



**Escola Politècnica Superior
de Castelldefels**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO FINAL DE CARRERA

TITULO DEL TFC: La adecuación de las ICT y la aplicación de la Compatibilidad Electromagnética en un complejo hospitalario: Caso de la Vall de Hebrón

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Sistemas de Telecomunicación

AUTOR: F. Javier Rojas Vivas

DIRECTOR: Jordi Berenguer i Sau

FECHA: 10 de Julio de 2006

Título: La adecuación de las ICT y la aplicación de la Compatibilidad Electromagnética en un complejo hospitalario: Caso de la Vall de Hebrón

Autor: F. Javier Rojas Vivas

Director: Jordi Berenguer i Sau

Fecha: 10 de Julio de 2006

Resumen

El presente proyecto trata principalmente del diseño de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones en un complejo hospitalario.

A fin de poder tomar un modelo de referencia se ha elegido el complejo de la Vall de Hebrón (Barcelona), en base a cuyas instalaciones y servicios se ha desarrollado este proyecto, no realizándose ninguna colaboración institucional y basándose en la investigación de las instalaciones y de su entorno.

Además, se pretende ofrecer una serie de propuestas en cuanto a servicios de telecomunicaciones, como pueden ser un proyecto domótico, telefonía corporativa (basada o no en la infraestructura existente), un proyecto de cableado estructurado, además del estudio de viabilidad de múltiples servicios adicionales para este proyecto.

Todo esto en un complejo hospitalario no tendría sentido sin el conveniente estudio de Compatibilidad Electromagnética y de seguridad eléctrica para un correcto funcionamiento de todos los elementos en el entorno sanitario.

Para lograrlo, se tendrá un estricto seguimiento de todas las normativas aplicables a cada uno de los servicios propuestos, así como la de Compatibilidad Electromagnética, prestando especial atención a la relativa a hospitales.

Title: Common Infrastructure of Telecommunications and Electromagnetic Compatibility in a hospital complex: Vall Hebrón

Author: F. Javier Rojas Vivas

Director: Jordi Berenguer i Sau

Date: July, 10th 2006

Overview

The aim of this project is to develop a Common Infrastructure of Telecommunication in a hospital complex. As a reference model to carry the project out it has chosen Vall Hebrón hospital facilities and services. The whole of it has been done without any institutional collaboration.

Moreover, it tries to offer some proposals on telecommunications services, such as a domotical project, a corporate telephone service (whether based or not in the pre-existent infrastructures), the development of a network, as well as a study of the viability of multiple additional services.

However, as the project is set on a hospital environment it is almost compulsory to carry out a study of electromagnetic compatibility and of electric security to ensure a proper operation of the medical devices.

A special emphasis has been given to certify the follow-up of the Spanish policies and regulations in Telecommunications and Electromagnetic Compatibility.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. INSTALACIONES EXISTENTES	2
2.1. ESTRUCTURA DEL RECINTO HOSPITALARIO	4
2.2. DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL GENERAL	5
3. SERVICIOS Y NECESIDADES A CUBRIR	7
3.1. SERVICIOS EXISTENTES.....	7
3.1.1. <i>Orientados al Paciente:</i>	7
3.1.2. <i>Orientados al Personal Sanitario</i>	8
3.2. NECESIDADES A CUBRIR – PROPUESTAS.....	10
4. PROYECTO TÉCNICO DE ICT	12
4.1. DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL	12
4.2. DISTRIBUCIÓN DE TELEVISIÓN Y TELEFONÍA	12
4.2.1. <i>Televisión y Radio</i>	12
4.2.2. <i>Telefonía</i>	15
4.2.3. <i>Canalización y distribución</i>	16
5. TELEFONÍA CORPORATIVA	18
5.1. PBX (PRIVATE BRANCH EXCHANGE).....	18
5.1.1. <i>Interfaces Hardware</i>	18
5.1.2. <i>Servicios integrados en la central</i>	19
5.1.3. <i>Servicios asociados a la central</i>	19
5.2. SERVICIO IBERCOM	20
5.2.1. <i>Arquitectura de Ibercom</i>	20
5.2.2. <i>Opción interesante: Servidor de movilidad</i>	21
5.2.3. <i>Alternativa a IBERCOM: CENTREX</i>	22
5.3. DECISIÓN TOMADA	22
5.4. SERVICIOS ADICIONALES PROPUESTOS PARA NUESTRO PROYECTO	23
5.4.1. <i>Solución DECT</i>	23
5.4.2. <i>RADIOBÚSQUEDA</i>	26
6. DOMOTICA	30
6.1. INTRODUCCIÓN	30
6.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DOMÓTICO.....	32
6.3. TOPOLOGÍAS DE SISTEMAS DOMÓTICOS	33
6.4. PROYECTO DOMÓTICO	35
6.4.1. <i>Necesidades a Cubrir</i>	35
7. PROYECTO TELEMÁTICO. CABLEADO ESTRUCTURADO	37
7.1. INTRODUCCIÓN	37
7.2. CONSIDERACIONES PREVIAS	38
7.2.1. <i>Cableado</i>	38
7.2.2. <i>Topología de la red</i>	40
7.2.3. <i>Estándar IEEE 802.3:</i>	42
7.3. ESTRUCTURA DE LA RED	42
7.3.1. <i>Distribución de las tomas finales</i>	42
7.3.2. <i>Localización de servidores. Recintos de cableado</i>	43
7.3.3. <i>Segmentación</i>	44
7.4. DISEÑO	44
7.4.1. <i>Esquema de la red</i>	44
7.4.2. <i>Elementos de la red</i>	45
7.4.2. <i>Canalizaciones y accesos</i>	45
8. OTRAS PROPUESTAS	47

8.1.	REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS - IEEE 802.11	47
8.1.1.	<i>Introducción</i>	47
8.1.2.	<i>Tecnologías Utilizadas en las Redes Inalámbricas</i>	48
8.1.3.	<i>Configuraciones WLAN</i>	50
8.1.4.	<i>Enlace entre varias LAN</i>	51
8.1.5.	<i>Aspectos técnicos</i>	51
8.1.6.	<i>Ventajas y limitaciones</i>	53
8.1.7.	<i>Implementación en Vall Hebrón</i>	53
8.2.	VOIP (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL)	54
8.2.1.	<i>Introducción</i>	54
8.2.2.	<i>Estándares</i>	55
8.2.3.	<i>Elementos VoIP</i>	55
9.	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	57
9.1.	INTRODUCCIÓN	57
9.2.	MECANISMOS DE ACOPLAMIENTO DE INTERFERENCIAS	58
9.2.1.	<i>EMI Conducidas</i>	58
9.2.2.	<i>EMI por acoplamiento capacitivo</i>	59
9.2.3.	<i>Diafonía capacitiva</i>	61
9.2.4.	<i>EMI por acoplamiento inductivo</i>	61
9.2.5.	<i>EMI radiadas</i>	62
9.3.	BLINDAJE O APANTALLAMIENTO	64
9.3.1.	<i>Fenómeno de reflexión</i>	65
9.3.2.	<i>Fenómeno de absorción</i>	65
9.3.3.	<i>Efectividad de los Blindajes</i>	66
9.3.4.	<i>Pantallas electrostáticas</i>	66
9.3.5.	<i>Conexión del blindaje en cables apantallados</i>	66
9.4.	TÉCNICAS DE FILTRADO	67
9.4.1.	<i>Ferritas</i>	67
9.4.2.	<i>Filtros Pasamuros</i>	68
9.4.3.	<i>Filtros de red</i>	69
9.5.	DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS	70
9.6.	EMC EN EL ENTORNO HOSPITALARIO	71
9.6.1.	<i>Introducción</i>	71
9.6.2.	<i>Equipos Electromédicos con riesgo de interferencias</i>	72
9.6.3.	<i>Posibles Fuentes de Interferencia</i>	72
9.6.4.	<i>Clasificación de fallos</i>	75
9.6.5.	<i>Aplicación</i>	75
9.6.6.	<i>Conclusiones</i>	76
10.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN VALL HEBRÓN	77
10.1.	DISEÑO DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS EXISTENTES	77
10.1.1.	<i>Cuadro Eléctrico de la ICT</i>	77
10.1.2.	<i>Cuadro Eléctrico de la Instalación Domótica de Simon-Vis</i>	79
11.	EFFECTOS MEDIOAMBIENTALES	80
12.	CONCLUSIONES	81
13.	BIBLIOGRAFÍA	82

ANEXOS

ANEXO 1 : Proyecto Técnico de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT)

ANEXO 2 : Cálculos Teóricos de la ICT

ANEXO 3 : Proyecto Domotico

ANEXO 4 : Generalidades y Entorno Legal de los servicios propuestos

1. Introducción

El objetivo de este proyecto es desarrollar una Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) en un complejo hospitalario.

A fin de poder tomar un modelo de referencia se ha elegido el complejo de la Vall de Hebrón, en base a cuyas instalaciones y servicios se ha desarrollado este proyecto.

Hay que remarcar que esta propuesta se ha realizado sin ningún tipo de colaboración institucional con la Vall de Hebrón, por lo que los datos obtenidos del complejo son de dominio público y por visitas in situ.

El estudio parte de una investigación previa de los servicios existentes en el hospital y tratando la problemática de la Compatibilidad Electromagnética, tan crítica en la sanidad.

Además, se ofrecerán una serie de servicios adicionales adecuados a las necesidades de los pacientes y el personal sanitario, utilizando tecnologías de actualidad.

Con todo, se pretende ofrecer un abanico de opciones para que Vall de Hebrón se convierta en un hospital de referencia, no sólo por su calidad asistencial, sino también por su avance tecnológico y de servicios.

El proyecto de ICT será mas básico que el de una vivienda en cuanto a partes se refiere, ya que constará tan solo de la distribución de las señales de radiodifusión, así como del cableado de telefonía.

Como parte fuerte de los servicios adicionales proponemos la implantación de un proyecto domotico, explicando además, que es y para que nos puede servir la domotica en el hospital; también se propone un proyecto telemático de cableado estructurado y varios servicios de buscapersonas y de comunicaciones corporativas.

Como iremos viendo se introducirán aspectos referentes a Compatibilidad Electromagnética y las interferencias perjudiciales o no para la práctica clínica.

En el caso de los Hospitales no existe normativa en cuanto a ICT se refiere, aunque se utilizará de igual modo y como base el RD.401/2003 de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones, así como toda la normativa aplicable a proyectos domoticos, proyectos telematicos de cableado estructurado y Compatibilidad Electromagnética, entre otros.

2. Instalaciones Existentes



El Hospital Universitario Vall d'Hebrón, es actualmente el primer complejo hospitalario de Catalunya y uno de los más grandes del Estado español.

Está integrado por cuatro grandes centros:

- Área General: (743 Camas)

Se encarga de todas las especialidades de medicina interna y la mayoría de especialidades quirúrgicas, distribuidas a lo largo de sus 11 plantas. La actividad realizada se dirige al paciente hospitalizado, así como a la actividad externa. Se apuesta por un modelo innovador, el cual permite realizar grupos de trabajo sobre temas monográficos de las mismas especialidades, sírvase como ejemplo la esclerosis múltiple, enfermedades infecciosas, fibrosis quística, neoplasia de mama.... Esto permite una asistencia de calidad orientada al paciente.

❖ *Especialidades:*

- | | |
|--|--------------------------------------|
| ▪ <i>Anestesiología y Reanimación</i> | ▪ <i>Cirugía Oral y Maxilofacial</i> |
| ▪ <i>Angiocardiología</i> | ▪ <i>Cirugía Plástica y Quemados</i> |
| ▪ <i>Angiología y cirugía vascular</i> | ▪ <i>Cirugía Torácica</i> |
| ▪ <i>Aparato Digestivo/Endoscopia</i> | ▪ <i>Dermatología</i> |
| ▪ <i>Bioquímica</i> | |
| ▪ <i>Cardiología</i> | ▪ <i>Farmacia</i> |
| ▪ <i>Cirugía Cardíaca</i> | ▪ <i>Hematología y Hemoterapia</i> |
| ▪ <i>Cirugía General</i> | ▪ <i>Oncología</i> |
| ▪ <i>Hemofilia</i> | ▪ <i>Otorrinolaringología</i> |
| ▪ <i>Medicina Intensiva</i> | ▪ <i>Neumología</i> |
| ▪ <i>Medicina Interna / Enfermedades Infecciosas</i> | ▪ <i>Radiodiagnóstico</i> |
| ▪ <i>Nefrología</i> | ▪ <i>Urología</i> |
| ▪ <i>Neurofisiología</i> | ▪ <i>Física</i> |
| ▪ <i>Neurología</i> | |
| ▪ <i>Oftalmología</i> | |

- Área Materno-infantil: (Camas: 364)

Centro líder en la atención pediátrica, obstétrica y ginecológica, destacando en los denominados embarazos de alto riesgo, en el diagnóstico prenatal, en la lucha contra el cáncer, en transplantes hepáticos a niños, en todo tipo de cirugía de alta complejidad técnica, tratamiento psiquiátrico infantil y de cardiopatías congénitas. Cuenta con el único laboratorio de genética de todo el Instituto Catalán de la Salud.

❖ *Especialidades:*

- *Pediatría*
- *Cirugía Pediátrica*
- *Anestesiología*
- *Escolares y Adolescentes*
- *Oncología*
- *Hematología*
- *Nefrología*
- *Neonatología*
- *Lactantes*
- *Curas Intensivas y Quemados*
- *Radiodiagnóstico*
- *Laboratorios*
- *Farmacia*
- *Obstetricia*
- *Ginecología*

- Área de Traumatología y Rehabilitación

En su creación fue el primer hospital especializado en el tratamiento de casos de traumatología y rehabilitación en todo el Estado. La teoría médica ha diferenciado entre el paciente traumático (generalmente jóvenes y víctimas de accidentes de circulación) que necesita asistencia intensiva y el enfermo ortopédico (escoliosis, prótesis de cadera y tobillo...). El volumen de pacientes curados, la experiencia acumulada, el estudio sistemático y la investigación han permitido aumentar notablemente los índices de supervivencia y rehabilitación hasta situarlos al nivel de las mejores estadísticas de los hospitales americanos.

