y de las agencias sociales.

Los precios varían ampliamente entre sistemas en función de los grados de especialización y pueden costar unos **50.000€** Pero incluso los sistemas más baratos no pueden ser adquiridos por menos de unos **8.000€**.

#### Robots de limpieza

A grandes rasgos existen dos tipos de robots de limpieza: los de grandes superficies y los domésticos. Los de limpieza de superficies en edificios cuestan alrededor de **25.000€** El ahorro en costes laborales conseguido con estos robots puede llegar al 80% o 90%. El tiempo de recuperación de la inversión varía de 1,5 a 3 años. Por otro lado están los robots domésticos para limpieza del suelo. Actualmente hay varias compañías que los comercializan y su coste es alrededor de unos **180€**

## Robot guía multimodal

El uso de estos robots, también denominados robots de relaciones públicas, libera a personas de tareas rutinarias y asegura una calidad constante de los servicios. Los más extendidos son los robots de hoteles y guías de museo, estos últimos ya comercializados. La experiencia muestra que una instalación inteligente de los mismos contribuye significativamente a su atractivo, especialmente entre los visitantes más jóvenes. Su precio es elevado por estar actualmente en desarrollo y no muy extendidos. Se puede estimar un precio mínimo de unos **30.000€**

## Robot cortacésped

Estos robots se encargan de cortar automáticamente el césped de las zonas verdes. Sus costes y recuperación de la inversión son similares de los de robot de limpieza de grandes superficies.

## Vehículo autónomo de transporte de personas

El precio de este tipo de sistemas varía enormemente según los diseños, así, por ejemplo, el CyberCab, que es un taxi autónomo de cuatro plazas adaptado a trabajar en entornos de interior, no baja de los **60.000€**

## Robots de reparto o robots vigilantes

Estos robots se mueven en entornos restringidos realizando diferentes tipos de actividades como repartir el correo en la oficina o detectar personas por la noche en el interior de un edificio. Su precio mínimo se puede estimar en unos **30.000€**

## 7.2. Interfaces multimodales

El elemento básico que permite la interacción entre una persona y los elementos “inteligentes” de la “Milla Digital” es el “Terminal Multimedia Multimodal” (TMM). El TMM estará compuesto al menos por:

- Pantalla plana táctil de al menos 12” antivandálica u ornamental según proceda.
- Micrófonos.
- Altavoces.
- Cámara (con extensión al infrarrojo, para baja iluminación).
- Lector de tarjetas RFID.
- Conexión inalámbrica

Opcionalmente podrá llevar:

- Lector de huella digital.
- Conexión RF corta distancia para “manos libres”,....

El TMM es un terminal autónomo conectado en red (mediante un cable o inalámbricamente) al computador gestor de TMMs. Para la personalización de los TMMs será necesario disponer de un software avanzado. Se deberá contar con un soporte técnico para la ayuda a la personalización, el mantenimiento y la actualización tanto del software como del hardware.

El coste aproximado de un TMM se puede situar entre los **2.000** y **4.000 €**, dependiendo de diversos aspectos como el tamaño de pantalla, si es antivandálico u ornamental, el procesador, etc. Su tiempo de vida útil viene limitado principalmente por la duración media de la pantalla, que con la tecnología actual puede considerarse de alrededor de 4 años.

A parte del coste del TMM, habría un coste asociado al software necesario para la operatividad del terminal en la aplicación concreta, difícil de estimar a priori. El coste pasaría por un estudio específico de los requerimientos de la aplicación. Para muchas de las actuaciones específicas definidas en el punto 5, el coste de desarrollo e implantación va a superar en gran medida al coste material.

Los costes de otros medios de entrada de información tales como teclados virtuales, ciberguantes o ratones virtuales son ciertamente reducidos. De hecho, los precios oscilarán entre la gratuidad de los ratones virtuales, hasta los aproximadamente 300 € de un teclado virtual. Pasando por los menos de 100 € de los “ciberguantes”.

## 8. Conclusiones

En este informe se han descrito los servicios, las tecnologías existentes en la actualidad o en fase de investigación y desarrollo que permitirán incrementar en confort y facilitarán la vida diaria a las personas que residan o que visiten un entorno como el proyectado para la “Milla Digital”, reduciendo o eliminando las barreras tecnológicas que hoy día suponen para muchas personas la rápida introducción en nuestra vida de las nuevas tecnologías. En particular se hace énfasis en la mejora en la calidad de vida que puede suponer para personas con discapacidades motoras y cognitivas.

La descripción de las tecnologías se ha centrado en la Robótica de servicio y en las interfaces multimodales. Ambas están experimentando un fuerte auge en los últimos años, y la previsión realizada por organizaciones internacionales competentes es que va a haber una aceleración en su desarrollo y su implantación en los próximos 10 años.

Se ha presentado una taxonomía que intenta clasificar las diferentes tecnologías en función del tipo de entorno (vivienda, edificio de oficinas, edificio público, exterior) y de los servicios que prestarían, haciéndose una valoración basándose en ciertos criterios (madurez, confort, facilidades, seguridad, ayuda a discapacitados, imagen o *marketing*, coste, necesidad de normativas). Esta clasificación y las valoraciones indicadas pueden servir de guía a la hora de decidir qué tipo de servicios serían imprescindibles o básicos en un entorno como la “Milla” y cuáles serían servicios más avanzados que podrían implantarse paulatinamente en función de su introducción en el mercado o de su coste.

A partir de esta clasificación se han descrito algunos escenarios posibles que incorporen las tecnologías, incidiendo en el tipo de servicios de valor añadido que proporcionarían al usuario.

Se ha intentado realizar una estimación de costes unitarios de cada una de las tecnologías presentadas, haciéndose énfasis en que en muchos casos sólo pueden ser estimaciones basadas en precios obtenidos de productos que ya existen o de productos que están en fase de desarrollo y que todavía no tienen implantación masiva en el mercado. Por ello los costes indicados son aproximaciones que sólo podrán ser concretadas en el momento de tomar decisiones más concretas de implantación real, con los precios vigentes en el mercado. Como se ha indicado, a todas estas tecnologías habrá que añadir el coste de los sistemas básicos de infraestructuras y otros servicios instalados en la “Milla”.

Como conclusión general, se puede decir que hoy día sería posible instalar muchas de las tecnologías y servicios presentados. Con toda seguridad en un futuro próximo los costes se reducirán conforme se introduzcan masivamente en el mercado. Por otra parte, las tecnologías que hoy se encuentran en fase de investigación y desarrollo, y que por tanto o no es posible adquirirlas o lo es a un coste elevado, no deberían ser descartadas

completamente. En un entorno tal como el diseñado en el Plan Estratégico también tendrían cabida tecnologías incipientes o incluso podría servir de escenario de experimentación antes de su salida definitiva al mercado.

En el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón existen Grupos de investigación trabajando en las tecnologías presentadas, disponiéndose en la actualidad de prototipos que están siendo experimentados con éxito en entornos reales. Desarrollos relacionados con la robótica de servicio, dispositivos de ayuda a discapacitados, interfaces de voz, sistemas de realidad virtual y aumentada, sistemas de visión para seguimiento, vigilancia o reconocimiento de características biométricas de personas, son algunos de los que se están llevando a cabo en diferentes laboratorios del Instituto. La integración de todos ellos en un *ambiente inteligente* es uno de los objetivos estratégicos para el que la “Milla Digital” puede ser un escenario excelente para su implantación.

## **ANEXO N° 5: Proyecto Milla Digital**



## Marco del Proyecto

---

# Proyecto Milla Digital

---

Aspectos Legales en el ámbito de la gestión y la explotación de redes de telecomunicaciones

Zaragoza, octubre de 2005

**Autor/es:** Ignacio Alastruey Benedé  
Antonio Valdovinos Bardají

Grupo de Tecnologías de las Comunicaciones  
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón

# PROYECTO MILLA DIGITAL: ASPECTOS LEGALES EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN Y LA EXPLOTACIÓN DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el marco del gran desarrollo que están experimentando las telecomunicaciones en nuestra sociedad, las Administraciones Públicas desempeñan un papel cada vez más relevante en su misión de acercar los servicios de la sociedad de la información a todos los ciudadanos.

La intervención de las Administraciones Públicas en el sector de las telecomunicaciones está generando muchas dudas con respecto al marco legal que regula el citado sector.

El presente informe propone analizar el citado marco legal, con objeto de dar al Ayuntamiento de Zaragoza algunas recomendaciones de actuación de cara a la adecuada consecución de los objetivos del proyecto Milla Digital.

Primeramente se analizan los fundamentos de la intervención de la Administración en materia de telecomunicaciones. Se citan los puntos más importantes de la Ley General de Telecomunicaciones (Ley 32/2003 de 3 de noviembre de 2003) así como del Reglamento sobre las condiciones para la prestación de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios (Real Decreto 424/2005 de 15 de abril de 2005)

En segundo lugar se estudia el papel de las Administraciones públicas como operadores económicos que explotan redes y prestan servicios públicos de comunicaciones electrónicas.

Seguidamente se citan las 15 recomendaciones para las Administraciones Públicas aportadas por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, a modo de catálogo de buenas prácticas, para desembocar en un apartado de conclusiones del informe.

Acompaña este informe un apartado de referencias a las que se puede acudir si se desea ampliar la información de este informe.

Asimismo, como anexo del informe, se citan las resoluciones más relevantes publicadas por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones en relación, principalmente, al papel desempeñado por Ayuntamientos en temas relativos a las redes de telecomunicaciones.

## 2.- FUNDAMENTOS

La Constitución Española (en adelante CE) reconoce a un tiempo el derecho a la libertad de empresa en un marco de economía de libre mercado (artículo 38 CE) y la posibilidad de intervención de los poderes públicos detrayendo sectores o recursos del ámbito de la economía del libre mercado sobre la base del interés general (128.1 CE). Asimismo, se permite la iniciativa pública en el marco de la economía de libre mercado (artículo 128.2 CE). Con estos preceptos, la intervención de la Administración se legitima constitucionalmente en sus más amplios términos, sin más límites que el sometimiento al resto del ordenamiento jurídico (artículo 9 CE) y la necesaria motivación de interés público que en cada caso debe concurrir (artículo 103.1 CE). Y ello tanto si se trata de actos de autoridad como de actuaciones empresariales sometidas a derecho privado.