❖ *Especialidades:*

- *Cirugía Ortopédica y Traumatología*
- *Rehabilitación*
- *Anestesiología y Reanimación*

- Unidad de Cirugía sin Ingreso (Parque Sanitario Pere Virgili)

La Unidad de Cirugía sin Ingreso del Hospital Universitario Vall d'Hebron se inició en el año 1992 en la Clínica Quirúrgica Adrià. Actualmente está ubicada en el Parque Sanitario Pere Virgili. Por este motivo, no va a ser tenida en cuenta en este proyecto.

Además reúne prácticamente todas las especialidades médicas y quirúrgicas, con un total de 1.400 camas. En el recinto hospitalario se encuentran también varios centros docentes universitarios, empresas públicas de servicios sanitarios, centros de investigación, laboratorios y otras instalaciones complementarias (Banco de Sangre y Tejidos, Unidad de Anatomía Patológica, Microbiología y Parasitología, Área de Diagnóstico por la Imagen, Fundación para la Investigación Biomédica y la Docencia, Agencia para la Gestión del Conocimiento y la Docencia, Centro de Investigaciones en Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina de la UAB, Escuela Universitaria de Enfermería)

Nosotros nos haremos eco en este proyecto de los tres primeros edificios descritos, hospital general, materno infantil y traumatología, observando que servicios de comunicaciones e informática están actualmente funcionando y de que manera podemos mejorar dichos servicios y añadir otros.

2.1. Estructura del Recinto Hospitalario

Figura 2.1. Plano General del recinto

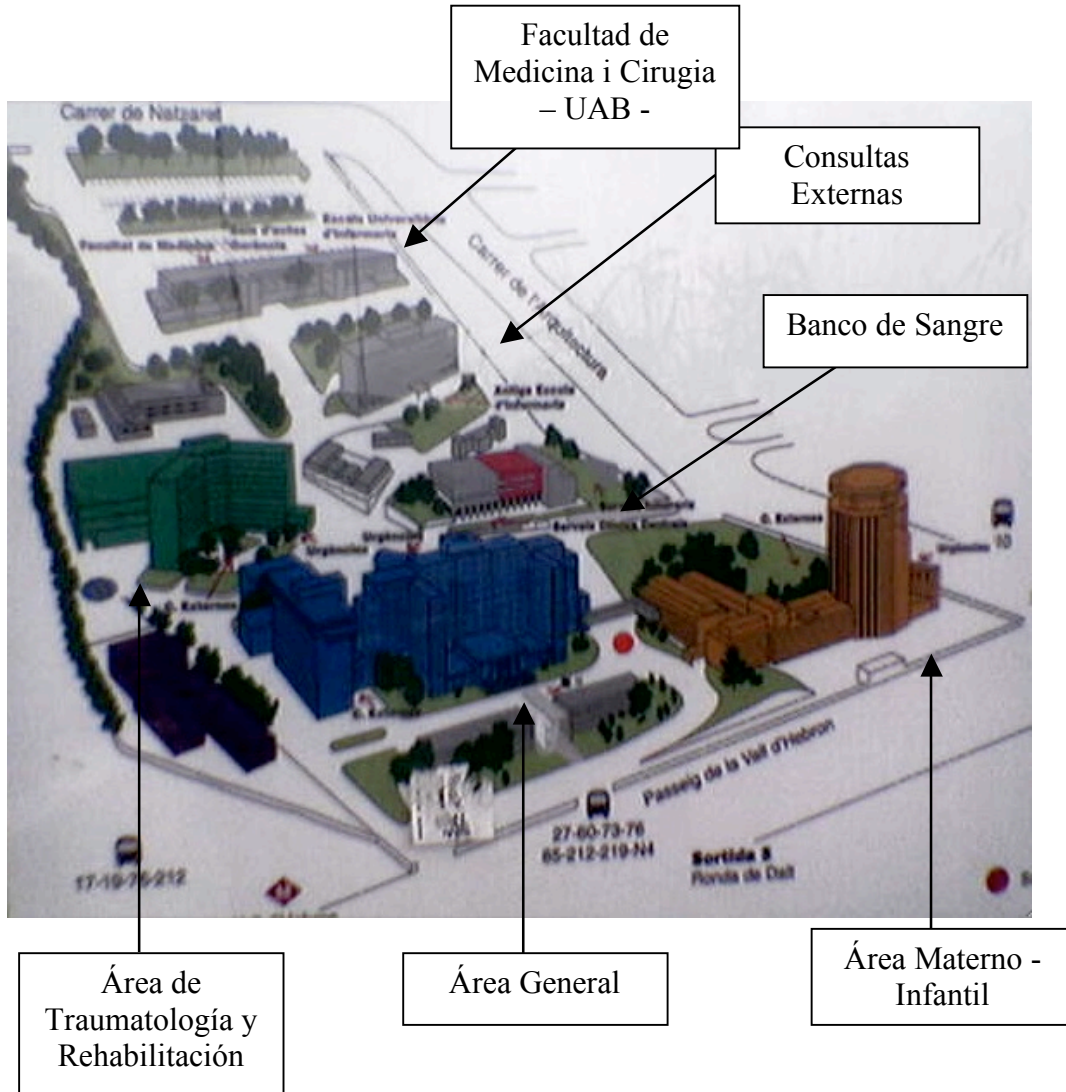
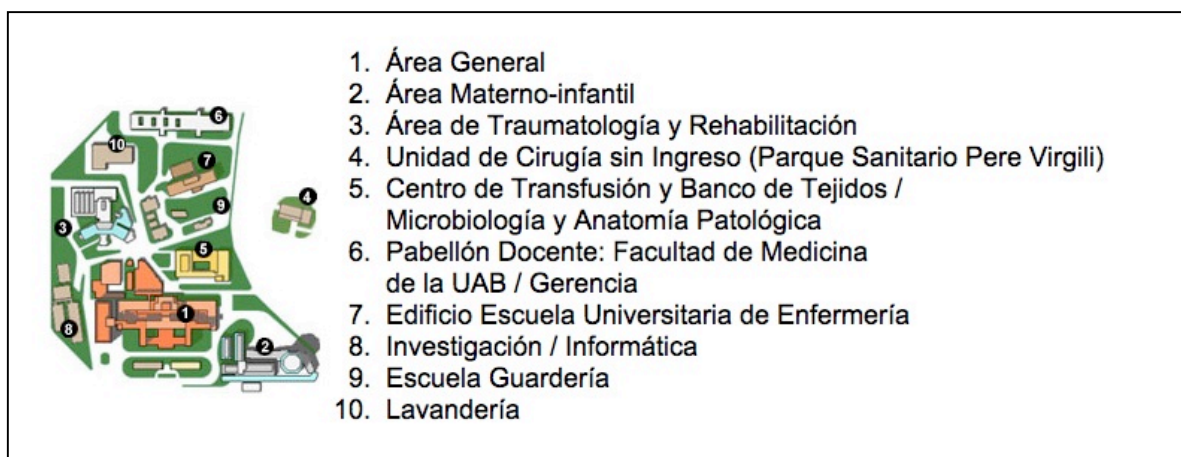


Figura 2.2. Plano detallado del recinto



2.2. Descripción del Hospital General

El Hospital General de Vall Hebron, edificio en el que nos centraremos de ahora en adelante, se sitúa a la entrada del recinto hospitalario.

Tiene trece plantas, distribuidas entre la planta -1 y 11.

Para nuestro proyecto nos centraremos a partir de la planta segunda, ya que la planta -1 y la planta baja no creemos que requiera de nuestros servicios.

La 1ª planta, por otra parte, es un caso especial dentro del edificio, ya que es la que alberga las urgencias, de modo que no hemos podido investigar en ella que servicios ofrecen o que necesidades puede ser necesario cubrir.

Las plantas del edificio se pueden separar en tres bloques:

- **Zona quirúrgica.** En ella se encuentran los quirófanos, así como toda la zona de acceso restringido en la que solo puede haber personal sanitario.
- **Zona de Hospitalización.** En ella se encuentran las habitaciones de los pacientes, el control de enfermería y los despachos médicos. Está en la parte frontal y más larga del Hospital. Se divide a su vez en Pares e Impares.

Dentro de cada sector encontramos:

- 15 habitaciones de pacientes dobles
 - Control de enfermería
 - 3 despachos médicos
 - Una sala de espera
 - Un cuarto de enfermeras
- **Zona mixta.** En ella se encuentran las salas de espera, escaleras, ascensores y rellano, además de una secretaría y 4 despachos administrativos. Se sitúa en la parte central de cada planta.

Figura 2.3. Esquema básico de planta del Hospital General

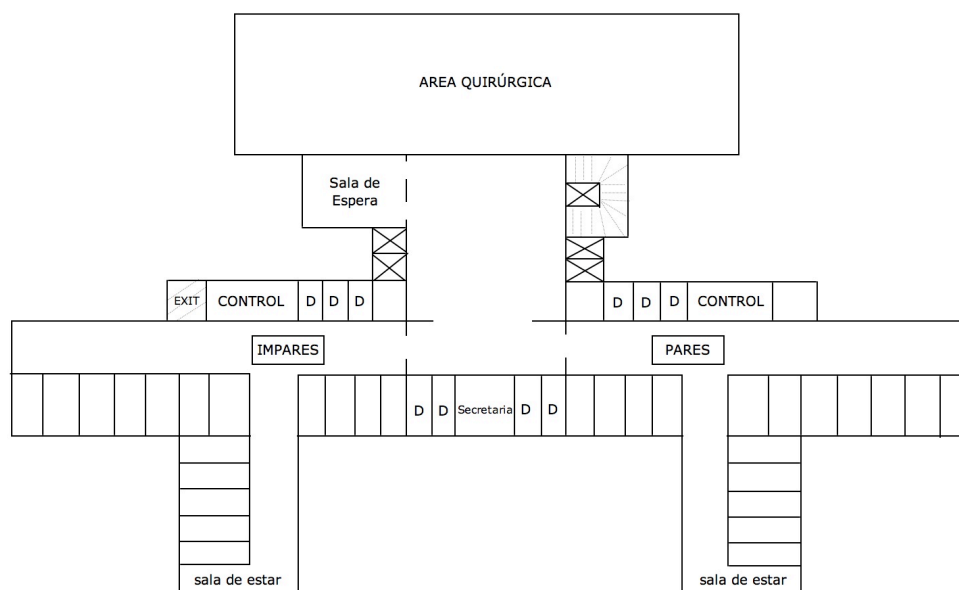


Tabla 2.1. Estructura de Plantas

Planta	Hospitalización pares - impares	Zona Centro
11	- Formación - Investigación	
10	- Medicina Interna - Hepatología - Urología	- Sala de actos
9	- Neurocirugía - Neurología - Cirugía General	
8	- Aparato digestivo - Endocrinología - Cirugía oral i maxilo facial - Otorrinolaringología - Cirugía General	- Pruebas funcionales digestivas
7	- Cirugía Torácica - Ontología - Hepatología	- Área quirúrgica <ul style="list-style-type: none"> o Urología o Oftalmología
6	- Enfermedades Infecciosas - Psiquiatría - Angiología i Cirugía vascular i endovascular	- Área quirúrgica: <ul style="list-style-type: none"> - Cirugía vascular i endov - Cirugía Torácica - Cirugía Cardíaca
5	- Cirugía General - Cirugía Torácica - Neumología	- Área quirúrgica de Urgencias - Reanimación Postquirúrgica - Anestesiología i Reanim.
4	- Cirugía General	- Área quirúrgica <ul style="list-style-type: none"> - Cirugía General - Neurocirugía
3	- Medicina Interna - Reumatología - Motilidad digestiva	- Esterilización - Soporte nutricional - Educación terapéutica - Diabetes i Ostomía
2	- Cardiología - Cirugía Cardíaca	- Curas coronarias - Curas posquirúrgicas cardíacas
1	- Geriatria - Urgencias – soporte - Urgencias – Observación - Área 24 horas - UFISS	- Laboratorio Hepatología (anexo impares) - Aparato Digestivo – endoscopia - Urgencias: N.1, N.2
Baja	- Conserjería – Información - At. Cliente , Trabajo Social - Dirección Asistencial - Dirección Enfermería - Secretaria técnica – gestión	- Farmacia – dispensación ambulatoria - Laboratorios - Neurofisiología clínica - Radioterapia
- 1	- Cocinas - Electromedicina - Limpieza	- Tratamientos – radioterapia

3. Servicios y Necesidades a Cubrir

Dada la magnitud del recinto hospitalario, conociendo su estructura y sabiendo el contenido del Hospital General, en el cual se basará este proyecto, se ha hecho un inventario de las necesidades cubiertas por el hospital en cuanto a servicios de telecomunicaciones y las mejoras que se pueden aplicar en su actual instalación.

Esto se ha conseguido haciendo diversas visitas al hospital anotando con la mayor precisión todo aquello que se pueda relacionar con el proyecto. Además, se ha entrevistado a futuros médicos para obtener información del funcionamiento del hospital y para que dieran su opinión sobre algunas mejoras que se pudieran introducir y la correcta utilización de algunos servicios a proponer.

Con esto y la inclusión de servicios complementarios de actualidad que se podrían añadir, se pretende hacer de Vall Hebron un conjunto hospitalario de referencia.

Los servicios y necesidades a partir de este instante los se dividirán en dos bloques: servicios / necesidades orientados a pacientes y orientados al personal médico.

3.1. Servicios Existentes

3.1.1. Orientados al Paciente:

- Televisión analógica
El edificio alberga una red de distribución de televisión analógica consistente en una toma final de usuario por habitación, así como salas de espera dispuestas a tal fin. Esta red instalada no cumple ningún tipo de normativa vigente, de manera que propondremos un diseño, utilizando como base la existente para ICT en edificios de viviendas
- Telefonía básica
Hay una extensa red de telefonía distribuida por el conjunto de edificios que conforman la ciudad sanitaria.
En cada habitación hay un teléfono por paciente. Estos teléfonos son corporativos, de manera que cuentan con extensión de centralita.
- Domótica
Cada habitación de pacientes cuenta con dispositivos de regulación del aire acondicionado / calefacción, así como la mayoría del hospital. Además hay detectores de incendio por todo el hospital.
- Tele vigilancia
En las habitaciones de los pacientes hay un pulsador para cada cama el cual enciende una luz situada en el pasillo de habitaciones y hace sonar una alarma. Con esto las enfermeras pueden ir a ayudar al paciente en cuestión.

3.1.2. Orientados al Personal Sanitario

- Telefonía Corporativa

Todo el Hospital está conectado mediante centralita Telefónica. A parte de la telefonía básica para pacientes, hay teléfonos en todas las estancias del hospital en que haya personal sanitario. Haremos el diseño teniendo cuenta la normativa indicada anteriormente, ya que no se puede averiguar de que manera ha estado instalada la red telefónica existente.

- Red de área local y acceso a Internet

Todos los despachos médicos tienen tantas tomas de acceso a la red como médicos hayan. Además, cuentan con red y ordenador todos los puntos de control de enfermería, así como cualquier sala de administración o secretaria.

- Sistema Buscapersonas

Servicio de búsqueda y contacto para personal sanitario de guardia o especializado como ya explicaremos más adelante.

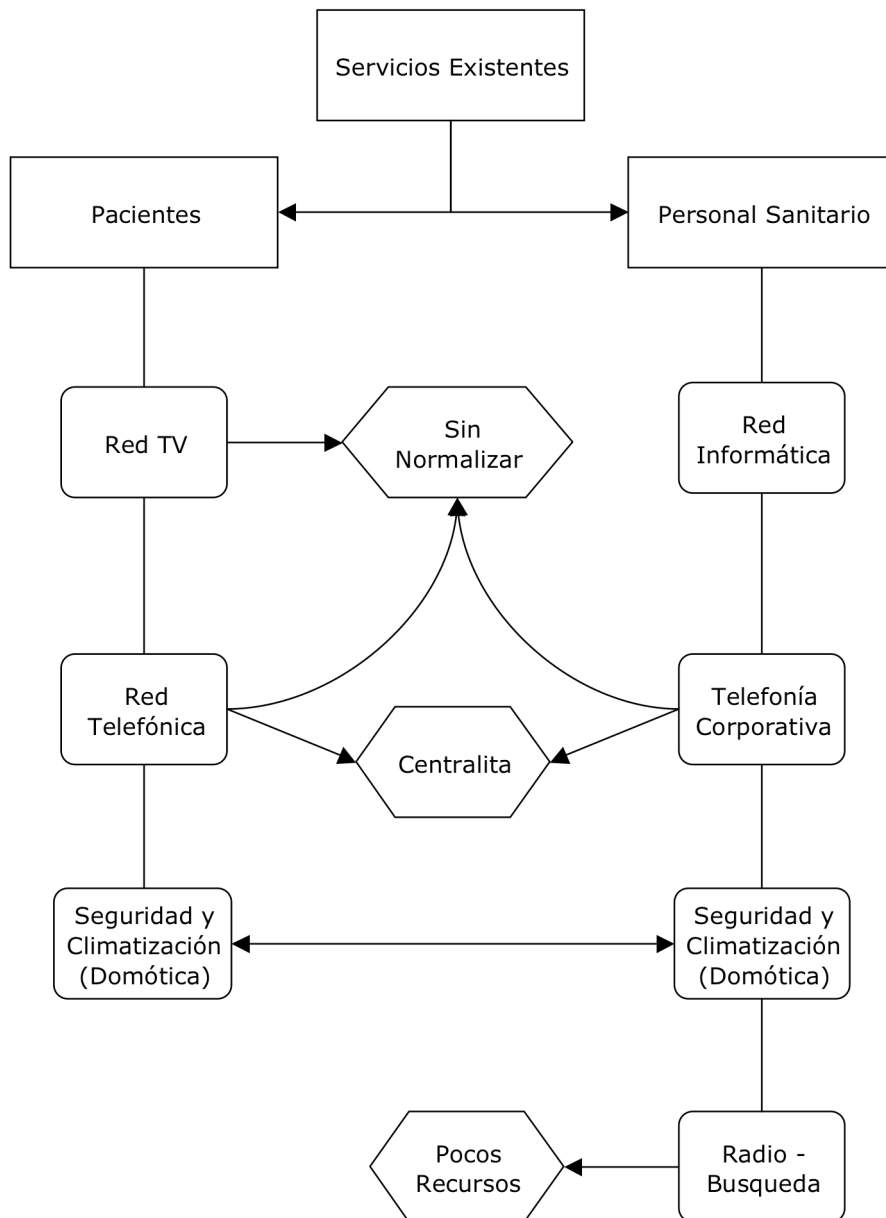
Al llamar se envía de forma inalámbrica una señal al busca mostrando en pantalla los cuatro últimos números de la extensión del servicio médico desde dónde proviene. Poco eficiente ya que están provistos de pocas unidades y no es posible dejar ningún mensaje.

- Tele vigilancia

Como hemos comentado, las enfermeras pueden ir a ayudar al paciente en lo necesite con ayuda de una alarma situada en cada habitación.

Con todo obtenemos el siguiente esquema:

Figura 2.1. Servicios existentes



3.2. Necesidades a Cubrir – Propuestas

Dado que ya conocemos los servicios e instalaciones del Hospital General, así como su estructura general y de planta, podemos hacer un esbozo de las alternativas que podemos implementar para mejorar la calidad de todos los servicios.

Lo primero a realizar será un proyecto de Infraestructura Común de Telecomunicaciones que cumpla de manera aproximada la normativa existente aplicable a viviendas, puesto que para edificios singulares todavía no existe normativa, de manera que al menos nos podamos basar en ella.

Este proyecto constará de dos servicios en concreto que servirán en parte para el disfrute de los pacientes así como para el día a día del personal médico. Nos referimos a la distribución de servicios de televisión terrenal, analógica y digital, así como de radio analógica; y por otro lado la distribución del servicio de telefonía básica, el cual se verá ampliado de alguna manera debido al uso que se le va a dar teniendo en cuenta que el hospital es muy extenso.

Referente a este proyecto de ICT, más adelante trataremos los parámetros básicos, teniendo el proyecto técnico con Memoria y Pliego de Condiciones en el Anexo.

Seguidamente, aprovechando la infraestructura de líneas telefónicas establecida, se tratará el concepto de Telefonía Corporativa, explicando en que consiste, como se implanta, así como diferentes opciones que existen en el mercado, llegando a una conclusión.

Del mismo modo, se tratará la telefonía inalámbrica aplicada a la empresa, definiendo el concepto de telefonía DECT.

Además trataremos los servicios de Buscapersonas o Radiobúsqueda, explicando sus ventajas e Inconvenientes, y si su aplicación es o no conveniente en nuestro caso, tratándose de un Hospital.

Por otro lado, hemos visto conveniente la inclusión de un proyecto Domótico como otra posible propuesta. El enfoque se ha realizado, como veremos más adelante de manera que su inclusión pueda beneficiar tanto a pacientes como personal sanitario, convirtiendo a una parte del edificio en Hospital Inteligente. Esta “inteligencia” constará de confort y de seguridad, y se aplicará únicamente en dos plantas del hospital, ni viendo necesaria de momento su implantación en el resto del complejo.

Otra propuesta es la de realizar un proyecto telemático de cableado estructurado, con la finalidad de renovar la actual red informática si fuera necesario.

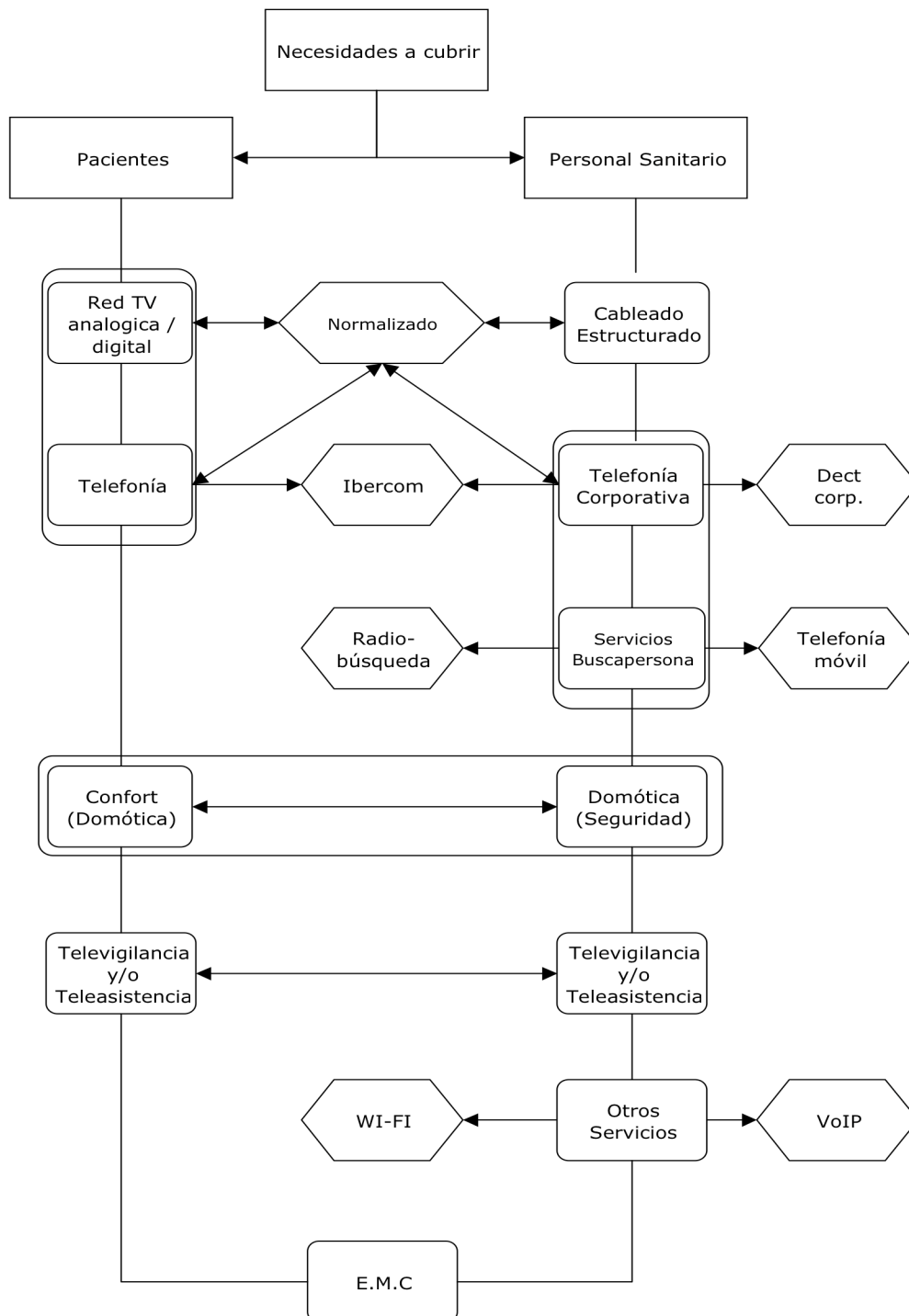
Para acabar con los servicios propuestos introduciremos dos conceptos novedosos que podría interesar aplicar en un futuro en el Hospital, que son las comunicaciones inalámbricas entre terminales vía WI-FI, así como la telefonía por ip (VoIP). Más tarde entraremos en detalle.

Seguidamente veremos como se realizará la integración de todos los servicios en el mismo edificio.

Otro tema que se tratará una vez introducidas todas las ideas del proyecto será analizar su comportamiento desde el punto de vista de la Compatibilidad Electromagnética. Además, analizaremos que fuentes externas a nosotros pueden introducir interferencias y como podemos resolver todos los conflictos existentes.

El siguiente esquema lo resume:

Figura 2.2. Necesidades a cubrir - propuestas



4. PROYECTO TÉCNICO DE ICT

4.1. Descripción del Hospital

Una vez descrita la estructura interna del hospital en cuanto a servicios propios se refiere y la situación geográfica en la que se encuentra, entraremos a detallar la estructura y contenido de la ICT, si bien será sólo de un modo resumido y orientativo, ya que en el anexo se detallan todos los puntos en la Memoria, Planos, Esquemas, Pliego de Condiciones y Cálculos realizados.

Tabla 4.1. Distribución de las plantas

PLANTA	HABITACIONES	DESPACHOS
Onceava	15 + 15	14
Décima	15 + 15	14
Novena	15 + 15	14
Octava	15 + 15	14
Séptima	15 + 15	14
Sexta	15 + 15	14
Quinta	15 + 15	14
Cuarta	15 + 15	14
Tercera	15 + 15	14
Segunda	15 + 15	14
Primera	15 + 15	14

N.B.: En la Planta Primera se encuentra urgencias, pero dejaremos la instalación preparada por si en un futuro la situación de la planta cambia.

4.2. Distribución de televisión y telefonía

La infraestructura común de telecomunicaciones consta de los elementos necesarios para satisfacer las funciones de:

- Captación y distribución de señales de Radiodifusión sonora y Televisión Terrestre.
- Acceso y distribución del servicio telefónico básico.

4.2.1. Televisión y Radio

Se distribuirán únicamente señales de televisión terrenal, analógica y digital. La red que se diseña permitirá la transmisión de la señal entre cabecera y toma de usuario como previsión en la banda de 5 a 2150 MHz, aunque las señales estarán acotadas entre 88 y 862 MHz.

Se distribuirán las señales de televisión terrena obtenidas en la zona de Barcelona (Locales i nacionales), utilizando una antena de 16dB de ganancia y orientada hacia el centro emisor de Barcelona-Collserola, muy próximo a nuestro emplazamiento.

Se ha calculado el nivel de señal que se recibirá a la salida de nuestra antena aproximando la distancia al emisor en un poco mas de 2 km y utilizando el modelo de perdidas de propagación en espacio libre de Friis. Teniendo esto se obtienen cerca de los 100 dB μ V. Esto nos ha facilitado mucho la tarea, ya que no será necesario grandes ganancias en el sistema. Los cálculos se encuentran en el anexo para su verificación.

Con el objetivo de cumplir la normativa vigente sobre ICT's, se asegurará una señal en toma de entre 57 dB μ V y 80 dB μ V.