En los últimos años se ha pasado de la consideración de los servicios de telecomunicaciones como servicios públicos prestados en régimen de monopolio, separados por tanto del ámbito de la economía de libre mercado, a considerarlos como servicios de interés general prestados en régimen de libre competencia. En el primer planteamiento, la Administración prestaba directamente los servicios o los encargaba a un ente privado bajo estricta tutela, que delimitaba las condiciones técnicas y económicas en que debían prestarse.

En el segundo escenario, que coincide con la percepción actual, se consideran servicios que pueden ser prestados con mayor eficacia en régimen de libre mercado y que la Administración debe intervenir, en primer lugar para garantizar el funcionamiento del mercado, evitando situaciones de abuso de posición de dominio por parte del antiguo monopolista que impidan la apertura efectiva del mercado, e incluso para contrarrestar los problemas estructurales que se deriven y no puedan ser convenientemente resueltos mediante medidas ex post.

Estas medidas liberalizadoras se completan con la atribución a los poderes públicos de la misión de corregir los posibles fallos del mercado en la satisfacción de las necesidades de los usuarios. Para ello, la Administración puede encomendar a determinados operadores unas obligaciones de interés general, concibiendo un mecanismo de financiación de las mismas. Además, la intervención de la Administración debe aplicar el principio de proporcionalidad en virtud del cual las posibles restricciones de la competencia no pueden exceder de lo necesario para garantizar el cumplimiento eficaz de la misión de interés general. Por otra parte, y simultáneamente, en este marco de economía de libre mercado, se permite asimismo la iniciativa pública en pie de igualdad con los demás operadores privados, si bien con una serie de cautelas dirigidas a salvaguardar la libre competencia, de manera que sea cual fuere la forma adoptada no puedan prevalerse de su condición de Administración Pública ni del privilegio de recurrir a financiación pública en condiciones discriminatorias. En la legislación liberalizadora de las telecomunicaciones se recogen expresamente algunas de estas cautelas.

De este modo, el delicado equilibrio entre el juego del mercado y la intervención de la Administración para satisfacer necesidades cuya realización se considera de interés general, se concreta, conforme a la Ley General de Telecomunicaciones en los siguientes cauces:

- En primer término, la Administración puede imponer obligaciones a los operadores, de acuerdo con la normativa específica de servicio público que se recoge en el título III de la citada ley. De esta forma, la legislación de telecomunicaciones articula fórmulas de colaboración público-privada y, en ocasiones, incluso exclusivamente privada, para cubrir las necesidades sociales. Tal es el caso de la atribución de la prestación del denominado servicio universal y de otros servicios públicos así como sus medios de financiación.
- En segundo lugar, la Administración podrá prestar ella misma los servicios de telecomunicaciones como cualquier otro operador privado, pero deberá sujetar sus operaciones a determinadas condiciones con el fin de no distorsionar la competencia en el mercado (artículo 8.4 LGT). Una de las principales condiciones es respetar el régimen general de ayudas públicas.

En cualquiera de los anteriores supuestos, la normativa sectorial de telecomunicaciones exige que la actuación de la administración se dirija al cumplimiento de los objetivos establecidos en la ley y a respetar y hacer respetar los principios en ella recogidos, entre los que se encuentran (artículo 3 LGT):

- a) Fomentar la competencia efectiva en los mercados de telecomunicaciones;
- b) Garantizar el cumplimiento de las obligaciones de servicio público;
- c) Promover el desarrollo del sector de las telecomunicaciones, así como la utilización de nuevos servicios y el despliegue de redes, y el acceso a éstos en condiciones de igualdad, e impulsar la cohesión territorial, económica y social;
- d) Fomentar la neutralidad tecnológica en la regulación.

De esta forma, dado el interés público que justifica la intervención de la Administración (artículo 103 CE), ésta habrá de tomar en consideración que su intervención no distorsione la competencia y fomente la neutralidad tecnológica y ello, tanto cuando se trata de intervenir como administración garante de los servicios de interés público, como cuando la propia administración actúa como un operador más en el mercado.

El proceso de liberalización de determinados sectores tradicionalmente regulados, entre los que se encuentran las telecomunicaciones, tiene su origen en el ordenamiento jurídico comunitario

y especialmente el desarrollo jurisprudencial y normativo del actual artículo 86 (anterior artículo 90) del Tratado de Roma (en adelante TCE).

El derecho comunitario no prejuzga el régimen de propiedad pública o privada de las entidades operantes en el mercado (artículo 295 TCE). Ahora bien, en relación con las empresas públicas, se establece (artículo 86.1 TCE) la prohibición a los estados miembros de adoptar o mantener respecto de las empresas públicas y aquellas empresas a las que concedan derechos especiales o exclusivos, medidas contrarias a las normas del Tratado, especialmente las previstas en los artículos 12 y 81 a 89, ambos inclusive: fundamentalmente, prácticas colusorias, abusos de posición de dominio y ayudas públicas.

El apartado 2 del artículo 86 TCE formula una excepción a esta regla general, cuando establece que las empresas encargadas de la gestión de servicios de interés económico general o que tengan el carácter de monopolio fiscal quedarán sometidas a lo dispuesto en el Tratado, en especial a las normas sobre competencia, en la medida en que su aplicación no impida, de hecho o de derecho, el cumplimiento de la misión específica a aquéllas confiada. El desarrollo de los intercambios no deberá quedar afectado de forma que sea contraria al interés de la Comunidad.

De esta excepción se ha deducido la conclusión de que la iniciativa pública en la economía sólo puede limitar el derecho a la libertad de empresa e incumplir las reglas que rigen la economía de libre mercado y, en definitiva, desvirtuar el mercado, cuando el interés público que se trate de proteger así lo exija y la medida sea idónea y proporcional al resultado previsto. Así, con carácter general para cualquier ámbito de la vida económica, la intervención de la Administración no debe alterar las condiciones de competencia, excepto en la medida necesaria para cumplir con la misión específica que se le ha asignado, siempre guardando el principio de proporcionalidad.

Ello supone que, cuando la Administración actúa como un operador más en el mercado, debe sujetarse a las mismas reglas que el resto de operadores, lo que implica que no podrá entrar en acuerdos colusorios ni abusos de posición de dominio ni recibir ayudas públicas que distorsionen la libre competencia. A su vez, la Administración, cuando actúa como autoridad en el ámbito de sus competencias, no podrá incurrir en financiaciones ilegales contrarias al régimen de subvenciones públicas ni en actuaciones discriminatorias contrarias a la competencia.

A partir de estas previsiones normativas sobre los denominados servicios de interés económico general, se han liberalizado los servicios de telecomunicaciones en los países de nuestro entorno, por considerar no compatible con el Tratado la reserva legal y la concesión de derechos exclusivos en materia de telecomunicaciones, pudiendo salvaguardarse mejor los intereses generales con el modelo de provisión de servicios en libre competencia, corregido con la articulación de mecanismos legales que aseguren a los ciudadanos el servicio universal de telecomunicaciones y otros servicios públicos.

Así pues, la legislación interna de liberalización de los servicios de telecomunicaciones participa de los mismos principios que la comunitaria sobre competencia, servicios de interés económico general y ayudas públicas, hasta el punto de constituir un desarrollo específico de ella. Como veremos en mayor detalle, en el ámbito de las telecomunicaciones estos principios alcanzan distinta concreción según se trate de una iniciativa pública, adoptada en el marco de sus propias competencias como Administración Pública, o de una Administración Pública que compite en el mercado como un operador más.

## **2.1.- LEY 32/2003 DE 3 DE NOVIEMBRE DE 2003 (LEY GENERAL DE TELECOMUNICACIONES)**

A continuación resumimos algunos puntos relevantes de la Ley 32/2003 de 3 de noviembre de 2003 (Ley General de Telecomunicaciones):

### **TÍTULO II: EXPLOTACIÓN DE REDES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS EN RÉGIMEN DE LIBRE COMPETENCIA**

#### ► CAPÍTULO I: Disposiciones Generales

- Artículo 5: Principios aplicables
  - La explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas se realizará en régimen de libre competencia sin más limitaciones que las establecidas en la citada Ley y su normativa de desarrollo
- Artículo 6: Requisitos exigibles para la explotación de las redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas
  - Podrán explotar redes y prestar servicios de comunicaciones electrónicas a terceros las personas físicas o jurídicas nacionales de un Estado Miembro de la Unión Europea o con otra nacionalidad, cuando, en el segundo caso, así esté previsto en los acuerdos internacionales que vinculen al Reino de España. Para el resto de personas físicas o jurídicas, el Gobierno podrá autorizar excepciones de carácter general o particular a la regla anterior. En todo caso, las personas físicas o jurídicas que exploten redes o presten servicios de comunicaciones electrónicas a terceros deberán designar una persona responsable a efecto de notificaciones domiciliada en España, sin perjuicio de lo que puedan prever los acuerdos internacionales
  - Los interesados en la explotación de una determinada red o en la prestación de un determinado servicio de comunicaciones electrónicas deberán, con anterioridad, al inicio de la actividad,

notificarlo fehacientemente a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones en los términos que se determinen mediante real decreto, sometiéndose a las condiciones previstas para el ejercicio de la actividad que pretendan realizar. Quedan exentos de esta obligación quienes exploten redes y se presten servicios de comunicaciones electrónicas en régimen de autoprestación.

- Artículo 8: Condiciones para la prestación de servicios o la explotación de redes de comunicaciones electrónicas

- La explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas se sujetarán a las condiciones previstas en esta ley y su normativa de desarrollo, entre las cuales se incluirán las de salvaguarda de los derechos de los usuarios finales
- La explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas por las Administraciones Públicas, directamente o a través de sociedades en cuyo capital participen mayoritariamente, se ajustará a lo dispuesto en esta ley y sus normas de desarrollo y se realizará con la debida separación de cuentas y con arreglo a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación. La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones podrá imponer condiciones especiales que garanticen la no distorsión de la libre competencia

» CAPÍTULO III: Acceso a las redes y recursos asociados e interconexión

- Artículo 11: Principios generales aplicables al acceso a las redes y recursos asociados y a su interconexión

- Los operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas tendrán el derecho y, cuando se solicite por otros operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas, la obligación de negociar la interconexión mutua con el fin de prestar servicios de comunicaciones electrónicas disponibles al público, con el objeto de garantizar así la prestación de servicios y su interoperabilidad
- La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones podrá intervenir en las relaciones entre operadores, a petición de cualquiera de las partes implicadas, o de oficio cuando esté justificado, con objeto de fomentar y, en su caso, garantizar la adecuación del acceso, la interconexión y la interoperabilidad de los servicios, así como la consecución de los objetivos establecidos en el artículo 3.

- Artículo 12: Condiciones aplicables al acceso a las redes y recursos asociados y a su interconexión

- Cuando se impongan obligaciones a un operador de redes públicas de comunicaciones electrónicas para que facilite acceso, la

Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones podrá establecer determinadas condiciones técnicas u operativas al citado operador o a los beneficiarios de dicho acceso cuando ello sea necesario para garantizar el funcionamiento normal de la red conforme se establezca reglamentariamente.

- La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, en la medida en que sea necesario garantizar la posibilidad de conexión de extremo a extremo, podrá imponer obligaciones a los operadores que controlen el acceso a los usuarios finales, incluida, en casos justificados, la obligación de interconectar sus redes cuando no lo hayan hecho
- Artículo 13: Obligaciones aplicables a los operadores con poder significativo en mercados de referencia
  - La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, en la forma y en las condiciones que se determinen en desarrollo del apartado 6 del artículo 10, podrá imponer a los operadores que, de conformidad con dicho artículo, hayan sido declarados con poder significativo en el mercado obligaciones en materia de:
    - o A) Transparencia, en relación con la interconexión y el acceso, conforme a las cuales los operadores deberán hacer público determinado tipo de información, como relativa a la contabilidad, especificaciones técnicas, características de las redes, condiciones de suministro y utilización, y precios. En particular, cuando se impongan obligaciones de no discriminación a un operador, se lo podrá exigir que publique una oferta de referencia.
    - o B) No discriminación, que garantizarán, en particular, que el operador aplique condiciones equivalentes en circunstancias semejantes a otros operadores que presten servicios equivalentes y proporcione a terceros servicios e información de la misma calidad que los que proporcione para sus propios servicios o los de sus filiales o asociados y en las mismas condiciones
    - o C) Separación de cuentas, en el formato y con la metodología que, en su caso, se especifiquen
    - o D) Acceso a recursos específicos de las redes y a su utilización
    - o E) Control de precios, tales como la orientación de los precios en función de los costes, y contabilidad de costes, para evitar precios excesivos o la compresión de los precios en detrimento de los usuarios finales.
  - En circunstancias excepcionales y debidamente justificadas, la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, previo

sometimiento al mecanismo de consulta previsto en la disposición adicional octava, podrá imponer obligaciones relativas al acceso o a la interconexión que no se limiten a las materias enumeradas en el apartado anterior, así como a operadores que no hayan sido declarados con poder significativo en el mercado.

### **TÍTULO III: OBLIGACIONES DE SERVICIO PÚBLICO Y DERECHOS Y OBLIGACIONES DE CARÁCTER PÚBLICO EN LA EXPLOTACIÓN DE REDES Y EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS**

#### **» CAPÍTULO II: Derechos de los operadores a la ocupación del dominio público, a ser beneficiarios en el procedimiento de expropiación forzosa y al establecimiento a su favor de servidumbres y de limitaciones a la propiedad**

- Artículo 26: Derecho de ocupación del dominio público
  - Los operadores tendrán derecho, en los términos de este capítulo, a la ocupación del dominio público en la medida que ello sea necesario para el establecimiento de la red pública de comunicaciones electrónicas que se trate
- Artículo 27: Derecho de ocupación de la propiedad privada
  - Los operadores también tendrán derecho, en los términos de este capítulo, a la ocupación de la propiedad privada cuando resulte estrictamente necesario para la instalación de la red en la medida prevista en el proyecto técnico presentado y siempre que no existan otras alternativas económicamente viables, ya sea a través de su expropiación forzosa o mediante la declaración de servidumbre forzosa de paso para la instalación de infraestructura de redes públicas de comunicaciones electrónicas. En ambos casos tendrán la condición de beneficiarios en los expedientes que se tramiten, conforme a lo dispuesto en la legislación sobre expropiación forzosa.
- Artículo 28: Normativa aplicable a la ocupación del dominio público y la propiedad privada
  - En la autorización de ocupación del dominio público será de aplicación, además de lo previsto en esta ley, la normativa específica relativa a la gestión del dominio público concreto de que se trate y la regulación dictada por su titular en aspectos relativos a su protección y gestión
  - Asimismo será de aplicación en la ocupación del dominio público y la propiedad privada para la instalación de redes públicas de comunicaciones electrónicas, la normativa específica dictada por

las Administraciones públicas con competencias en medio ambiente, salud pública, seguridad pública, defensa nacional, ordenación urbana o territorial y tributación por ocupación del dominio público, en los términos que se establecen en el artículo siguiente.

- Artículo 29: Límites de la normativa a que se refiere el artículo anterior.

- La normativa a que se refiere el artículo anterior deberá, en todo caso, reconocer el derecho de ocupación del dominio público o la propiedad privada para el despliegue de las redes públicas de comunicaciones electrónicas de conformidad con lo dispuesto en este título. En cumplimiento de la normativa de la Unión Europea, se podrán imponer condiciones al ejercicio de este derecho de ocupación por los operadores, que estarán justificadas por razones de protección del medio ambiente, la salud pública, la seguridad pública, la defensa nacional o la ordenación urbana y territorial. La entidad de la limitación que entrañen para el ejercicio de ese derecho deberá resultar proporcionada en relación con el concreto interés público que se trata de salvaguardar.

Estas condiciones o límites no podrán implicar restricciones absolutas al derecho de ocupación del dominio público y privado de los operadores. En este sentido, cuando una condición pudiera implicar la imposibilidad, por falta de alternativas, de llevar a cabo la ocupación del dominio público o la propiedad privada, el establecimiento de dicha condición deberá ir acompañado de las medidas necesarias, entre ellas el uso compartido de infraestructuras, para garantizar el derecho de ocupación de los operadores y su ejercicio en igualdad de condiciones.

- Las normas que se dicten por las correspondientes Administraciones, de conformidad con lo dispuesto en el artículo anterior, deberán cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- o A) Ser publicadas en un diario oficial del ámbito correspondiente a la Administración competente. De dicha publicación y de un resumen de ésta, ajustado al modelo que se establezca mediante orden del Ministerio de Ciencia y Tecnología, así como del texto de las ordenanzas fiscales municipales que impongan las tasas por utilización privativa o aprovechamientos especiales constituidos en el suelo, subsuelo o vuelo de las vías públicas municipales contempladas en el artículo 24.1.c) de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, reguladora de las Haciendas Locales, y del de cuantas disposiciones de naturaleza tributaria afecten a la utilización de bienes de dominio público de otra titularidad se deberán dar traslado a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones a fin de que ésta publique una sinopsis en internet.

- B) Incluir un procedimiento rápido y no discriminatorio de resolución de las solicitudes de ocupación
- C) Garantizar la transparencia de los procedimientos y que las normas aplicables fomenten una competencia leal y efectiva entre los operadores
- Garantizar el respeto de los límites impuestos a la intervención administrativa en esta ley en protección de los derechos de los operadores. En particular, las solicitudes de información que se realicen a los operadores deberán ser motivadas, tener una justificación objetiva, ser proporcionadas al fin perseguido y limitarse a lo estrictamente necesario
- Si las Administraciones públicas reguladoras o titulares del dominio público a que se refiere este artículo ostentan la propiedad o ejercen el control directo o indirecto de operadores que explotan redes de comunicaciones electrónicas, deberán mantener una separación estructural entre dichos operadores y los órganos encargados de la regulación y la gestión de estos derechos.
- Artículo 30: Ubicación compartida y uso compartido de la propiedad pública o privada
  - Las Administraciones públicas fomentarán la celebración de acuerdos voluntarios entre operadores para la ubicación compartida y el uso compartido de infraestructuras situadas en bienes de titularidad pública o privada.
  - Cuando los operadores tengan derecho a la ocupación de la propiedad pública o privada y no puedan ejercitar por separado dichos derechos, por no existir alternativas por motivos justificados en razones de medio ambiente, salud pública, seguridad pública u ordenación urbana y territorial, la Administración competente en dichas materias, previo trámite de información pública, acordará la utilización compartida del dominio público o la propiedad privada en que se van a establecer las redes públicas de comunicaciones electrónicas o el uso compartido de las infraestructuras en que se vayan a apoyar tales redes, según resulte necesario.
  - El uso compartido se articulará mediante acuerdos entre los operadores interesados. A falta de acuerdo, las condiciones del uso compartido se establecerán, previo informe preceptivo de la citada Administración competente, mediante Resolución de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Dicha resolución deberá incorporar, en su caso, los contenidos del informe emitido por la Administración competente interesada que ésta califique

como esenciales para la salvaguarda de los intereses públicos cuya tutela tenga encomendados.

## **2.2.- REGLAMENTO SOBRE LAS CONDICIONES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS, EL SERVICIO UNIVERSAL Y LA PROTECCIÓN DE LOS USUARIOS (REAL DECRETO 424/2005 DE 15 DE ABRIL DE 2005)**

De igual manera, citamos a continuación los aspectos más relevantes que recoge el Real Decreto 424/2005, de 15 de abril de 2005, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios.

El objeto de dicho reglamento es la regulación de las condiciones para la prestación de servicios o la explotación de redes de comunicaciones electrónicas, en desarrollo del capítulo I del título II de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, y de las obligaciones de servicio público y los derechos y obligaciones de carácter público aplicables en desarrollo del título III de dicha ley.