Para obtener estos niveles se instalarán, amplificadores monocanales, derivadores, distribuidores y tomas finales (BATs), cuyas características están detalladas en la memoria de este mismo proyecto.

Se ha realizado un diseño separado en dos ramales para poder llegar lo mejor posible a cumplir con los niveles de señal en toma que dicta la normativa.

Tabla de Canales que estarán disponibles:

Tabla 4.2. Canales UHF a distribuir

<i>Emisora</i>	<i>Canal</i>	<i>Frecuencia (Mhz)</i>
Canal 33/K3	Canal 23	486-494
Local	Canal 25	502-510
Tele 5	Canal 27	518-526
Local	Canal 29	534-542
TVE-2	Canal 31	550-558
Multiplex TDT	Canal 33	566-574
Antena 3	Canal 34	574-582
Local	Canal 36	590-598
Local	Canal 39	614-622
TVE-1	Canal 41	630-638
Multiplex TDT	Canal 43	646-654
TVC-3	Canal 44	654-662
Local	Canal 45	662-670
Canal Cuatro	Canal 47	678-686
Local	Canal 57	758-766
Multiplex TDT	Canal 61	790-798
Multiplex TDT	Canal 64	814-822
Multiplex TDT	Canal 66	830-838
Multiplex TDT	Canal 67	838-846
Multiplex TDT	Canal 68	846-854
Multiplex TDT	Canal 69	854-862

Tabla 4.3. Rango de canales FM a distribuir

FM	Canal FM	88
	Canal FM	108

Se han realizado los cálculos correspondientes para determinar cual es la toma con mayor o menor atenuación de cada ramal (ambos son idénticos). Estos se verán con detenimiento en el anexo.

Tablas 4.4 y 4.5. Niveles de la mejor y peor toma de usuario de la instalación

Mejor toma		Peor toma	
Planta	11	Planta	1
Habitaciones	H1, H6 y H11	Habitaciones	H5, H10 y H15
Nivel de señal	79,88 dB μ V	Nivel de señal	62,04 dB μ V

Para el caso de señales de satélite en FI, no se distribuirán, ya que el edificio esta destinado para un hospital, de modo que no creemos necesario que las habitaciones dispongan de este servicio.

4.2.1.1. Elementos de la instalación:

Seguidamente vemos una tabla resumen de los elementos más destacados de la instalación, así como de su cantidad en el global de la instalación. El resto de elementos los podremos verificar en el anexo.

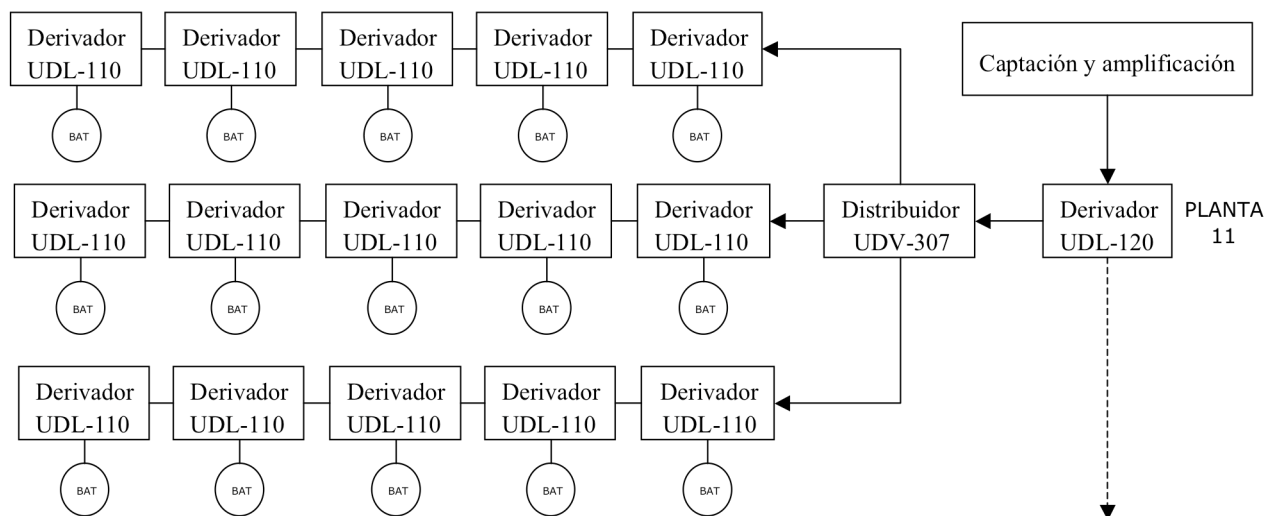
Tabla 4.6. Elementos de la instalación

REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
IKS-1E/FM	Antena FM G = 0 dB	1
SG-2129/16	Antena UHF G = 16 dB	1
MZB-149	Amplificadores monocanales UHF	17
MZB-185	Amplificador DVB-T Banda C66-C69	1
MZB-128	Amplificador FM 88 – 108 MHz	1
UDL-110	Derivador 1D – Lpaso: 1,1 dB Lderiv: 10 dB	330
UDL-115	Derivador 1D – Lpaso: 1 dB Lderiv: 15 dB	14
UDL-120	Derivador 1D – Lpaso: 0,9 dB Lderiv: 20 dB	8
UDV-307	Distribuidor 3 S – Linserción : 6,7 dB	22
ARTU900	Toma de usuario – BAT – Linserción: 4,5 dB	330

La colocación de todos estos elementos y muchos más dentro del proyecto se pueden ver en los planos correspondientes.

A modo de esquema general, y para tener una primera idea, los elementos se distribuyen de la siguiente manera:

Figura 4.1. Esquema general de distribución (ejemplo planta 11)



4.2.2. Telefonía

En este apartado se van a analizar y definir las condiciones que va a permitir el acceso de los usuarios a los servicios de telefonía básica.

Los distintos Operadores del Servicio Telefónico Básico accederán al edificio a través de sus redes de alimentación. Este enlace se producirá mediante cable, por tanto se introduce en la ICT del inmueble a través de la arqueta de entrada y de la canalización externa hasta llegar al registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior (RITI).

La red de acceso telefónico del edificio está constituida por:

- Red de alimentación
- Red de distribución
- Red de dispersión
- Red interior de usuario

Las diferentes redes que constituyen la red del conjunto de usuarios se conectan entre si en:

- Punto de interconexión
- Punto de distribución
- Punto de terminación de red

Los cables multipares parten del punto de interconexión situado en el registro principal que se encuentra en el RITI y, a través de la canalización principal, enlaza con la red de dispersión en los puntos de distribución situados en los registros secundarios. La red de distribución es única, con independencia del número de operadores que presten servicio en el inmueble.

En nuestro proyecto existe un total de 44 estancias por cada planta, y instalaremos 2 tomas por estancia, lo que hace un total de 484 tomas distribuidas a lo largo y ancho de las 11 plantas, como resume el siguiente cuadro:

Tabla 4.7. Número de tomas de usuario totales

Estancias	Nº Tomas / estancia	Nº TOMAS TB totales
484	2	968

Aplicamos un coeficiente corrector de 1,5 para evitar posibles errores y sobrecargas, de modo que tendremos pares de sobra, que dejaremos en los registros secundarios.

Como los tubos de pares estan normalizados, tendremos 14 tubos de 100 pares y uno de 75 pares.

Seguidamente vemos el resumen de elementos de la instalación.

4.2.2.1. Elementos de la instalación Telefónica:

Tabla 4.8. Número de elementos de la instalación telefónica

DESCRIPCIÓN	Nº de ELEMENTOS
Registro principal de telefonía	1
Regletas de 10 pares	44
Regletas de 5 pares	11
Metros de cable multipar de 100 pares	80
Metros de cable multipar de 75 pares	80
Cajas de distribución telefonica en registro secundario	22
Toma final de usuario RJ11	968

4.2.3. Canalización y distribución

Para las canalizaciones del hospital no se puede utilizar lo establecido por el Real Decreto 401/2003, ya que solo es para viviendas, pero como ya hemos dicho en otras ocasiones lo utilizaremos como referencia para nuestro proyecto.

Para las canalizaciones principales se deberán de utilizar tubos de 50 mm de diámetro, los suficientes para poder albergar los servicios de televisión, telefonía, previsión de SAFI y dejar alguno de reserva. Por lo tanto se instalarán un total de 7 tubos de 50mm de diámetro para dichos servicios. Hemos de remarcar que nuestro proyecto está dividido en dos verticalmente, cosa que también nos afectará en los registros y canalizaciones.

Para las canalizaciones secundarias se utilizarán tubos de 25mm de diámetro, un conducto para el servicio de telefonía y otro para el servicio de televisión. Los registros secundarios de cada planta tienen que tener un tamaño de 50 x 70 x 15 cm, en el cual podemos instalar los dispositivos de distribución necesarios.

El tamaño de los RIT para poder albergar los dispositivos necesarios para la distribución de sus respectivas señales ha de ser de cómo mínimo 2 x 2 x 0.5 m las dimensiones son de alto x ancho x prof.

La canalización de enlace se realizará con canaletas la cual dispondrá de 4 espacios independientes para poder separar los distintos servicios que se puedan contratar.

En los planos se detalla la distribución de los tubos en cada planta para el servicio de telefonía y de televisión que se distribuyen en nuestro Hospital.

Tabla 4.9. Elementos de Infraestructura. Canalización y Registros

Elemento	Servicio	Dimensiones
Arqueta de entrada		400x400x600 mm
Canalización externa	TB+ RDSI TLCA Reserva	1 Ø 63 mm 1 Ø 63 mm 2 Ø 63 mm
Canalización de enlace inferior	TB+ RDSI TLCA Reserva	1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm 2 Ø 40 mm
Registros de enlace inferior	En pared	500x500x150 mm
Canalización de enlace superior	RTV terrestre TV satélite SAFI Reserva	1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm
Registros de enlace superior		360x360x120 mm
Registros Principales	1 TB	500x500x120 mm
Canalización principal	TB+ RDSI RTV TLCA+ SAFI Reserva	2 Ø 50 mm 2 Ø 50 mm 2 Ø 50 mm 1 Ø 50 mm
Registros secundarios	TB, TLCA y RTV	500x700x150 mm
Registros de terminación de red	TB+ RDSI RTV TLCA+ SAFI	170x100x40 mm 200x300x60 mm 200x300x40 mm
Canalización interior	TB+ RDSI RTV TLCA+ SAFI Previsión	Tubo de Ø 20 mm Tubo de Ø 20 mm Tubo de Ø 20 mm Tubo de Ø 20 mm
Bases de acceso terminal (tomas BAT)	TB+RDSI	2
	RTV	2
Registro de toma	TB+RDSI RTV	64x64x42 mm 64x64x42 mm
Registro paso	Canalización interior	170x170x40 mm

5. TELEFONÍA CORPORATIVA

Llamamos Telefonía Corporativa a una red telefónica utilizada por una empresa para su uso interno y externo.

En nuestro caso será dotar al Hospital de una infraestructura para que se pueda ofrecer el servicio de telefonía a los diferentes departamentos médicos del hospital, despachos, controles de enfermería, administración, pacientes, etc. De manera que se pueda llamar hacia/desde el exterior e internamente.

Para esto se utilizan las centrales privadas de conmutación para aplicaciones telefónicas, denominada generalmente PBX (Private Branch Exchange).

5.1. PBX (Private Branch Exchange)

Una PBX es un equipo que tiene control por software y proporciona funciones de conmutación a los usuarios a ella conectados; la PBX les permite conmutar sus llamadas internas sin necesidad de acceder a la red pública de conmutación y la operadora es la encargada de atender las llamadas entrantes y dar curso a las salientes.

Las PBX son, en gran medida, similares a las centrales públicas, excepto en que normalmente no incluyen algunas de las funciones operacionales y administrativas, como por ejemplo las protecciones de línea o la redundancia de sus elementos. Ambas constan de dos partes claramente definidas: **la unidad de conmutación** y **la unidad de control**, siendo, en términos generales, la primera la encargada de establecer el canal físico para poner a los usuarios en comunicación, y la segunda, la de atender la señalización entrante y saliente, procesar las señales recibidas e indicar a la primera que circuitos interconectar.

La unidad o matriz de conmutación a su vez puede ser de dos tipos: *sin bloqueo* o *con bloqueo*, según que todos sus usuarios puedan mantener o no un enlace con otro. En el primer caso, el habitual en las modernas centrales y el que proponemos nosotros, el número de posiciones de conmutación se corresponde con el de usuarios de entrada multiplicado por el de salida, con lo que siempre es posible establecer un enlace; en el segundo, el número de posiciones de conmutación es limitado, por lo que sólo es posible la comunicación de un número limitado de usuarios, dando la central congestión (bloqueo) en caso de que dicho número sea excedido.

5.1.1. Interfaces Hardware

Los usuarios se reconectan al sistema vía unos interfaces, que pueden ser analógicos o digitales. Existen diferentes interfaces:

- A redes públicas
- A terminales
- A otras PBX
- A otros equipos externos
- A órganos de operación y mantenimiento

5.1.2. Servicios integrados en la central

Son los facilitados por la propia central, mediante la incorporación del determinado *software* y *hardware*.

Podemos encontrar, entre otros:

- Distribución Automática de Llamadas
- Conexión con ordenadores
- Medidas de tráfico
- Integración de voz y datos
- Operación , gestión y mantenimiento

5.1.3. Servicios asociados a la central

Son aquellos que por su complejidad o aplicación no masiva, se realizan en diferentes equipos a los propios de la PBX, pero que tienen una unión muy completa con ella mediante el empleo de protocolos de señalización adaptados a los requerimientos.