### **TÍTULO II: EXPLOTACIÓN DE REDES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS EN RÉGIMEN DE LIBRE COMPETENCIA**

#### **» CAPÍTULO I: Régimen general de explotación de redes y de prestación de servicios de comunicaciones electrónicas**

- Artículo 4: Requisitos generales
  - La explotación de las redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas se realizará en régimen de libre competencia, sin más limitaciones que las establecidas en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, en este reglamento y en el resto de disposiciones que la desarrollen. Conforme al artículo 8.4 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, en la explotación de redes o servicios de comunicaciones electrónicas por las Administraciones públicas con contraprestación económica serán de aplicación las condiciones impuestas, en su caso, por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones para garantizar la libre competencia. La prestación transitoria por las entidades locales a sus ciudadanos de servicios de comunicaciones electrónicas de interés general sin contraprestación económica precisará su comunicación previa a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Cuando ésta detecte que dicha prestación afecta al mercado, en

función de la importancia de los servicios prestados, de la existencia en ese ámbito territorial de condiciones de mercado que permitan el acceso a dichos servicios o de la distorsión de la libre competencia, podrá imponer condiciones específicas a dichas entidades en la prestación de los servicios conforme al párrafo anterior.

- Artículo 5. Notificación a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
  - Los interesados en la explotación de una determinada red o en la prestación de un determinado servicio de comunicaciones electrónicas deberán, con anterioridad al inicio de la actividad, notificarlo fehacientemente a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, incluyendo la información que se señala en el apartado 5. Una vez realizada la notificación, el interesado adquirirá condición de operador y podrá comenzar la prestación del servicio o la explotación de la red.
  - Los operadores deberán notificar a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones cada tres años, contados desde la notificación inicial, su intención de continuar con la prestación o explotación de la red o servicio. La condición de operador se mantendrá en tanto no se extinga conforme a lo establecido en el artículo 6
  - Si la notificación no reúne los requisitos que se señalan en este artículo y no hubieran sido oportunamente subsanados en su caso los defectos formales, la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, en un plazo no superior a 15 días, dictará resolución motivada, y la notificación se tendrá por no realizada. Contra dicha resolución podrá interponerse recurso contencioso-administrativo, de acuerdo con la ley reguladora de dicha jurisdicción.
  - No estarán sujetos a la obligación de la notificación:
    - a) La explotación de redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas en régimen de autoprestación.
    - b) Los servicios de comunicaciones electrónicas y las instalaciones de seguridad o intercomunicación que, sin conexión a redes exteriores y sin utilizar el dominio público radioeléctrico, presten servicio a un inmueble, a una comunidad de propietarios o dentro de una misma propiedad privada.
    - c) Los servicios de comunicaciones electrónicas establecidos entre predios de un mismo titular.

- En la notificación prevista en el apartado 1 el interesado deberá incluir la siguiente información, junto con la documentación que acredite su autenticidad

a) Cuando se trate de persona física:

- 1.º Nombre y apellidos y, en su caso, los de la persona que lo represente.
- 2.º Número del documento nacional de identidad o, si fuera extranjera, la nacionalidad y el número de pasaporte.
- 3.º Domicilio en España a los efectos de notificaciones.
- 4.º Documentación que acredite la capacidad y representación del representante, en su caso.

b) Cuando se trate de persona jurídica:

- 1.º Razón social.
- 2.º Número de identificación fiscal y datos registrales.
- 3.º Domicilio en España a los efectos de notificaciones.
- 4.º Nombre y apellidos de la persona responsable a los efectos de notificaciones.
- 5.º Documentación que acredite la capacidad y representación del representante.

Para personas jurídicas extranjeras nacionales de Estados miembros de la Unión Europea y de Estados signatarios del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, la documentación que acredite su capacidad de obrar consistirá en una certificación que acredite la inscripción en los registros que, de acuerdo con la legislación en cada Estado, sea preceptiva. Para el resto de personas jurídicas extranjeras será necesaria la presentación de una certificación expedida por la respectiva representación diplomática española en la que se haga constar que figuran inscritas en el Registro local profesional, comercial o análogo o, en su defecto, que actúan legalmente y con habitualidad en el ámbito de las actividades correspondientes.

c) En caso de ser una persona nacional de un Estado que no sea miembro de la Unión Europea, indicación del convenio internacional que le habilita para explotar redes o prestar servicios de comunicaciones electrónicas en España o, en su defecto, indicación del acuerdo del Consejo de Ministros que le autorice de forma excepcional.

d) Descripción de la red o servicio que el interesado tiene intención de explotar o prestar, que deberá incluir:

- 1.º Breve descripción de la ingeniería y diseño de red, en su caso.

- 2.º Tipo de tecnología o tecnologías empleadas.
- 3.º Descripción de las medidas de seguridad y confidencialidad que se prevén implantar en la red, en su caso.
- 4.º Descripción funcional de los servicios.
- 5.º Oferta de servicios y su descripción comercial.

e) La fecha prevista para el inicio de la actividad.

f) Sumisión a tribunales españoles y, si así lo desea el interesado, al arbitraje de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, en los términos establecidos en su reglamento y en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, para resolver las controversias que surjan en el ejercicio de su actividad.

g) Declaración responsable de cumplimiento de los requisitos exigibles.

### ► CAPÍTULO III: Condiciones para la explotación de redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas

- Artículo 15: Derechos de los operadores

- Los operadores de redes y servicios de comunicaciones electrónicas tendrán los siguientes derechos:

a) Negociar y, en su caso, obtener la interconexión o el acceso a las redes y a los recursos asociados de otros operadores, conforme a la regulación establecida en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, y en la normativa sobre interconexión.

b) Obtener derechos de uso de la numeración, direccionamiento y denominación, de acuerdo con la regulación establecida en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, en el resto de normativa sobre numeración y en los planes nacionales de numeración, direccionamiento y denominación.

c) Obtener derechos de uso del dominio público radioeléctrico, conforme a la regulación establecida en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en sus disposiciones de desarrollo.

d) Obtener derechos de ocupación del dominio público y de la propiedad privada para la instalación de las redes de comunicaciones electrónicas, conforme a lo establecido en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, en este reglamento y el resto de normativa reguladora de la ocupación del dominio público y la propiedad privada.

e) Aquellos otros derechos reconocidos por la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, por este reglamento y por el resto de disposiciones que la desarrollen.

- Artículo 16. Condiciones que deben cumplir los operadores

- Los operadores estarán obligados al cumplimiento de las condiciones que se imponen en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, en este reglamento y en el resto de la normativa que la desarrolle.
- Las condiciones que se establecen en este capítulo se entienden sin perjuicio de otras condiciones que estén obligados a cumplir los operadores por alguno de los siguientes motivos:

a) Por razón del uso del dominio público radioeléctrico, de la numeración, direccionamiento y denominación o de la ocupación de la propiedad pública o privada para la instalación de redes.

b) Por ser designados para la prestación del servicio universal u otras obligaciones de servicio público.

c) Por la imposición, en su caso, de obligaciones específicas en el marco del análisis de mercado previsto en el artículo 10 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.

d) Por la imposición de obligaciones en materia de interconexión y acceso previstas en el capítulo III del título II y en la disposición adicional séptima de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones

- Artículo 17: Condiciones generales

- Las condiciones generales que deben cumplir todos los operadores, con independencia de la red o servicio que pretendan explotar o prestar, y sin perjuicio de otras que resulten exigibles conforme a los artículos siguientes de este capítulo, serán las siguientes:

a) Contribuir a la financiación del servicio universal, en los términos previstos en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en su normativa de desarrollo.

b) Pagar las tasas previstas en el título VII de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, conforme a lo regulado en ella y en su normativa de desarrollo.

c) Garantizar la interoperabilidad de los servicios.

- d) Garantizar a los usuarios finales la accesibilidad de los números, nombres o direcciones, de conformidad con lo recogido en los correspondientes planes nacionales.
- e) Garantizar la protección de los datos personales y la intimidad de las personas, conforme a lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, y en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en su normativa de desarrollo.
- f) Garantizar a los consumidores y los usuarios finales los derechos que como tales les corresponden, de acuerdo con la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, con este reglamento y con el resto de normativa que la desarrolle y con el resto de la normativa que resulte de aplicación.
- g) Suministrar a las autoridades nacionales de reglamentación la información y documentación que precisen para el cumplimiento de sus fines, en los términos establecidos en el artículo 9 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, y en el artículo 21 de este reglamento.
- h) Ejecutar las órdenes de interceptación legal que emanen de la autoridad competente, conforme a la Ley de Enjuiciamiento Criminal y a la Ley Orgánica 2/2002, de 6 de mayo, reguladora del control judicial previo del Centro Nacional de Inteligencia, de acuerdo con lo establecido en el artículo 33 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en el título V de este reglamento.
- i) Cumplir, cuando así venga establecido en la normativa vigente, las resoluciones de las autoridades adoptadas por razones de interés público, de seguridad pública y de defensa nacional.
- j) Asegurar el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas y los requisitos técnicos que, en cada caso, resulten aplicables, incluyendo los correspondientes en materia de equipos y aparatos de telecomunicaciones.
- k) Cumplir las restricciones en cuanto a la transmisión de contenidos ilegales establecidas en la Ley 34/2002, de 11 de julio, sobre servicios de la sociedad de la información y comercio electrónico, y en relación con la transmisión de contenidos nocivos establecidas en la Ley 25/1994, de 12 de julio, por la que se incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 89/552/CEE, sobre la coordinación de disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros relativas al ejercicio de actividades de radiodifusión televisiva.
- l) Cumplir el resto de requisitos y condiciones que se establecen en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en su normativa de desarrollo.

- Artículo 18. Condiciones exigibles a los operadores que exploten redes públicas de comunicaciones electrónicas.
  - Las condiciones que deben cumplir los operadores que exploten redes públicas de comunicaciones electrónicas serán las siguientes:
    - a) Garantizar la interconexión de las redes y el acceso a estas y a los recursos asociados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en su normativa de desarrollo.
    - b) Respetar las normas y resoluciones aprobadas por las autoridades competentes en materia de urbanismo, de medio ambiente y de ordenación del territorio, salud pública, seguridad pública, defensa nacional y tributación por ocupación del dominio público, conforme al artículo 28 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y a su normativa de desarrollo.
    - c) Respetar las normas y resoluciones aprobadas por las autoridades competentes en materia de acceso al dominio público y a la propiedad privada para la instalación de redes de comunicaciones electrónicas.
    - d) Cuando así sea preciso conforme a lo dispuesto en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, permitir la coubicación y el uso compartido de las instalaciones.
    - e) Respetar las limitaciones establecidas en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en su normativa de desarrollo en relación con las emisiones radioeléctricas y la exposición del público a campos electromagnéticos.
    - f) Mantener la integridad de las redes públicas de comunicaciones electrónicas, así como evitar la producción de interferencias perjudiciales.
    - g) Procurar la seguridad de las redes públicas contra el acceso no autorizado y garantizar la confidencialidad de los mensajes transmitidos y el secreto de las comunicaciones.
    - h) Cumplir las obligaciones de extensión y cobertura establecidas en la disposición transitoria quinta de este reglamento.
    - i) Establecer condiciones de uso de sus redes o servicios para situaciones de catástrofes que garanticen las comunicaciones entre los servicios de emergencia y entre las autoridades, y para la difusión de informaciones a la población en general.