Figura 5.1. Servicios de valor añadido



Son entre otros, los siguientes:

- Gestión de tarificación
- Sistema de mensajería vocal
- Integración con buscapersonas
- Extensiones sin hilos
- Conmutadores de paquetes
- Sistemas de videoconferencia
- Listín Telefónico

5.2. Servicio IBERCOM

Ibercom es un servicio de red privada virtual ofrecido por Telefónica en el ámbito de las comunicaciones de empresa desde el año 1985. Se caracteriza por soportar simultáneamente comunicaciones de voz, datos e imagen y tener una infraestructura totalmente digital. Las facilidades que más han contribuido a su amplia implantación son las de acceso directo de las llamadas a las líneas de usuario (marcación directa entrante), soporte de un plan de numeración privado de ámbito nacional, con unos números cortos para uso interno y otros números largos, insertados en el plan de numeración nacional, así como a tener una tarificación específica por la que las llamadas internas no son tasadas; además, permite la gestión (con capacidad limitada) por el propio cliente. Existen distintas modalidades, según la manera en que se ofrezca este servicio; así, existe Ibercom Alquiler si el cliente contrata tanto los equipos como el propio servicio a Telefónica, o Ibercom Propietario si adquiere en propiedad las PBXs, contratando sólo lo que es el servicio, renombradas ahora como Ibercom Clave e Ibercom Master, que ofrece una gama más amplia de opciones, según sea ofrecido el mantenimiento. En ambos casos Telefónica es la encargada de suministrar las centrales.

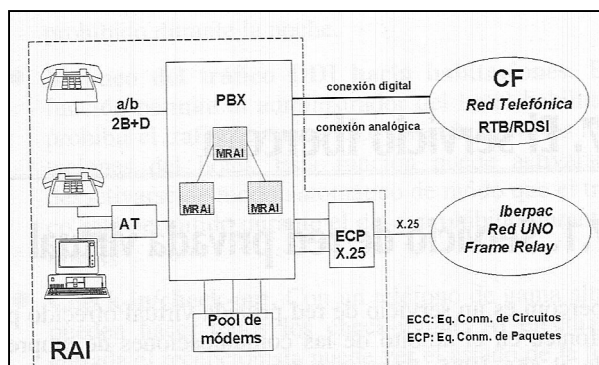
5.2.1. Arquitectura de Ibercom

Desde el punto de vista de la arquitectura de red, el servicio Ibercom se configura en torno a unos nodos de conmutación u otros (la PBX MD110, de Ericsson, con unas 850.000 líneas, o HICOM, de Siemens, con muchas menos), y diversas infraestructuras de interconexión (la propia red telefónica).

El conjunto de nodos de conmutación (MRAI), exclusivo de cada cliente y situado en sus dependencias, se denomina RAI (Red de Acceso Ibercom). A cada MRAI se conectan todas las líneas del cliente, terminales de datos y productos de valor añadido. Las RAIs se conectan a un nodo de conmutación -central pública-, también de tecnología digital, denominado Centro Frontal (CF) y situado en las dependencias de Telefónica.

Su función es el establecimiento y conexión de llamadas entre distintas RAIs del mismo cliente o entre RAIs y usuarios de la RTB, reserva de un número mínimo de enlaces digitales para tránsito por la RTB, soporte de las formas específicas de tarificación y ofrecimiento de determinados servicios suplementarios.

Figura 5.2. Conexiones IBERCOM



La conexión entre cada RAI y el CF se hace mediante enlaces digitales dedicados (Ibermic). Existe una conexión entre cada módulo RAI y una central local de la RTB para situaciones de emergencia, como la de caída del enlace, con lo que al menos ciertos usuarios pueden tener comunicación.

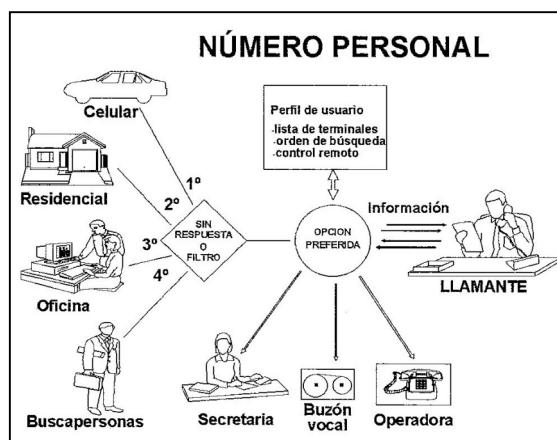
Como servicios de valor añadido tenemos los anteriormente comentados en la explicación de PBX.

5.2.2. Opción interesante: Servidor de movilidad

En el entorno de las comunicaciones empresariales se da la situación de que los empleados disponen de uno o dos números de teléfono para los terminales fijos, otro para el fax, uno más para el móvil y, en algunos casos otro para el buscapersonas. Esto también sucede con el personal sanitario objeto de nuestro proyecto. Cuando se intenta localizar a una determinada persona, realmente es imposible conocer en que número se encontrará, por lo que no queda otra opción que intentar uno tras otro hasta dar con él, si es que se tiene éxito.

El hecho cierto es que llamamos a personas y no a lugares cuando pretendemos establecer una comunicación telefónica, dando por supuesto que tal aparato telefónico, identificado por un único número ante la red, está asociado a un determinado usuario que se debe encontrar próximo a él. Muchas veces el teléfono suena inútilmente, sin que nadie responda a la llamada, con lo que el intento habrá sido en vano y no queda otra opción que volver a repetir la llamada más tarde, al mismo número o a otro dónde imaginemos que pueda estar. Una forma lógica de proceder es asignando a cada usuario un único número - personal- y que sea la propia red la que se encargue de localizarle. De esta manera, el usuario hace un desvío al lugar donde se encuentra en ese momento o fija el orden secuencial de búsqueda, si es que se está moviendo, siendo entonces mucho más probable que se le localice, bien en el primer o en el segundo intento. En último caso, siempre puede desviar la llamada a una operadora o a un buzón de voz si es que no está disponible (filtrado).

Figura 5.3. Número personal



Así, se asegura que todas las llamadas dirigidas a él serán atendidas de la mejor forma posible, pudiendo, de forma remota mediante un emisor de tonos, fijar su perfil.

Con un sistema de este tipo, el llamante recibe información de como progresa su llamada y tiene la posibilidad de elegir una determinada opción entre las que le presente el sistema.

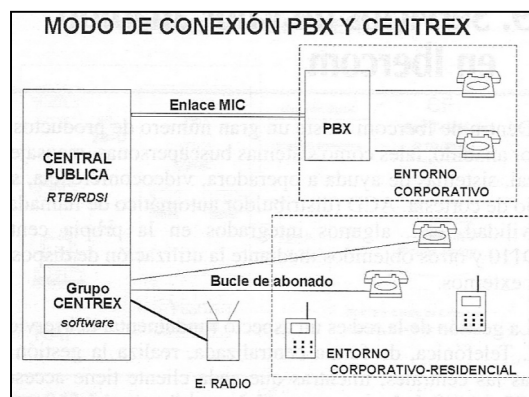
5.2.3. Alternativa a IBERCOM: CENTREX

Otra posibilidad es la opción llamada CENTREX (Central Office Exchange Service).

La proporcionan los operadores públicos a través de la infraestructura Telefónica básica, que permite a sus abonados la utilización parcial de una central pública como si fuese una PBX y con el que se puede dar un servicio de comunicaciones a pequeñas oficinas de grandes empresas, integrándolas dentro de la red corporativas sin necesidad de hacer costosas inversiones.

En el cuadro vemos en la diferencia entre una centralita PBX y CENTREX.

Figura 5.4. Modo de conexión CENTREX



5.3. Decisión Tomada

Dado todo esto, proponemos para nuestro proyecto en el Hospital General de la Vall de Hebrón el sistema Ibercom con una serie de servicios adicionales que veremos más adelante.

Finalmente aquí están resumidas las características del sistema propuesto:

IBERCOM es un servicio integral para comunicaciones corporativas de empresa, sea cual sea la magnitud de ésta, ya que se adapta fácilmente.

Características:

- Facilita el diseño y dimensionado de un sistema de comunicaciones.
- Ofrece soluciones llave en mano para adaptarse a cualquier necesidad.
- Atención postventa.
- Atención, seguridad, fiabilidad...
- Vigilancia de las instalaciones en tiempo real

Componentes de la Solución: Centralitas PBX

- Telefónica proporciona los equipos que pasan a ser de su propiedad.
- Centralitas disponibles (no entraremos a definir las):
 - MD-110.
 - OmniPCX Enterprise.

- HiPath 4000 (anteriormente HICOM-300E/H).
- BP 50/128i/250.
- OmniPCX Office.
- Nortel CS1000.

Servicios De Red Para Centralitas (SRC):

- Accesos Primarios a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).
- Accesos Básicos a la Red Digital de Servicios Integrados.
- Accesos Digitales a 2 Mbps a la Red Telefónica Básica.
- Accesos Analógicos a la Red Telefónica Básica.
- Líneas ADSL (en función de la plataforma).
- Circuitos de interconexión a 2 Mbps entre centros de cliente.
- Líneas Analógicas de emergencia.
- Numeración integrada en RTB.

Ventajas

- Diseño a medida de su sistema de comunicación de voz y datos.
- Facilidad de contratación del servicio
- Garantía y facilidad en la gestión del gasto: facturación integrada.
- Seguridad en sus comunicaciones: mantenimiento experimentado
- Optimización de los costes de comunicaciones.

5.4. SERVICIOS ADICIONALES PROPUESTOS PARA NUESTRO PROYECTO

5.4.1. Solución DECT

El estándar DECT define una tecnología de acceso radio para comunicaciones inalámbricas. El DECT (Digital European Cordless Telecommunications), también denominado recientemente (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) al extenderse su aplicación a todo el mundo, es un estándar europeo de telecomunicaciones desarrollado por el ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación) para las comunicaciones sin hilos de voz y datos, entendiendo por estas las de los usuarios que se mueven dentro de un área pequeña y bien definida (picoceldas), como puede ser el entorno de un edificio o recinto.

El estándar DECT, con un radio de cobertura entre 25 y 50 metros en interiores y hasta 250 metros en exteriores por estación base, viene a sustituir a las primeras generaciones de teléfonos sin hilos (Cordless Telephone) CT-O, CT-1 (analógicos) y CT-2 en sus diferentes versiones CT-2/CAI y CT-2 plus, CT-3 (digitales).

DECT maneja sin interferencias un gran número de usuarios y hace la planificación celular muy sencilla, lo que ofrece numerosas ventajas a la hora de diseñar o ampliar un sistema.

DECT define el camino radio, sin entrar en los elementos de conmutación de red que se utilicen, que variarán en función de la aplicación. El estándar soporta desarrollos mono y multicélula, además de mono y multiusuario.

El siguiente cuadro recoge las principales características del estándar DECT:

Tabla 5.1. Características DECT

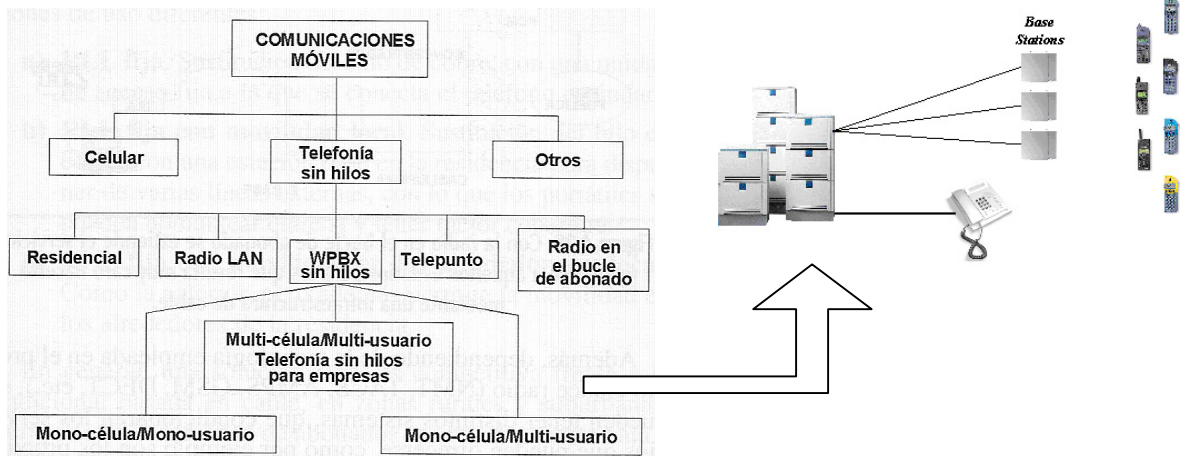
Banda de frecuencias	1880-1900 MHz (20 MHz)
Canalización	1.278 MHz
Portadoras radio	10
Canales por portadora	12
Potencia de pico emitida por el portátil	250 mW
Modulación	GMSK
CODEC-voz	ADPCM a 32 Kbit/s y encriptada
Velocidad binaria de transmisión	1152 Kbit/s
Técnica de acceso	TDMA/TDD/CDCS
Normalización	ETSI/CNAF-UN-49
Handover	imperceptible
Capacidad	Elvada: <10.000 Erlangs/km ²
Selección canales	Dinámica
Estructura	Picocelular

5.4.1.1. Aplicaciones DECT

Como ya hemos comentado, la idea original de desarrollar un estándar de telefonía inalámbrica, ha dado lugar con el paso del tiempo, a un estándar sobre el cual se han desarrollado y se están desarrollando diversas aplicaciones en las que DECT actúa como tecnología de acceso y de los que se incluye una descripción a continuación.

1. Sistemas de telefonía sin hilos para empresas (Business cordless)
2. Radio en el bucle de abonado (WLL)
3. Telefonía inalámbrica residencial (Home cordless)
4. Interconexión GSM/DECT
6. Teléfonos duales GSM/DECT
7. Redes locales inalámbricas (WLAN)

Figura 5.4. Esquema integración servicio DECT

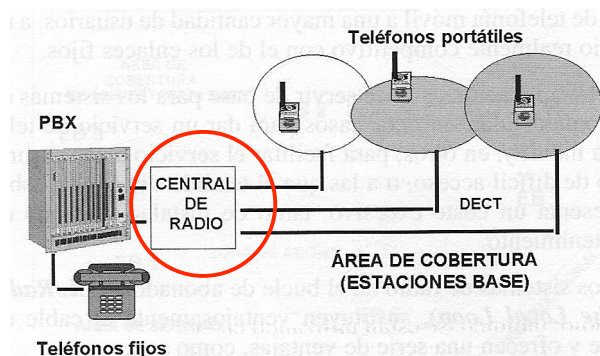


Una de las aplicaciones más típicas de los sistemas DECT, como se ha comentado, es en las centralitas sin hilos (WPBX).