- Artículo 21: Obligaciones de suministro de información
  - Las autoridades nacionales de reglamentación establecidas en el artículo 46 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y los organismos con competencias inspectoras derivadas de dicha ley podrán, en el ámbito de su actuación, requerir a los operadores la información, incluso financiera, necesaria para el cumplimiento de alguna de las siguientes finalidades:
    - a) Comprobar el cumplimiento de las obligaciones que resulten de este capítulo, de los derechos de uso del dominio público radioeléctrico, de la numeración, direccionamiento y denominación o de la ocupación del dominio público o de la propiedad privada.
    - b) Satisfacer necesidades estadísticas o de análisis.
    - c) Evaluar la procedencia de las solicitudes de derechos de uso del dominio público radioeléctrico y de la numeración, direccionamiento y denominación.
    - d) Publicar síntesis comparativas sobre precios y calidad de servicio, en interés de los usuarios.
    - e) Elaborar análisis que permitan la definición de los mercados de referencia, la determinación de los operadores encargados de prestar el servicio universal y el establecimiento de condiciones específicas a los operadores con poder significativo de mercado en aquellos.
    - f) Cumplir los requerimientos que vengan impuestos en el ordenamiento jurídico.
    - g) Comprobar el cumplimiento del resto de obligaciones derivadas de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y su normativa de desarrollo, en especial el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y de carácter público.
  - Esta información, excepto aquella a que se refiere el párrafo c), no podrá exigirse antes del inicio de la actividad, y se suministrará en el plazo que se establezca en cada requerimiento, atendidas las circunstancias del caso. Las autoridades nacionales de reglamentación garantizarán la confidencialidad de la información suministrada que pueda afectar al secreto comercial o industrial.
  - Las solicitudes de información que se realicen de conformidad con el apartado anterior habrán de ser motivadas y proporcionadas al fin perseguido. En dichas solicitudes se indicará el plazo y grado de detalle con que deberá suministrarse la información requerida, así como los fines concretos para los que va a ser utilizada. El incumplimiento de la obligación de información por los titulares de

redes o servicios de comunicaciones electrónicas podrá ser sancionado conforme a lo establecido en el título VIII de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre.

- La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones llevará a cabo la publicación, en la medida en que pueda contribuir al mantenimiento de un mercado abierto y competitivo, de la información que haya obtenido en el ejercicio de sus competencias, y garantizará la confidencialidad de la información y el derecho a la protección de los datos de carácter personal, conforme se indica en el apartado 1.
- La información de que dispongan los operadores en relación con los servicios que presten al Ministerio de Defensa o instituciones militares no podrá ser facilitada en virtud de lo dispuesto en este artículo. No obstante, lo dispuesto en el párrafo anterior, el Ministerio de Defensa aprobará una resolución en la que especificará de forma clara e inequívoca el tipo o categorías de información que puede ser suministrada. Esta resolución será comunicada a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información y al resto de Autoridades de Reglamentación a que se refiere el artículo 46 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.
- Artículo 22. Modificación de las condiciones exigibles.
  - Con arreglo a los principios de objetividad y proporcionalidad, el Gobierno, mediante real decreto, podrá modificar las condiciones impuestas en la prestación de servicios y el establecimiento y explotación de redes de comunicaciones electrónicas, y establecerá un plazo para que los operadores se adapten a dicha modificación.
  - En la tramitación de las modificaciones a que se refiere el apartado anterior se otorgará un trámite de audiencia, que no será inferior a cuatro semanas, a los interesados, al Consejo de Consumidores y Usuarios y, en su caso, a los sindicatos más representativos y a las asociaciones más representativas de los restantes usuarios. Asimismo, será preceptivo el informe de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

## TÍTULO III: OBLIGACIONES DE SERVICIO PÚBLICO Y DE CARÁCTER PÚBLICO

### » CAPÍTULO I: Disposiciones generales

- Artículo 23: Categorías de obligaciones de servicio público o de carácter público
  - Tendrán la consideración de obligaciones de servicio público o de carácter público a los efectos de este reglamento:
    - a) El servicio universal, establecido en el artículo 22 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, y regulado en el capítulo siguiente.
    - b) Las obligaciones de servicio público definidas en los apartados 1 y 2 del artículo 25 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, que se regulan en el capítulo III de este título.
    - c) La obligación de encaminamiento y localización de llamadas dirigidas a servicios de emergencia. No obstante, la obligación de encaminamiento de dichas llamadas no dará lugar a contraprestación económica.
    - d) Las obligaciones de carácter público establecidas en este reglamento en relación con:
      - 1.º El secreto de las comunicaciones y la obligación de interceptación legal, previstas en el capítulo II del título V de este reglamento.
      - 2.º La regulación relativa a la protección de datos de carácter personal, desarrollada en el capítulo I del título V de este reglamento.
      - 3.º Los aspectos específicos de los derechos de los consumidores y usuarios en relación con la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas desarrollados en el título VI de este reglamento.
      - 4.º Las obligaciones de información previstas en el artículo 9 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y desarrolladas en el artículo 21 de este reglamento.
      - 5.º Las obligaciones de calidad de servicio exigibles de conformidad con lo dispuesto en este reglamento, excepto las relativas a la prestación del servicio universal.
  - De conformidad con lo dispuesto en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, estas obligaciones de carácter público no darán derecho a contraprestación ni compensación económica de ningún tipo, sin perjuicio de lo dispuesto en el capítulo II del título V de este reglamento.

- Artículo 26. Principios aplicables en la imposición de obligaciones de servicio público.
  - En la imposición de obligaciones de servicio público a los operadores se tomarán en consideración los objetivos y principios establecidos en el artículo 3 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.
  - Cuando el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio constate que cualquiera de los servicios a que se refiere este artículo se está prestando en competencia, en condiciones de precio, cobertura y calidad de servicio similares a aquellas en que los operadores designados deben prestarlas, podrá, previo informe de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones y audiencia a los interesados, determinar el cese de su prestación como obligación de servicio público y, en consecuencia, de la financiación prevista para aquellas.
  - En particular, en la imposición de obligaciones de servicio público a los operadores serán de aplicación los siguientes criterios:
    - a) No imposición de cargas excesivas a los operadores que puedan afectar sustancialmente la posibilidad de su acceso al mercado.
    - b) Objetividad y transparencia en los métodos utilizados para determinar el operador obligado, las ayudas y financiación de la que disfrutará, y el momento y condiciones en que debe producirse.
    - c) No discriminación entre los distintos operadores, procurando mantener el equilibrio en el mercado de forma tal que ningún operador obtenga ventajas o desventajas en su actuación en el mercado, como consecuencia de las obligaciones impuestas.
    - d) Neutralidad económica y, en la medida de lo posible, tecnológica de las obligaciones impuestas y de las ayudas y financiación otorgadas.
    - e) Prioridad de las opciones que permitan un menor coste para el conjunto del sector o que supongan una menor necesidad de financiación.

» CAPÍTULO II: Servicio Universal

» » SECCIÓN 1.ª DELIMITACIÓN DEL SERVICIO UNIVERSAL

- Artículo 27. Concepto y delimitación de los servicios que se incluyen en el ámbito del servicio universal.
  - Se entiende por servicio universal el conjunto definido de servicios cuya prestación se garantiza para todos los usuarios finales con

independencia de su localización geográfica, con una calidad determinada y a un precio asequible.

- Bajo el concepto de servicio universal se deberá garantizar, en los términos y condiciones que se establecen en esta sección, lo siguiente:

a) Que todos los usuarios finales puedan obtener una conexión a la red telefónica pública desde una ubicación fija y acceder a la prestación del servicio telefónico disponible al público con las características que se establecen en el artículo 28, siempre que sus solicitudes se consideren razonables en los términos establecidos en el artículo 29.

b) Que se ponga a disposición de los abonados al servicio telefónico disponible al público una guía general de números de abonados, de acuerdo con lo establecido en el artículo 30. Asimismo, que se ponga a disposición de todos los usuarios finales de dicho servicio un servicio de información general o consulta telefónica sobre números de abonados, en las condiciones establecidas en el artículo 31.

c) Que exista una oferta suficiente de teléfonos públicos de pago, en todo el territorio nacional, de acuerdo con los términos que se establecen en el artículo 32.

d) Que los usuarios finales con discapacidad tengan acceso al servicio telefónico disponible al público desde una ubicación fija en condiciones equiparables a las que se ofrecen al resto de usuarios finales.

e) Que las personas con necesidades sociales especiales, dispongan de opciones o paquetes de tarifas que difieran de las aplicadas en condiciones normales de explotación comercial y que les permitan tener acceso al servicio telefónico disponible al público desde una ubicación fija o hacer uso de éste.

f) Que se apliquen, cuando proceda, opciones tarifarias especiales o limitaciones de precios, tarifas comunes, equiparación por zonas u otros regímenes similares, de acuerdo con condiciones transparentes, públicas y no discriminatorias.

- Artículo 28. Conexión a la red pública y acceso al servicio telefónico disponible al público.