Los médicos y el resto de personal sanitario no necesitan de un terminal cableado, sino que haciendo uso de un terminal portátil de bolsillo pueden hacer y recibir llamadas con las mismas prestaciones que ofrece una extensión fija conectada a la PBX de la empresa.

Cada teléfono portátil tiene asignado su propio número único, siendo la central la que rastrea el lugar en que se encuentra.

Figura 5.5. Esquema conexión WPBX



Las ventajas más significativas que se obtiene con la introducción de estos sistemas en las empresas son:

- Reducción de los costes de instalación. No es necesaria el despliegue de tanto cableado Telefónico.
- Reducción del número de llamadas no atendidas.
- Aumento de la disponibilidad de los empleados.
- Localización inmediata de los usuarios.

- Fácil reubicación de los puestos de trabajo.
- Libertad de movimiento.

El mayor inconveniente del uso de esta tecnología en el Hospital es que aumentamos el riesgo de interferencias electromagnéticas, ya que todo lo que antes era cable, ahora són ondas electromagnéticas de radiofrecuencia.

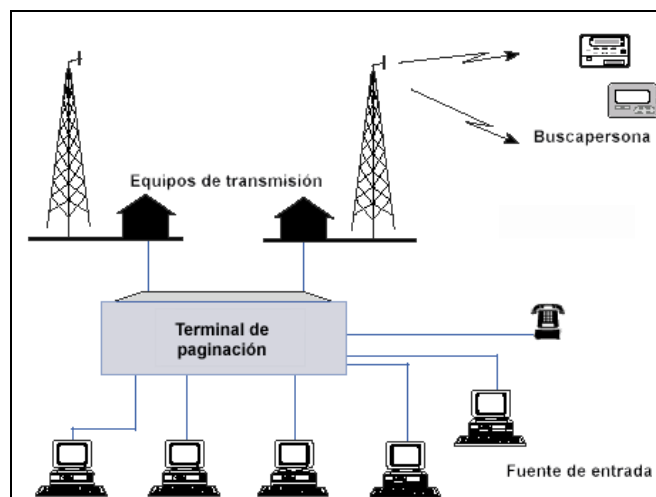
Es obvio que esta tecnología no es substitutiva de la telefonía fija, sino que nuestra propuesta es utilizarla como complemento, de modo que algunos miembros del personal sanitario pueden estar comunicados fuera de su entorno de trabajo pero siempre dentro del hospital.

Es aquí donde quizás se pueda pensar también en el uso de telefonía móvil corporativa, de modo que su función sería la misma, pero de mayor radio de alcance.

5.4.2. RADIOBÚSQUEDA

Radiobúsqueda es un servicio que permite la localización y el envío de mensajes a un determinado usuario que disponga del terminal adecuado, conocido popularmente como "busca" o "beeper". También se le denomina radiomensajería, buscapersonas o paging. Se trata de una comunicación unidireccional, desde quien quiere localizar a quien ha de ser localizado. Al igual que en la telefonía móvil, cada zona está cubierta por una estación terrestre, que da servicio a los usuarios ubicados dentro de su zona de cobertura.

Figura 5.6. Esquema general Radiobúsqueda



Los primeros sistemas tan sólo emitían un sonido o pitido, que indicaba que alguien estaba intentando decirnos algo. Luego, si así lo decidía el portador del busca, establecía una comunicación telefónica. En una segunda fase, aparecieron sistemas más perfeccionados, con envío de mensajes, aplicación de códigos para mantener seguridad, llamadas a grupos,... etc.

Es muy útil para profesionales, que han de desplazarse y no siempre están localizables, por ejemplo, médicos, técnicos de mantenimiento. De este modo es una opción muy a tener en cuenta en el marco en el que nos encontramos en este proyecto.

5.4.2.1. Utilización actual en Vall Hebrón

En el Hospital General de la Vall de Hebrón actualmente se utiliza este servicio de forma minoritaria. Por ejemplo, entre los diferentes “servicios” (departamentos médicos) no será de gran utilidad, ya que estos ya tienen una secretaria y despachos médicos a los que llamar.

Quien si lo utilizan són los “servicios” que tienen interconsultores (por ejemplo, el Servicio de Enfermedades Infecciosas), de modo que se les puede encontrar con mayor facilidad si algún caso especial requiere consulta.

Donde más se utiliza es en Urgencias. Puede ser que determinados pacientes, por sus síntomas, necesiten a un doctor especializado que conozca la enfermedad (usualmente ocurre con los Cardiólogos, Neurólogos y Cirujanos) que en ese momento no tiene porque encontrarse en la unidad. Éste llevará un aparato de búsqueda para estar localizable en todo momento.

Seguidamente veremos la normativa que se le aplica al sistema, así como los operadores tienen licencia.

Más adelante veremos un ejemplo de servicio de radiobúsqueda comercial.

5.4.2.2. Opción recomendada: “MENSATEL”

Mensatel de Telefónica es un servicio de mensajería digital creado para cubrir las necesidades de comunicación de Empresas y Profesionales.

Permite contar con las ventajas de la transmisión de datos a receptores móviles a través de diversas aplicaciones diseñadas específicamente para las necesidades de comunicación.

Mensatel ofrece diferentes modalidades de contratación: Servicios básicos, servicios opcionales y diseño de aplicaciones integradas, además de tarifas personalizadas.

Servicios básicos:

- *Distribución de información*
- *Localización de personas*

Además de permitir la transmisión inmediata de datos y mensajes a receptores móviles, el servicio Mensatel ofrece prestaciones añadidas:

- *Prestaciones adicionales*
 - Recuperación y reenvío de los 10 últimos mensajes transmitidos las últimas 48 horas.
 - Envío diferido (servicio de agenda): predeterminar con antelación la fecha y hora de transmisión de mensajes.
 - Numeración de mensajes cada día por orden de envío.
 - Envío multidestino: envío simultáneo de un mismo mensaje hasta a 4 usuarios a la vez.
 - Buzón de voz

Servicios opcionales

- Redireccionamiento del correo e-mail
- Listado mensual de mensajes recibidos vía fax
- Llamada de grupo
- Buzón de notas
- Repetición de envíos de mensajes

5.4.2.3. Caso particular Hospitalario: “MENSAMED”

Mensamed es un sistema de mensajería digital diseñado específicamente para el sector hospitalario: permite desde un ordenador o desde cualquier extensión telefónica (interna o externa al hospital), la localización inmediata y el envío de información a cualquier receptor Telefónica Mensatel del equipo médico del centro.

Ventajas:

- Nunca comunica.
- El mensaje se recibe en pocos segundos
- Mensamed integra las herramientas de comunicación e informática ya existentes en el centro hospitalario.
- Posibilita las llamadas de grupo.
- Ahorro de hasta el 80% respecto a sistemas de comunicación tradicionales.

Marco histórico:

Desde su puesta en marcha en 1997, el servicio ha sido implantado en 54 hospitales españoles de más de 50 camas. El número de mensajes transmitidos a través del servicio Mensamed supera los siete millones.

Cobertura

Mensatel es el primer servicio de mensajería digital de ámbito nacional que cubre casi el 100% de la población española, y permite incluso la recepción de mensajes en interior de edificios, sótanos, ascensores...

5.4.2.4. Radiobúsqueda vs. Telefonía móvil:

¿Es necesario actualmente la utilización de Radiobúsqueda con la existencia de los teléfonos móviles?

Podríamos plantearnos la pregunta de si este sistema es útil, teniendo en cuenta que vivimos en una época gobernada por la telefonía móvil.

Se podría ver desde diferentes puntos de vista.

El sistema de Radiobúsqueda se plantea como un sistema de aviso a la persona buscada, de modo que ésta puede saber desde dónde le llaman y en cuanto le sea posible se pondrá en contacto con el remitente.

La utilización de un teléfono móvil corporativo principalmente la veo como una manera de comunicarse con la persona buscada, no de avisarle. Con esto quiero decir que su objetivo es comunicar algo a la otra persona, en este caso transmitirle alguna cuestión al otro médico.

Seguidamente argumento la principal ventaja e inconveniente que le veo a cada sistema, teniendo en cuenta que pueden existir otros:

Principal ventaja de la Radiobúsqueda en nuestro caso: si queremos contactar con un médico especializado, puede ocurrir que no sepamos si éste se encuentra ocupado con algún paciente en ese preciso instante, de modo que un simple 'bip' no le causaría distracción ni molestia y sabría a su vez que lo necesitan en algún otro sitio.

Principal Inconveniente: El departamento que busque al médico puede necesitarlo de manera urgente y no puede indicárselo de ninguna manera, a no ser que se contrate un servicio con mensajería.

Así mismo, con telefonía móvil, podemos verlo de manera totalmente inversa que la radiobúsqueda, es decir, la ventaja de la radiobúsqueda sería el inconveniente de la telefonía móvil y viceversa, con lo que podríamos decir que son servicios complementarios en un Hospital, teniendo en cuenta que a la larga la radiobúsqueda tenderá a desaparecer.

De manera que en un principio se podría optar por la convivencia de ambos servicios y a medida de su utilización, en la práctica, optar por uno de ellos.

Por lo que a *interferencias* se refiere, los dos sistemas introducirían interferencias, las cuales veremos en otros apartados si causarían problemas o no.

6. DOMOTICA

6.1. Introducción

El concepto de domótica, a la vez que novedoso, se está desarrollando en la actualidad a una gran velocidad. La domótica es la instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en un edificio, que permite la automatización de actividades cotidianas y el control local o remoto del mismo.

Hoy día existe una gran variedad de sistemas comercializados, si bien hay que saber cual o cuales de ellos aplicar para construir edificios "a prueba de futuro".

La aparición de esta nueva tecnología se ha visto propiciada por la disponibilidad y flexibilidad del elemento base, el microprocesador, así como por la paulatina convergencia de la informática y las telecomunicaciones, y la necesidad, cada vez mayor, de la información a todos los niveles. Asimismo, ha sido fundamental la definición paralela de arquitecturas de comunicación de datos en el ámbito de la automatización industrial; los conocidos buses de campo, con los que los sistemas domóticos presentan grandes similitudes.

La palabra domótica fue inventada en Francia (país pionero en Europa) y esta formada por la contracción de "domus" (vivienda) más automática. El objeto de esta disciplina no es únicamente la vivienda, sino cualquier tipo de edificación. Además, la domótica va más allá de la mera automatización de un edificio, integrando el control del mismo con el uso que se hace de él.

El uso de este término se ha extendido ampliamente, a pesar de que en los comités de normalización, como AENOR, se ha optado por prescindir del mismo.

Se pueden distinguir tres sectores distintos en la tecnología dependiendo del alcance de su aplicación:

- Domotica, para el sector domestico.
- Inmotica, para el sector terciario.
- Urbotica, para las ciudades. En este caso se tratan temas como el control de la iluminación pública, la gestión de semáforos, las telecomunicaciones, medios de pago, etc.

Para evitar confusiones, la mayoría de fabricantes no emplean esta clasificación y únicamente hablan de domótica aplicada a viviendas o a edificios.

Para definir una vivienda automatizada habría que tener en cuenta al menos dos puntos de vista: el del usuario y el punto de vista técnico.

Desde el punto de vista del usuario, una vivienda domótica podría ser aquella que proporciona una mayor calidad de vida a través de las nuevas tecnologías, ofreciendo una reducción del trabajo domestico, un aumento del bienestar y la seguridad de sus habitantes, y una racionalización de los distintos consumos.

Todo ello teniendo en cuenta la facilidad de uso para todos los inquilinos, aún cuando alguno de ellos presente alguna minusvalía física.

Desde el punto de vista tecnológico, la definición podría ser la siguiente: es aquella en la que se integran los distintos aparatos domésticos que tienen la capacidad de intercomunicarse entre ellos a través de un soporte de comunicaciones, de modo que puedan realizar tareas que hasta ahora se venían haciendo de forma manual.

Hasta hace pocos años la gestión de una vivienda automatizada se venía realizando mediante automatismos independientes. Cada uno de los cuales consiste en un equipo electrónico que suele contener un microprocesador para controlar instalaciones de la vivienda (gas, agua, etc.). El control que realizan estos automatismos es típicamente de marcha/paro, y en algunos casos de regulación.

Puesto que tanto los aparatos domésticos como los automatismos son electrónicos, son imprescindibles elementos protectores de la red eléctrica.

En una vivienda o edificio domótico existen dos tipos de cuadros conectados entre sí:

el cuadro eléctrico (en España de 230V, 50Hz) y el cuadro domótico, que típicamente emplea tensiones de alimentación seguras (12Vdc o 24Vdc).

Existe una reglamentación comunitaria en lo referente a HBES (Home and Building Electronic Systems), que prevé tres etapas en la integración de sistemas para viviendas y edificios:

- Fase 1: Integración de todos los sistemas audiovisuales.
- Fase 2: Integración del resto de sistemas: alumbrado, seguridad, climatización, etc.
- Fase 3: Integración de los dos subsistemas en un sistema único.

Más adelante se comentará la normativa europea que existe al respecto (Apartado "Entorno Legal").

Figura 6.1. Evolución en España:

En España el desarrollo de la domótica surgió a principios de los noventa, al aparecer empresas nuevas en el sector y con el impulso en investigación y desarrollo.

En el 2000 la construcción presenta una gran expansión y el desarrollo de la domótica se frena, al haber un gran volumen de ventas y no necesitar aumentar la calidad de las viviendas. Sobre el 2003 la domótica crece espectacularmente.



Las Telecomunicaciones son un motor muy importante y su rápido desarrollo arrastra a la domótica.

Se empieza a hablar de pasarelas residenciales, hogar digital y las Operadoras de Telecomunicaciones se interesan por los sistemas domótico participando en numerosos proyectos de investigación.

6.2. Componentes de un Sistema Domótico

- Sensores

- De Luminosidad
- De Temperatura
- Volumétricos de presencia
 - Por Infrarrojos
 - Por Microondas
 - Tecnología Dual (Infrarrojos + Microondas)
 - Ultrasonidos
 - Ópticos
 - Iónicos
 - Termovelocímetros
- Detectores de inundación
- Detectores de corriente eléctrica
- Detectores de gas
- Anemómetros (miden velocidad viento)
- Interruptores de lluvia
- Otros: miden nivel PH, humedad relativa, radiaciones...

- Transmisores

- Mandos a distancia
- Interfaces Telefónicos
- Pulsadores e interruptores
- Teclados

- Actuadores

- Motores en domótica
- Sirenas
- Electroválvulas
- Relés
- Contactores

- Unidades de control

Elemento donde reside la mayor parte de la inteligencia del sistema. Es la encargada de recibir datos de los sensores, analizarlos y transmitir las órdenes oportunas a los actuadores. En la unidad de control reside un programa que regula las acciones del sistema en función de las necesidades del usuario.

Según el tipo de sistema domótico la unidad central tendrá unas características u otras.

- Pasarelas de comunicación

La principal misión de estos dispositivos es conectar la instalación a Internet para poder tener acceso remoto desde cualquier lugar del mundo.

Integra mediante software dispositivos de control basados en uso de protocolos emergentes (JINI, UpnP, Homero, HomePNA, Bluetooth, Havi...) y estándares en sistemas de control domótico (Lonworks, EIB, EHS, X10...) para su control desde cualquier plataforma.

Estas pasarelas, resumiendo, persiguen integrar las diversas redes de datos y control con Internet.

6.3. Topologías de Sistemas Domóticos

Existen topologías de datos que pueden ser utilizadas en sistemas domóticos. Estas se pueden clasificar en sistemas centralizados y distribuidos.

- Sistemas centralizados

En este tipo de sistemas todas las informaciones de detección y actuación se tratan en un punto único que es la *unidad central*.

En este caso se suele utilizar la *estructura en estrella*, cuyo centro es la unidad de control.

- Ventajas: bajo coste, instalación sencilla y se pueden utilizar gran variedad de elementos comerciales.
- Inconvenientes: limitada flexibilidad. Reconfiguraciones muy costosas.

Figura 6.2. Configuración de un sistema domótico centralizado



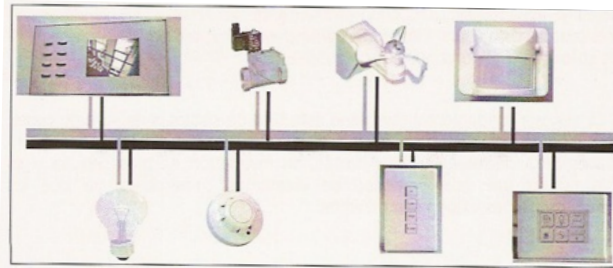
- Sistemas distribuidos

En este tipo de sistemas cada elemento dispone de la capacidad de tratar las informaciones que recibe y actuar en consecuencia de forma autónoma.

La tipología es de tipo bus, consistente en un único cable, y se utiliza un protocolo de comunicaciones implementado en cada uno de los elementos del sistema y consiste en una interfaz de acceso compartido a bus y unas técnicas de direccionamiento para que el envío y la recepción de información queden definidas. Así se establece y se mantiene los intercambios de información entre elementos (sensores y actuadores).

- Ventajas: facilidad de reconfiguración del sistema, mayor grado de flexibilidad. Además, ahorro de cableado y posibilidad de conectar dispositivos “plug and play”.
- Inconvenientes: Coste de los elementos del sistema debido a la necesidad de introducir protocolos CSMA/CD y técnicas de direccionamiento.

Figura 6.3. Configuración de un sistema domótico distribuido



6.4. Proyecto Domótico

El objetivo principal de nuestro proyecto domótico es dar la posibilidad a los miembros directivos del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron de conocer las ventajas de un "Hospital Digital".

La instalación de un proyecto domótico lo más completo posible en un conjunto de edificios ya construidos como es el caso de V.H. no es factible ya que conlleva una infraestructura extensa, aconsejable para edificios en construcción.

Realizando un poco de trabajo de campo, investigué alternativas que permitieran la instalación de un sistema como éste en alguno de los edificios del recinto o en su defecto en alguna planta de uno de estos.

Finalmente, observé que están rehabilitando las plantas 3ª y 4ª del Hospital General, de modo que he tomado la decisión de proponer la integración de un sistema domótico en éstas plantas.

Por último, es importante señalar que la un proyecto domótico puede llegar a ser de gran volumen, de modo que en nuestro proyecto trataremos de acotarnos lo máximo posible.

6.4.1. Necesidades a Cubrir

Confort:

- El encendido de las luces en los baños de las habitaciones de planta se realiza de forma automática mediante la colocación de detectores de presencia.
- Las persianas de las habitaciones estarán motorizadas.
- Luces regulables en las habitaciones, para subir o bajar la intensidad de luz de cada paciente
- Todo el control se efectuará mediante los pulsadores correspondientes del sistema y por medio de un mando a distancia.

Ahorro Energético:

- La planta se dividirá en dos zonas de calefacción (habitaciones pares e impares) independientes para adecuar mejor el funcionamiento de la calefacción a la situación en cada una de las plantas (disminuyendo así el consumo).

Seguridad:

- Se colocarán dos detectores de presencia en las escaleras de subida y bajada de planta que encenderán las correspondientes luces automáticamente (siempre que no estén activadas). Así se evitarán accidentes y se ahorrará energía.

- Los detectores de presencia dispuestos en los baños, además de tener una función de confort, evitarán que se manipulen los interruptores de la luz con las manos mojadas o en condiciones de mucha humedad (con el peligro de electrocución que ello conlleva).
- Se colocarán sensores de inundación en los baños, para cerrar el paso del agua si fuera necesario.
- Sensores de humos distribuidos por todas las plantas.
- Se colocará una electro válvula capaz de cerrar el paso del agua en caso de inundación (advertida por los sensores de inundación de los baños).
- El sistema realizará llamadas de aviso a números de teléfono prefijados en caso de alarmas de inundación y/o humos.

Comunicaciones:

- Desde el control de enfermería se podrá encender o apagar y regular la calefacción, apagar puntos de luz, subir o bajar persianas por teléfono

7. PROYECTO TELEMÁTICO. CABLEADO ESTRUCTURADO

Seguidamente trataremos de diseñar la red de cableado estructurado para la totalidad de las plantas del Hospital General de Vall Hebrón.

Este es un caso inverso al de la parte de distribución de la señal de TV y radio del Proyecto de ICT, con el que únicamente ofrecíamos servicio a las habitaciones dónde residirían los pacientes.

El objetivo de realizar un Proyecto de Cableado Estructurado radica en la necesidad del personal sanitario de tener acceso a la red informática del hospital, a bases de datos de pacientes y a Internet, a parte de cualquier otro tipo de consulta que precisen realizar.

En este proyecto de cableado Estructurado ofreceremos servicio únicamente al personal sanitario, entendiendo como éste los despachos médicos así como la Secretaría de cada planta y el control de enfermería. En todo lo relacionado con administración no entraremos, puesto que corresponde a otras áreas en las que no hemos entrado en la totalidad del proyecto.

Cada estancia médica constará de cinco puntos de conexión, ya que tanto en secretaria, control de enfermería, como en los despachos médicos pueden haber una media de cinco personas, aunque en algunas ocasiones habrán más y también menos.

Nuestro trabajo será únicamente desplegar la infraestructura, y no realizar la administración de la Red de Área local. Para esto último se recomienda buscar servicios de una empresa ajena al hospital cuya finalidad sea exclusivamente la de administrar la red.

7.1. Introducción

El Cableado Estructurado consiste en el tendido de cables en el interior de un edificio con el propósito de implantar una red de área local. Dicho de otro modo más técnico, un Sistema de Cableado Estructurado es definido como una colección completa de estándares de cable asociado al hardware, el que provee una infraestructura de telecomunicaciones el cual facilita de manera considerable la utilización de una red.

El diseño de una red puede ser una tarea complicada e implica algo más que la simple conexión entre ordenadores. Una red debe tener diversas características para ser escalable y administrable. Para esto, se debe tener presente que cada uno de los componentes que se requiera tiene unos requisitos de diseño.

El primer paso a la hora de diseñar una red LAN consiste en establecer y documentar los objetivos del diseño. Entre estos, generalmente suelen estar los siguientes:

- **Funcionalidad.** La red debe permitir a los usuarios satisfacer sus necesidades y proporcionar conectividad de usuario a usuario y de usuario a aplicación con velocidad y fiabilidad razonables.
- **Escalabilidad.** La red debe poder crecer sin que el diseño general quede modificado.
- **Adaptabilidad.** La red debe estar diseñada previniendo futuras tecnologías.
- **Manejabilidad.** La red debe estar diseñada para facilitar el control para garantizar la estabilidad de la operación.

Las normas o estándares para los medios de red están desarrollados y publicados por:

- El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)
- La Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA)
- La Asociación de las Industrias Electrónicas (EIA)
- Los laboratorios Underwriters (UL)

Las organizaciones EIA y TIA publican conjuntamente una lista de normas que reciben el nombre de normas TIA/EIA.

Además de estos grupos y organizaciones, las diferentes administraciones (local, regional y nacional) publican especificaciones y requisitos que pueden afectar al tipo de cable empleado en una LAN.

7.2. Consideraciones Previas

7.2.1. Cableado

La estandarización de la instalación del cableado es necesaria para asegurar un sistema de desarrollo aceptable. El cableado físico constituye uno de los componentes más importantes que hay que tener en cuenta al diseñar una red. Los temas de diseño incluyen el tipo de cable que hay que usar y la estructura general del cableado.

En nuestro diseño tendremos dos tipos de cables:

- Cable de pares:

El modo más simple y económico de todos los medios de transmisión son los cables de pares. Éstos son alambres de cobre que se utilizan para conectar computadoras además de teléfonos. Los dos tipos básicos son los simétricos y los trenzados, estos últimos tienen el beneficio de reducir interferencia e inducción electromagnética proveniente del exterior. Para evitar que los dos alambres estén en contacto, son cubiertos por un material aislante.

Existen diferentes tipos de cables de pares para diferentes propósitos y pueden conducir señales analógicas y digitales. Son usados comúnmente en la instalación de redes de área local en substitución de cables coaxiales debido a su menor costo.

Un **Cable de par trenzado** es uno de los tipos de cables de pares compuesto por hilos, normalmente de cobre, trenzados entre sí. El trenzado mantiene estable las propiedades eléctricas a lo largo de toda la longitud del cable y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes en los cables compuestos por varios pares.

Seguidamente veremos los tipos de cable trenzado que existen, de los cuales escogeremos uno para nuestro proyecto:

- UTP – Unshielded Twisted Pair:

Par trenzado no apantallado. Es un cable de pares trenzado y sin recubrimiento metálico externo. Su impedancia es de 100 Ohms. Se pueden distinguir mediante dos clasificaciones.

- **Categoría:** Especifica unas características eléctricas para el cable.
- **Clase:** Especifica las distancias permitidas, el ancho de banda conseguido y las aplicaciones para las que es útil.

En la actualidad y para uso en LAN se manejan las siguientes categorías:

Tabla 7.1. Velocidad máxima según Categorías de los cables UTP

CATEGORÍA	VELOCIDAD MÁXIMA
CAT 3	10Mbps
CAT 4	20 Mbps
CAT 5	100Mbps
CAT 5e	1Gbps

Y seguidamente veremos las distintas clases.

Tabla 7.2. Características de longitudes posibles y anchos de banda para las clases y categorías de pares trenzados.

CLASES	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
BW	100KHz	1 MHz	20 MHz	100 MHz
CAT 3	2 km	500 m	100 m	-
CAT 4	3 km	600 m	150 m	-
CAT 5	3 km	700 m	160 m	100 m

- STP – Shielded Twisted Pair:

Éste es semejante al UTP pero con el añadido de un recubrimiento metálico. Es un cable más protegido pero menos flexible. La resistencia de este tipo de cable es de 150 Ohms.

El estándar EIA/TIA 568 especifica que todo dispositivo conectado a la red deberá estar enlazado con una ubicación central mediante cableado horizontal. Esto se cumplirá para todos los hosts que estén dentro del límite de 100 metros para la UTP Ethernet categoría 5, tal y como especifican los estándares EIA/TIA 568B.

- Fibra Óptica:

Se debe utilizar cableado de Fibra Óptica para la estructura vertical de cableado (backbone).

7.2.2. Topología de la red

La forma de interconectar las estaciones de una red local, mediante un recurso de comunicación, es decir la estructura topológica de la red, es un parámetro primario que condiciona fuertemente las prestaciones que de la red pueden obtenerse.

El acierto en la elección de una u otra estructura dependerá de su adaptación en cada caso al tipo de tráfico que debe cursar y de una valoración de la importancia relativa de las prestaciones que de la red se pretende obtener.

Los elementos principales del diseño de una topología LAN pueden dividirse en tres categorías únicas del modelo de referencia OSI: la capa de red, la capa de enlace de datos y la capa física.

Existen diferentes topologías, aunque nosotros nos centraremos en dos concretamente, puesto que son las más usadas, recomendadas y estables.

La Topología en estrella y estrella extendida utiliza tecnología de acceso múltiple con detección de portadora (carrier) y detección de colisiones (CSMA/CD), que es de lejos, la configuración más extendida en la industria.

7.2.2.1. Topología en estrella

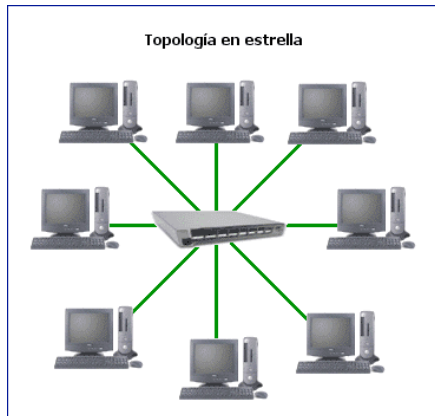
Todas las estaciones están unidas, mediante medios bidireccionales, a un módulo o nodo central que efectúa funciones de conmutación.

El nodo central asume además las labores de control y dispone de gran parte de los recursos informáticos comunes (memorias masivas, impresoras rápidas, etc.).

El nodo aísla a una estación de otra resultando una red fiable frente a averías en las estaciones. Sin embargo una avería en el nodo deja totalmente bloqueada a la red y sin posibilidad de reconfiguración.