- La conexión a la red telefónica pública, desde una ubicación fija, referida en el apartado 2.a) del artículo anterior, deberá ofrecer a sus usuarios la posibilidad de:

a) Conectar y utilizar equipos terminales adecuados, de conformidad con la normativa aplicable.

b) Recibir y efectuar llamadas telefónicas de ámbito nacional e internacional a números geográficos y no geográficos, de conformidad con lo establecido en el Plan nacional de numeración telefónica.

c) Establecer comunicaciones de fax, al menos de telefax grupo III de conformidad con las recomendaciones pertinentes de la serie T de la UIT-T.

d) Establecer comunicaciones de datos a velocidad suficiente para acceder de forma funcional a Internet, con arreglo a las recomendaciones pertinentes de la serie V de la UIT-T, sin perjuicio de que se puedan utilizar otros interfaces, previa autorización del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en casos concretos y debidamente justificados. A estos efectos, se considerará velocidad suficiente la utilizada de manera generalizada para acceder a Internet por los abonados al servicio telefónico fijo disponible al público con conexión a la red mediante pares de cobre y módem para banda vocal.

- El operador designado deberá disponer de los recursos técnicos adecuados para garantizar la continuidad del servicio telefónico fijo disponible al público en situaciones de interrupción del suministro eléctrico por un periodo mínimo de cuatro horas. No obstante, para aquellas conexiones a la red pública que sea necesario proporcionar a través de satélite, dicho período será, como mínimo, de dos horas.
- Cuando se produzcan interrupciones del servicio telefónico disponible al público proporcionado a través de dicha conexión, por causas no atribuibles al abonado, el operador deberá compensarle de acuerdo con lo establecido en el artículo 115.

#### **TÍTULO IV: DERECHO DE LOS OPERADORES A LA OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO, A SER BENEFICIARIOS EN EL PROCEDIMIENTO DE EXPROPIACIÓN FORZOSA Y CONDICIONES DE ESTABLECIMIENTO DE SERVIDUMBRES Y LIMITACIONES**

- Artículo 57: Derecho a la ocupación del dominio público y a ser beneficiario en expedientes de expropiación forzosa.
  - Los operadores tendrán derecho, en la medida en que sea necesario para el establecimiento de una red pública de comunicaciones electrónicas y en los términos establecidos en el capítulo II del título III de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, a la ocupación del dominio público y de la propiedad privada.  
Los operadores, para el ejercicio de dichos derechos, estarán obligados a cumplir las condiciones exigibles que se establecen en este reglamento y, en concreto, las normas que se fijan por las

Administraciones públicas competentes de conformidad con lo dispuesto en los artículos 28 y 29 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y con sujeción a los límites de emisión que se establezcan en desarrollo de lo previsto en el artículo 44.1.a) de dicha ley.

- Artículo 58. Derecho a ser beneficiarios en el procedimiento de expropiación forzosa.

- Los operadores, cuando resulte estrictamente necesario para la instalación de la red, en la medida prevista en el proyecto técnico presentado y siempre que no existan otras alternativas económicamente viables, tendrán derecho a la ocupación de la propiedad privada, ya sea a través de su expropiación forzosa, ya sea mediante la declaración de servidumbre forzosa de paso para la instalación de infraestructuras de redes públicas de comunicaciones electrónicas. A dichos efectos, podrán solicitar ser beneficiarios en un expediente concreto, siempre que cumplan lo dispuesto en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y en la normativa vigente en materia de expropiación forzosa.
- La aprobación del proyecto técnico por la Secretaria de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información llevará implícita, en cada caso concreto, la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación para la instalación de redes públicas de comunicaciones electrónicas, a los efectos de lo previsto en la legislación de expropiación forzosa.
- Con carácter previo a la aprobación del proyecto técnico, se recabará informe de la comunidad autónoma competente, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre.
- En las expropiaciones que se lleven a cabo para la instalación de redes públicas de comunicaciones electrónicas cuyos titulares tengan impuestas obligaciones de servicio público indicadas en el artículo 22 o en los apartados 1 y 2 del artículo 25 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, se seguirá el procedimiento especial de urgencia establecido en la Ley de Expropiación Forzosa, cuando así se haga constar en la resolución de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información que apruebe el oportuno proyecto técnico.

- Artículo 59. Uso compartido del dominio público y privado para la instalación de infraestructuras.

- Las Administraciones públicas competentes podrán fomentar el uso compartido del dominio público o de la propiedad privada para el establecimiento de redes públicas de comunicaciones electrónicas.

Asimismo, en los términos establecidos en el artículo 30 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, las Administraciones públicas podrán acordar que, desde la fecha en que se dicte la correspondiente resolución, el dominio público o la propiedad privada estarán sujetos al régimen de uso compartido previsto en dicho artículo.

El uso compartido se articulará mediante acuerdos entre los operadores interesados. En el caso de ocupación del dominio público, a falta de acuerdo en el plazo de un mes, cualquiera de los operadores podrá, previa comunicación al resto de ellos y al titular de dicho dominio, requerir a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones para que emita el informe previsto en el artículo 30.3 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre.

- No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, las condiciones para el uso compartido de los locales e infraestructuras de comunicaciones electrónicas para la interconexión de redes públicas de comunicaciones electrónicas se sujetarán a lo dispuesto en el reglamento de desarrollo de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, en materia de interconexión, y quedarán excluidas de la aplicación de lo dispuesto en este artículo.
- Cuando en aplicación de los límites de emisión que se fijen de conformidad con lo dispuesto en el artículo 44.1.a) de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, se establezcan límites en los niveles de emisión para el uso compartido de infraestructuras, deberán autorizarse más emplazamientos para asegurar la cobertura en los términos establecidos en el artículo 30.4 de dicha ley.
- Artículo 60. Otras servidumbres y limitaciones.
  - Los operadores, en la medida en que sea necesario para la protección de sus redes públicas de comunicaciones electrónicas, podrán obtener la protección del dominio público radioeléctrico que utilicen para dichas redes, para lo que solicitarán la imposición de servidumbres y limitaciones a la propiedad, de conformidad con lo dispuesto en la disposición adicional primera de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.
  - En los términos que se establezcan en la normativa reglamentaria que desarrolle el artículo 44 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, podrán fijarse, de conformidad con lo previsto en el artículo 32.2 de dicha ley, límites al derecho de uso del dominio público radioeléctrico para la protección de otros bienes jurídicamente protegidos prevalentes.

### **3.- LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS COMO OPERADORES ECONÓMICOS QUE EXPLOTAN REDES Y PRESTAN SERVICIOS PÚBLICOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS**

La iniciativa empresarial de los poderes públicos ha de desenvolverse con igualdad de condiciones respecto a las empresas privadas que compiten en el mismo mercado.

El Derecho Comunitario reconoce la existencia de empresas públicas y las coloca en una situación competencial similar a las empresas privadas.

La Ley General de Telecomunicaciones incorpora al ordenamiento jurídico español la nueva regulación comunitaria en materia de comunicaciones electrónicas. Esta nueva regulación se inspira en principios orientados a mantener un mercado en libre competencia, cuya finalidad última es velar por los intereses de los consumidores y usuarios, a través del fomento de la sociedad de la información.

Aunque las Administraciones Públicas pueden actuar como operadores de comunicaciones electrónicas, dicha actuación debe someterse a unas condiciones mínimas que aseguren que la especial situación de que gozan por su naturaleza no va a ocasionar, de por sí, situaciones de quiebra efectiva en el sector.

Pueden presentarse supuestos en los que una entidad pública decida prestar el servicio en una zona donde ya se está prestando por parte de operadores privados, en concurrencia con ellos. En este caso, el objetivo fundamental de la actuación pública ya no sería el prestar el servicio en una zona desabastecida y estaría actuando como un operador más. A primera vista, se podría pensar que no existiría una de las premisas justificadoras de la intervención pública referidas en el apartado anterior: existencia de un interés público en la actuación empresarial pública.

No obstante, el interés público en este sector no se termina en el hecho de procurar el acceso a los servicios por parte de todos los ciudadanos, sino que puede haber (los hay) otros indicadores de este interés público, como por ejemplo propiciar el incremento de las ofertas, promover la inversión eficiente en nuevas infraestructuras, fomentar la innovación tecnológica y, en definitiva, impulsar beneficios para los ciudadanos derivados del régimen de libre competencia (todos estos intereses se hallan contemplados en el artículo 3 de la LGT).

Ya sea en uno u otro supuesto, dicha intervención pública acarrea ciertos riesgos para la competencia en el sector que el legislador ha intentado resolver. Estos riesgos, además, no encuentran total cobertura en la aplicación de las previsiones legales sobre el control del gasto público. Estos riesgos están presentes siempre que la acción de la Administración puede crear una clara barrera a la entrada de inversores privados en el

mercado o provocar la salida de los ya establecidos por imposibilidad de competir en igualdad de condiciones.

Habría que atender a las circunstancias del mercado y el modo de prestación del servicio, pero es fácil imaginar que si la administración está prestando un servicio en una determinada zona podría caer en la tentación de imponer precios públicos o, en todo caso, precios más bajos de los que aplicaría un inversor privado que decidiera establecerse o los que ya aplica el establecido en la zona; hay que tener en cuenta que el inversor privado necesita, al menos, amortizar su inversión inicial.

Esa necesidad del inversor privado no sería tal, o al menos no constituiría una prioridad para la Administración, que no está sujeta al binomio –beneficio/riesgo–, sino que dispone de los fondos para financiar los costes iniciales de establecimiento sin necesidad de repercutirlos inmediatamente en los usuarios. Lo único que ha de hacer la Administración es justificar la necesidad del gasto y realizar la correspondiente provisión presupuestaria.

Todo esto, puede tener efectos negativos para la competencia en el mercado y para la consecución de los objetivos previstos en el artículo 3 de la LGT, ya que, junto al riesgo de eliminar la competencia, se podría dificultar o impedir la inversión eficiente y la innovación tecnológica. Además, esta disposición de fondos podría suponer un caso de ayuda de estado.

Por estos motivos, la legislación reguladora de las telecomunicaciones, a la vez que reconoce el derecho de las Administraciones Públicas a actuar como operadores, establece condiciones específicas para asegurar que no vulneren la competencia en el sector y facilitar, al mismo tiempo, el control de su actuación a tales efectos.

En principio, no está prohibida la prestación gratuita de un servicio de telecomunicaciones (por ejemplo acceso a internet mediante tecnología wi-fi), siempre que responda a un proyecto empresarial asumible por un operador privado de forma que no implique distorsiones de la libre competencia.

Hay que concluir que la gratuidad o el precio por debajo del coste de un servicio de telecomunicaciones pueden constituir, en cualquier caso, una conducta prohibida por los principios que rigen las normas de defensa de la competencia y ello por la posibilidad de constituir una práctica excluyente. No obstante, teniendo en cuenta que la citada regla admite excepciones, la cuestión deberá ser estudiada caso por caso, en función de las características del servicio y la posición en el mercado de la administración pública de que se trate, en cuanto a su condición de operador en el sector de las telecomunicaciones, y la existencia de otros operadores del mismo servicio, u otro que lo pueda sustituir, interesados en concurrir en el mismo ámbito territorial.

En el ámbito de la Administración local (al que pertenecen los casos que han sido analizados con más detalle por la CMT), de conformidad con lo

establecido en el artículo 57 del Texto Refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2004 de 5 de marzo las tasas podrán establecerse y exigirse por los ayuntamientos a cambio de *“la prestación de servicios o la realización de actividades de su competencia y por la utilización privativa o el aprovechamiento especial de los bienes del dominio público municipal”*. La actividad que nos ocupa no tiene naturaleza de servicio público ni se encuentra entre las enumeradas como de competencia municipal en el artículo 25 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local, no siendo por tanto susceptibles de financiarse mediante el establecimiento de una tasa municipal *ad hoc* ni con cargo a fondos públicos municipales.

En cuanto a la financiación de la actividad con cargo a los presupuestos de las entidades públicas, cabe señalar una vez más que, como ya se ha indicado anteriormente, las Administraciones Públicas, al establecer y explotar una red pública o prestar un servicio público de comunicaciones electrónicas, habrán de operar en el mercado de las telecomunicaciones como un agente económico más, sin prevalerse de su condición de Administración Pública, es decir, neutralizando pérdidas con transferencias de fondos públicos municipales. Ello podría, además de contravenir las normas que rigen la actividad financiera de las Administraciones Públicas, suponer una clara ventaja competitiva respecto de sus posibles competidores en el mercado y una barrera de entrada para éstos en el mismo mercado, ya que no podrían replicar la actividad al no obtener ni siquiera el retorno de la inversión que deben realizar.

Por lo tanto, en un régimen de libre competencia, la financiación de la actividad deberá, en todo caso, realizarse por medio de los rendimientos de explotación de la misma.

## 4.- RECOMENDACIONES

En este epígrafe se ofrecen las 15 recomendaciones aportadas por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones en la publicación *“La actividad de las AA.PP en el sector de las telecomunicaciones. Catálogo de buenas prácticas”*.

**1.-** Toda intervención de la Administración Pública en el sector de las telecomunicaciones, incluidas las decisiones empresariales públicas, debe venir justificada desde la perspectiva del interés público.

Este interés público puede concretarse en: la promoción del desarrollo del sector de las telecomunicaciones; la utilización de los nuevos servicios y el despliegue de redes, así como el acceso a éstos en condiciones de igualdad; y el impulso de la cohesión territorial, económica y social. También podrá consistir en propiciar el incremento de las ofertas, promover la inversión eficiente en nuevas infraestructuras, el fomento de la innovación tecnológica y, en definitiva, los beneficios para los ciudadanos derivados del régimen de libre competencia.

Cuando existan intereses concurrentes, este interés público habrá de valorar los objetivos previstos en la legislación sobre telecomunicaciones y ponderar los distintos intereses en juego. Así se deberá privilegiar las soluciones que, satisfaciendo las mismas necesidades:

- a) Fomenten la competencia en el mercado; por ejemplo, utilizando el concurso público como forma de selección y adjudicación de las empresas encargadas de satisfacer las necesidades no cubiertas debidamente por el mercado;
- b) Promocionen las inversiones eficientes en materia de infraestructuras y el fomento de la innovación;
- c) Resulten neutrales desde el punto de vista tecnológico: es decir, no condicionen la tecnología utilizada para prestar los servicios (por ejemplo, que afecten a los servicios de banda ancha con independencia de la tecnología utilizada).

**2.-** Está justificada la intervención de la Administración cuando la demanda esté insuficientemente atendida por el sector privado (exista un fallo de mercado).

**3.-** La imposición de obligaciones de servicio público en telecomunicaciones supone la definición por el Gobierno de una obligación de servicio público financiada con cargo a presupuestos públicos, en el marco de una organización unitaria para el territorio español de las necesidades a atender. Con esta fórmula es posible financiar el coste, de modo que se ofrezcan los servicios a un precio asequible.

**4.-** La iniciativa pública en la prestación de servicios o la explotación de redes públicas de comunicaciones electrónicas no debe limitar el derecho a la libertad de empresa de los operadores privados ni incumplir las reglas que rigen la economía de libre mercado, excepto en la medida necesaria para cumplir con el objetivo de interés general perseguido y guardando el principio de idoneidad y proporcionalidad.

Ello implica que cuando la Administración actúa como tal en el ámbito de sus competencias (actos de autoridad), no podrá incurrir en financiaciones ilegales contrarias al régimen de subvenciones públicas ni otras actuaciones discriminatorias igualmente contrarias a la libre competencia.

Por su parte, cuando la Administración actúa como un operador más en el mercado debe sujetarse, al menos, a las mismas reglas que el resto de los operadores, lo que implica que no podrá entrar en acuerdos colusorios ni abusos de posición de dominio ni recibir ayudas públicas que distorsionen la competencia.

Junto con estas obligaciones que son propias de todos los operadores, la Administración que actúe como operador público deberá además

gestionar estos servicios con la debida separación de cuentas y respeto a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación.

**5.-** Las Administraciones Públicas, aun cuando actúen en el mercado de las telecomunicaciones sujetas a la misma normativa sectorial que el resto de operadores privados, deberán cumplir con las normas que regulan la actividad financiera correspondiente a su naturaleza pública, con especial mención a la previsión del gasto público y su control y la Ley General de Subvenciones en lo que les sea de aplicación.

**6.-** Las Administraciones Públicas que actúen como operadores en el mercado deberán presentar ante la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, con carácter previo al inicio de la actividad, la notificación fehaciente a que se refiere el artículo 6.2 de la LGT. En el caso de la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el momento del inicio de la actividad se corresponde con el momento de la oferta del servicio a los usuarios a los que va destinado (no está previsto un tratamiento diferente para las ofertas de servicios en pruebas). En el caso de la explotación de redes públicas de comunicaciones electrónicas, el inicio de la actividad se corresponde con cualquiera de los siguientes momentos:

- 1) el inicio de la creación de la red;
- 2) el inicio de su aprovechamiento;
- 3) la toma del control de la red;
- 4) la puesta a disposición de la red a los posibles usuarios.

**7.-** Las Administraciones Públicas deben llevar cuentas separadas con respecto a sus actividades como operadores de telecomunicaciones.

Esta separación contable se ha de concretar de la misma manera que se exigiría para empresas jurídicamente independientes: identificando todas las partidas de costes e ingresos, especificando la base de cálculo y los métodos de asignación utilizados, con un desglose pormenorizado del activo fijo y de los costes estructurales.

**8.-** Las Administraciones Públicas deben atenerse a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación.

Con carácter general, no deberán favorecer, en el ejercicio de sus funciones públicas, sus propias actividades como operadores de telecomunicaciones en detrimento de los derechos del resto de operadores privados que concurren o puedan concurrir con ellas en el mismo mercado.

**9.-** Los operadores públicos no deben realizar sus actividades de telecomunicaciones de forma que establezcan barreras de entrada a los operadores privados ni provoquen la salida del mercado de éstos por la imposibilidad de competir en igualdad de condiciones.

**10.-** Las Administraciones Públicas, constituidas como operadores de servicios o redes públicas de comunicaciones electrónicas que prestan servicios en un entorno de competencia, deben aspirar a obtener un

rendimiento normal; es decir, el que todo inversor privado en una economía de mercado trataría de obtener de su inversión de capital.

Lo anterior es de aplicación, tanto a los precios como a la financiación obtenida.

**11.-** Las Administraciones Públicas deberán formar sus ofertas de precios a los usuarios de servicios o redes públicas de comunicaciones electrónicas de conformidad con las reglas que rigen los mercados en competencia.

La Administración, aunque no sea declarada operador dominante, no puede vender por debajo de coste en un mercado en competencia, a menos que se trate de una estrategia comercial asumible por cualquier operador privado sin recurrir a la financiación pública de las pérdidas.

**12.-** Cuando se trate de servicios prestados en libre competencia, la financiación de la actividad deberá, en todo caso, realizarse por medio de los rendimientos de la explotación de la misma, no pudiendo neutralizarse pérdidas con transferencias de fondos públicos. La única financiación externa permitida es la que cumpla con el principio del inversor privado en una economía de mercado (también en lo que se refiere a la constitución de la sociedad), salvo que se impongan obligaciones de servicio público, en cuyo caso es lícita la financiación que no exceda del coste ocasionado por la obligación y cumpla los requisitos de la recomendación 14.

**13.-** La financiación de los servicios considerados de interés económico general (también fuera del ámbito de las telecomunicaciones) por parte de las Administraciones Públicas es legítima si con ella no se está concediendo ventaja alguna a una empresa que compite con otras empresas. De este principio pueden extraerse las siguientes consideraciones prácticas:

- En principio, será legítima la financiación pública de infraestructuras que sean necesarias para prestar un servicio que se considera incluido entre las responsabilidades de la Administración para con los ciudadanos y que se limitan a las necesidades de este servicio, o que el mercado nunca realizaría en las mismas condiciones y en general las que no favorecen selectivamente a una empresa.
- Incluso en estos casos, la infraestructura no debería reservarse a un único usuario, sino estar abierta a distintos operadores y, si es posible, distintas actividades. Si se alquila a empresas, se deberá cobrar un canon de importe apropiado.
- En caso de utilización limitada a una sola empresa, se deberían respetar las condiciones en materia de transparencia y no discriminación. Además, en relación con el método de designación de la empresa encargada del servicio de interés general, todas las interesadas deberían poder competir en igualdad de condiciones para prestar dichos servicios. Los criterios y condiciones deben ser objetivos y aplicarse de manera transparente y no discriminatoria.

**14.-** Las subvenciones públicas que tengan por objeto permitir la explotación de servicios de interés general serán legítimas si pueden considerarse una compensación que constituye la contrapartida de las prestaciones realizadas por las empresas beneficiarias para el cumplimiento de obligaciones de servicio público.

No obstante, para que tal compensación sea legítima debe existir total transparencia respecto de sus contenido, coste y financiación, para distinguirse de la explotación de redes y prestación de servicios que se prestan en competencia con otros operadores, para lo que deberá reunir los siguientes requisitos:

- que la empresa beneficiaria esté efectivamente encargada de la ejecución de obligaciones de servicio público y que estas obligaciones se hayan definido claramente;
- que los parámetros para el cálculo de la compensación se hayan establecido previamente de forma objetiva y transparente;
- que la compensación no supere el nivel necesario para cubrir total o parcialmente los gastos ocasionados por la ejecución de las obligaciones de servicio público, teniendo en cuenta los ingresos correspondientes y un beneficio razonable por la ejecución de estas obligaciones;
- cuando la elección de la empresa encargada de ejecutar obligaciones de servicio público no se haya realizado en el marco de un procedimiento de contratación pública, que el nivel de la compensación necesaria se haya calculado sobre la base de un análisis de los costes que una empresa media, bien gestionada y adecuadamente equipada en medios de transporte para poder satisfacer las exigencias de servicio público requeridas, habría soportado para ejecutar estas obligaciones, teniendo en cuenta los ingresos correspondientes y un beneficio razonable por la ejecución de estas obligaciones.

**15.-** La imposición de obligaciones de servicio público a una empresa participada mayoritariamente por la Administración Pública y la financiación de las mismas deberán realizarse de acuerdo con los mismos principios de transparencia, publicidad y concurrencia, a fin de asegurar que no se produzcan discriminaciones entre operadores que sean contrarias a la libre competencia.

## 5.- CONCLUSIONES

El proyecto Milla Digital contempla una red troncal con configuración en anillo con duplicidad en nodos de acceso. Se plantea, pues, el interrogante de la titularidad de la citada red así como su modelo de explotación.

En este sentido, se plantean diversas alternativas de intervención del Ayuntamiento:

- i. Constitución, por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, de una empresa pública para el desarrollo y la explotación de la red.
- ii. Constitución, por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, de una empresa pública para el desarrollo de la red y cesión de la explotación de la misma a un operador de telecomunicaciones
- iii. Incentivación a los operadores privados para que desarrollen la red troncal

En todos los casos, cualquier intervención en el sector de las telecomunicaciones habrá de ser compatible con la normativa que regula las telecomunicaciones como servicios prestados en libre competencia así como con el marco constitucional y comunitario de la intervención pública en la economía.

De lo expuesto en este informe queda claro que un proyecto de la envergadura técnica del proyecto Milla Digital requiere un análisis exhaustivo de los fundamentos legales vigentes en materia de telecomunicaciones.

El citado análisis debe venir precedido inexorablemente, por un proyecto técnico sólido y detallado. Asegurada la viabilidad técnica y económica del proyecto, llegará el momento de encajar la intervención del Ayuntamiento de Zaragoza de la manera más adecuada en el marco legal en vigor. El citado análisis debe venir precedido inexorablemente, por un proyecto técnico sólido y detallado. Asegurada la viabilidad técnica y económica del proyecto, llegará el momento de encajar la intervención del Ayuntamiento de Zaragoza de la manera más adecuada en el marco legal en vigor.

Resulta asimismo evidente la necesidad, sobre todo en el caso de las infraestructuras por cable, de contar con los operadores privados de cara a llegar a acuerdos beneficiosos para todas las partes y por ende, para los usuarios finales.

## 6.- REFERENCIAS

- Ley 32/2003 de 3 de noviembre de 2003. Ley General de Telecomunicaciones

<http://www.boe.es/boe/dias/2003-11-04/pdfs/A38890-38924.pdf>

- Real Decreto 424/2005 del 15 de abril de 2005. Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios

<http://www.boe.es/boe/dias/2005-04-29/pdfs/A14545-14588.pdf>

- Cuadernos CMT: *“La actividad de las AAPP en el sector de las telecomunicaciones. Catálogo de buenas prácticas.”*

[http://www.cmt.es/cmt/centro\\_info/publicaciones/pdf/manual\\_AAPP.pdf](http://www.cmt.es/cmt/centro_info/publicaciones/pdf/manual_AAPP.pdf)

- Grupo de Nuevas Actividades Profesionales del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. *“La situación de las Tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes (“Wi-Fi”).”*

## ANEXO: RESOLUCIONES DE LA CMT DE INTERÉS HASTA LA FECHA DE REDACCIÓN DE ESTE INFORME

Se adjuntan diversas resoluciones de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones en las que se puede apreciar la interpretación que este organismo está haciendo de la legalidad vigente en relación a la intervención de las Administraciones Públicas.

Estas resoluciones son públicas y están disponibles en el sitio web de la CMT (<http://www.cmt.es>).

### ÍNDICE DE LAS RESOLUCIONES ANEXADAS

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 16 de junio de 2005  
Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada por la Diputación de Barcelona sobre la necesidad de inscribirse como operador para el establecimiento de redes Wi-Fi en Bibliotecas Públicas
- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 12 de mayo de 2005  
Contestación a la consulta formulada por la sociedad "C.T. Bell S.L." sobre la necesidad de inscribirse como operador para la prestación de servicios de facturación del servicio telefónico fijo y para el establecimiento de redes Wi-Fi en establecimientos hoteleros
- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 21 de abril de 2005  
Resolución por la que se da contestación a la consulta planteada por el Instituto ITACA-UPV sobre la necesidad de inscripción en el registro de operadores de un proyecto piloto de tecnología Wi-Max
- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 3 de febrero de 2005  
Resolución de respuesta a la consulta formulada por el Ayuntamiento de Castellón sobre necesidad de título habilitante en relación con el establecimiento de una red Wi-Fi en el pinar de El Grao de Castellón, así como sobre la posible gratuidad del servicio.
- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 3 de febrero de 2005  
Conclusiones de la Consulta Pública sobre la provisión de servicios de Voz mediante tecnologías basadas en el protocolo Internet (VoIP)
- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 27 de enero de 2005  
Resolución por la que se resuelve la consulta formulada por el Ayuntamiento de Olvera (Cádiz) sobre la adecuación a la legislación

sectorial de telecomunicaciones del proyecto presentado para la instalación de una red Wi-Fi en la localidad de Olvera (Cádiz)

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 20 de diciembre de 2004

Resolución por la que se desestima el recurso de interposición interpuesto por la entidad Proyecto Atarfe S.A. contra la resolución de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, de fecha 30 de septiembre de 2004, recaída en el procedimiento sancionador incoado a la citada entidad por acuerdo de 15 de abril de 2004 (RO 2004/057)

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 14 de octubre de 2004

Resolución del recurso de interposición interpuesto por el Ayuntamiento de la ciudad de Frías (Burgos) contra la Resolución del Secretario de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones de fecha 30 de julio de 2004, por la que se tiene por no realizada la notificación del citado Ayuntamiento presentada ante esta Comisión, al no reunir los requisitos establecidos en el artículo 6.2 de la Ley 32/2003, General de Telecomunicaciones

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 3 de septiembre de 2004

Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada sobre la necesidad de inscribirse como operador para el despliegue de una red Wi-Fi y determinados requisitos que han de ser observados para su explotación

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 3 de septiembre de 2004

Resolución de contestación a la consulta formulada por la Comunidad Autónoma de Asturias sobre el cumplimiento de la legislación sectorial de telecomunicaciones en relación al establecimiento de una red Wi-Fi en Brieves (Valdés), así como sobre el contenido de la comunicación a la que se refiere el Art. 6.2 de la Ley General de Telecomunicaciones

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 1 de julio de 2004

Contestación a la consulta planteada por el Excmo. Ayuntamiento de Albaida sobre la adecuación a los principios y procedimiento establecidos en la Ley General de Telecomunicaciones de la propuesta de convenio de aportaciones ajenas, entre dicho Ayuntamiento y Telefónica de España, S.A.U. para la ejecución de obras de infraestructuras de telecomunicaciones

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 27 de mayo de 2004

Resolución de la consulta formulada por el Ayuntamiento de Barcelona sobre la necesidad de inscribirse como operador para la prestación de determinados servicios sobre una red Wi-Fi

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 15 de abril de 2004

Resolución por la que se acuerda la apertura de un procedimiento sancionador contra la entidad Proyecto Atarfe, S.A., por el presunto incumplimiento de los requisitos exigibles para la explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas.

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 23 de enero de 2004

Resolución de la consulta formulada por Axarquía Telecom, S.A. sobre la posibilidad de instalar, para la prestación de servicios de Internet y telefonía, tecnología Wi-Fi junto con tecnología PLC

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 20 de noviembre de 2003

Resolución sobre la solicitud formulada por la Asociación Española de Proveedores de Servicio de Internet (AEPSI) referente a cuestiones relacionadas con la prestación de servicio disponible al público mediante redes locales inalámbricas

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 3 de noviembre de 2003

Resolución por la que se resuelve la consulta formulada por "Bética Ingeniería y Desarrollo, S.L." sobre los títulos habilitantes de telecomunicaciones necesarios para el establecimiento y explotación de redes inalámbricas de telecomunicaciones de tecnología "Wi-Fi" que utilicen la banda de frecuencias de 2.400 a 2.500 MHz

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 9 de octubre de 2003

Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada por "Auna Operadores de Telecomunicaciones, S.A." sobre los títulos habilitantes de telecomunicaciones necesarios para el establecimiento y explotación de redes inalámbricas de telecomunicaciones de tecnología Wi-Fi, que utilicen las bandas de frecuencia de 2.400 a 2483'5 MHz y de 5.470 a 5.725 MHz

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 5 de junio de 2003

Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada por el consorcio local "LOCALRET" (LOCALRET) sobre el título necesario para el establecimiento y explotación de una red de telecomunicaciones inalámbrica basada en el estándar 802.11B del IEEE para posibilitar la cobertura de acceso a internet de alta velocidad.

- Acuerdo del Consejo de la CMT del día 19 de diciembre de 2002

Contestación a la consulta formulada por la sociedad "ASTER, Sistemas de Control, S.L." (ASTER) sobre el título necesario para el establecimiento y explotación de una red de telecomunicaciones inalámbrica para la prestación de servicios de voz mediante el protocolo IP