La flexibilidad-complejidad es buena permitiendo incrementar o disminuir con sencillez el número de estaciones, ya que las modificaciones son sencillas y están todas localizadas en el nodo central. Puede sin embargo resultar costosa por la gran longitud del medio de comunicación a instalar. No permite cursar grandes flujos de tráfico, por congestionarse el nodo. El coste en longitud de las líneas y en instalación es elevado.

Figura 7.1. Topología en estrella

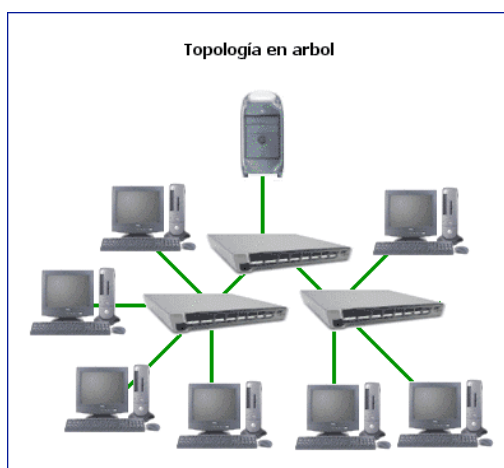


7.3.2.2. Topología en estrella extendida (árbol)

Es una extensión de la arquitectura en estrella por interconexión de varias. Permite establecer una jerarquía clasificando a las estaciones en grupos y niveles según el nodo a que están conectadas y su distancia jerárquica al nodo central.

Cuando los hosts de redes grandes están fuera de la limitación de 100 metros de cable Ethernet UTP de Categoría 5, es habitual que haya más de un recinto de cableado. Los estándares TIA/EIA 568^a especifican que los IDF deben estar conectados a los MDF por medio de cableado vertical (backbone).

Figura 7.2. Topología en estrella extendida



Esta será la topología utilizada en nuestro proyecto dada la magnitud del edificio.

7.3.3. Estándar IEEE 802.3:

Seguidamente haremos una breve introducción al estándar 802.3, que es el que se utilizará para el diseño de nuestro proyecto.

Actualmente, Ethernet e IEE 802.3 son los protocolos de red de área local (LAN) más utilizados.

El término Ethernet suele utilizarse para hacer referencia a las LAN de acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD) que se adaptan a las especificaciones Ethernet, entre las que se incluye IEE 802.3.

El término Ethernet hace referencia a la familia de implementaciones LAN que incluye estas tres categorías principales:

- **Ethernet e IEE 802.3.** Especificaciones LAN que funcionan a 109 Mbps sobre cable coaxial y par trenzado.
- **100-Mps Ethernet.** Una especificación LAN, también conocida como Fast-Ethernet, que funciona a 100 Mbps sobre cable de par trenzado.
- **Gigabit Ethernet.** Una especificación LAN, que funciona a 1000 Mbps (1Gbps) sobre cables de fibra y par trenzado.

7.3. Estructura de la Red

Ya sabemos de anteriores proyectos la estructura de nuestro hospital.

La estructura de planta la dividiremos como hemos hecho anteriormente en dos sectores, pares e impares. De este modo podremos estructurar más cómodamente la red.

7.3.1. Distribución de las tomas finales

Cada planta consta de dos sectores, como hemos comentado. Cada sector tiene tres despacho médicos y Control de Enfermería.

En el pasillo que une ambos sectores hay seis despachos más, entre ellos Secretaría de planta.

Instalaremos cinco tomas en cada despacho o estancia mencionada.

Queda lo siguiente:

Número de estancias por sector: 7

Número de tomas por estancia: 5

Número total de tomas por sector: 35

Número de plantas: 11
 Número de sectores por planta: 2
 Número total de sectores: 22
 Número total de tomas en la red: 770 tomas de red

7.3.2. Localización de servidores. Recintos de cableado

Un recinto de cableado sirve como punto central de unión para el cableado y el equipamiento utilizado para conectar dispositivos en una red de área local (LAN). Es el punto central de una topología en estrella.

Un recinto de cableado puede ser una sala o una cabina especialmente diseñadas para ello.

Una de las claves para el diseño con éxito de la red es localizar los servidores necesarios para la red. Éstos proporcionan la compartición de archivos, la impresión, la comunicación y los servicios de aplicaciones.

Los servidores deben estar colocados en el MDF (armario de distribución principal, *Main Distribution Facility*). Éste se encontrará en el recinto de cableado, situado lo más próximo al RITI del proyecto de ICT, o en su defecto, dentro de éste.

En cada planta encontraremos otro recinto o en este caso armario de dimensiones mas reducidas (INDF) donde encontraremos los elementos de distribución por planta. De aquí los cables se dirigirán directamente a las tomas finales (rosetas RJ-45)

Tabla 7.3. Dimensiones de los Recintos de Cableado

Área a Servir Edificio Normal	Dimensiones Mínimas del Cuarto de Alambrado
< 500 m ²	3.0 m. x 2.2 m.
500 m ² - 800 m ²	3.0 m. x 2.8 m.
800 m ² - 1000 m ²	3.0 m. x 3.4 m.
Área a Servir Edificio Pequeño	Utilizar para el Alambrado
< 100 m ²	Montante de pared o gabinete encerrado.
500 m ² - 800 m ²	Cuarto de 1.3 m. x 1.3 m. o Closet angosto de 0.6 m. x 2.6 m.
* Algunos equipos requieren un fondo de al menos 0.75 m.	

De la instalación de los servidores, como ya se ha comentado, no nos encargaremos.

7.3.3. Segmentación

La Segmentación es el proceso de dividir un solo dominio de colisión en dos o más dominios de colisión. Con ello obtenemos mayor ancho de banda a disposición de cada estación final.

Esto es lo que haremos cuando dividamos nuestra red en dos ramales verticales y once horizontales, como ya se ha comentado anteriormente.

7.4. Diseño

Una vez se tienen más claros algunos conceptos previos procederemos al diseño de nuestra red LAN para el edificio del Hospital General de la Vall Hebrón.

Seguidamente concretaremos algunos aspectos básicos de la red. Lo vemos en la siguiente tabla:

Tabla 7.4. Características básicas de la red

Topología	Estrella Extendida o Árbol
Cableado	Horizontal: UTP categoría 5e 1000 Mbps
	Vertical o Backbone: Fibra Óptica 1 Gbps
Estándar	Gigabit Ethernet 1000Base-T
Recintos de cableado	MDF: situado en el RITI
	IDF: uno por sector, dos por planta, situado en Control de Enfermería

7.4.1. Esquema de la red

Como hemos visto, tendremos un MDF en el RITS y dos IDF por planta, uno en cada sala de Control de Enfermería.

Dentro del MDF tendremos los servidores y los elementos centrales de distribución hacia el resto del edificio.

Del MDF saldrán 22 fibras hacia los IDF de cada planta. A esto le llamamos el *Backbone* de la red.

Dentro de cada IDF encontramos los elementos de distribución de planta, los cuales deberán de proveer 35 salidas con cable UTP categoría 5e que se dirigirán a las tomas de usuario RJ-45.

7.4.2. Elementos de la red

Seguidamente se citarán los elementos más importantes de la infraestructura de la instalación de cableado estructurado.

En este proyecto no se tendrá en cuenta ningún elemento de red como concentradores, switches o routers, dejándose esta tarea a cargo de los técnicos a cargo de la instalación y mantenimiento de la red.

En el MDF, como ya se ha dicho anteriormente saldrán 22 fibras ópticas, de modo que habrá en el un patch panel de 22 salidas (o más) con conexiones para fibra óptica.

En los IDF habrá un patch panel de 32 salidas (o más) con conexiones RJ-45, que sea capaz de recibir señal de Fibra Óptica.

Con esto y con los elementos de red necesarios, se tendrá una red de cableado estructurado que cumplirá con los requisitos del hospital actuales, pero que a su vez es ampliable añadiendo más patch panels y elementos de red, así como creando una extensión de red WIFI, como se verá más adelante.

7.4.2. Canalizaciones y accesos

Para la instalación de un sistema de cableado es preciso realizar actuaciones sobre la estructura constructiva de los distintos edificios involucrados. A continuación se indican consideraciones de carácter general para distintas situaciones posibles. En caso de disponerse de ellas, debe seguirse las especificaciones indicadas por el departamento de infraestructuras de la empresa usuaria para la realización de obras de canalización.

La norma prEN 50098-3, en fase de preparación, recomienda prácticas de instalación de cables de cobre y fibra óptica, en el momento de su finalización deberá ser exigido su cumplimiento en las instalaciones contratadas.

Cableado Interior:

Los cables interiores incluyen el cableado horizontal desde el armario repartidor de planta correspondiente hasta el área de trabajo y del cableado de distribución para la conexión de los distintos repartidores de planta.

Las principales opciones de encaminamiento para la distribución hacia el área de trabajo son:

- Falso suelo
- Suelo con canalizaciones
- Conducto en suelo
- Canaleta horizontal por pared

Con carácter general se puede decir que, en la actualidad, debido a los procedimientos de construcción existentes, las conducciones por falso techo, en sus distintas modalidades son las más frecuentemente utilizadas con respecto a cualquier otro método. No obstante, se prevé que la tendencia principal sea la utilización de suelo técnico elevado cuando se trate de nuevos edificios o de renovaciones en profundidad de edificios existentes.

En nuestro caso, el Hospital General de la Vall de Hebrón ya tiene en su totalidad una infraestructura dotada de falsos techos, de modo que lo aprovecharemos para pasar por ahí nuestro cableado. En caso de tener falso suelo en alguna zona, las canalizaciones pasaran por donde resulte más fácil. Al llegar a las estancias en las que se de el servicio de cableado, los cables irán por canaletas horizontales en la pared.

8. Otras Propuestas

8.1. Redes de Área Local Inalámbricas - IEEE 802.11

Una buena alternativa al proyecto de cableado estructurado es la de realizar una red de área local inalámbrica (WIFI) mediante el estándar IEEE 802.11x.

La principal ventaja que se encuentra es la de un ahorro muy considerable de infraestructura con respecto a las LAN convencionales.

Como desventajas, tendremos menos capacidad y posiblemente se originaran interferencias.

Veamos seguidamente un poco más sobre las llamadas WLAN.

8.1.1. Introducción

Por red inalámbrica o WLAN (Wireless LAN) entendemos una red que utiliza ondas electromagnéticas como medio de transmisión de la información que viaja a través del canal inalámbrico enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red.

Estos enlaces se implementan básicamente a través de tecnologías de microondas y de infrarrojos.

En las redes tradicionales cableadas esta información viaja a través de cables coaxiales, pares trenzados o fibra óptica.

Una red de área local inalámbrica, también llamada wireless LAN (WLAN), es un sistema flexible de comunicaciones que puede implementarse como una extensión o directamente como una alternativa a una red cableada.

Este tipo de redes utiliza tecnología de radiofrecuencia minimizando así la necesidad de conexiones cableadas. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado.

Las aplicaciones más típicas de las redes de área local que podemos encontrar actualmente son las siguientes:

- Implementación de redes de área local en edificios históricos, de difícil acceso y en general en entornos donde la solución cableada es inviable.
- Posibilidad de reconfiguración de la topología de la red sin añadir costes adicionales. Esta solución es muy típica en entornos cambiantes que necesitan una estructura de red flexible que se adapte a estos cambios.
- Redes locales para situaciones de emergencia o congestión de la red cableada.
- Estas redes permiten el acceso a la información mientras el usuario se encuentra en movimiento. Habitualmente esta solución es requerida en hospitales, fábricas, almacenes...
- Generación de grupos de trabajo eventuales y reuniones ad-hoc. En estos casos no valdría la pena instalar una red cableada. Con la solución inalámbrica es viable implementar una red de área local aunque sea para un plazo corto de tiempo.

- En ambientes industriales con severas condiciones ambientales este tipo de redes sirve para interconectar diferentes dispositivos y máquinas.
- Interconexión de redes de área local que se encuentran en lugares físicos distintos. Por ejemplo, se puede utilizar una red de área local inalámbrica para interconectar dos o más redes de área local cableadas situadas en dos edificios distintos.

8.1.2. Tecnologías Utilizadas en las Redes Inalámbricas

8.1.2.1. Tecnologías de espectro ensanchado

La tecnología de espectro ensanchado consiste en difundir la señal de información a lo largo del ancho de banda disponible, es decir, en vez de concentrar la energía de las señales alrededor de una portadora concreta lo que se hace es repartirla por toda la banda disponible. Este ancho de banda total se comparte con el resto de usuarios que trabajan en la misma banda frecuencial.

Existen dos tipos de tecnologías de espectro ensanchado:

- Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)
- Espectro Ensanchado por Salto en Frecuencia (FHSS)

Veámoslas con más detalle:

- Tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS)

Esta técnica consiste en la generación de un patrón de bits redundante llamado señal de chip para cada uno de los bits que componen la señal de información y la posterior modulación de la señal resultante mediante una portadora de RF. En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la señal de información original.

La secuencia de bits utilizada para modular cada uno de los bits de información es la llamada secuencia de Barker.

DSSS tiene definidos dos tipos de modulaciones a aplicar a la señal de información una vez se sobrepone la señal de chip tal y como especifica el estándar IEEE 802.11: la modulación DBPSK, Differential Binary Phase Shift Keying y la modulación DQPSK, Differential Quadrature Phase Shift Keying.

En el caso de Estados Unidos y de Europa la tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa, DSSS, opera en el rango que va desde los 2.4 GHz hasta los 2.4835 GHz, es decir, con un ancho de banda total disponible de 83.5 MHz.

Este ancho de banda total se divide en un total de 14 canales con un ancho de banda por canal de 5 MHz de los cuales cada país utiliza un subconjunto de los mismos según las normas reguladoras para cada caso particular. En el caso de España se utilizan los canales 10 y 11 ubicados en una frecuencia central de 2.457 GHz y 2.462 GHz respectivamente.

En topologías de red que contengan varias celdas, ya sean solapadas o adyacentes, los canales pueden operar simultáneamente sin apreciarse interferencias en el sistema si la separación entre las frecuencias centrales es como mínimo de 30 MHz.

Esto significa que de los 83.5 MHz de ancho de banda total disponible podemos obtener un total de 3 canales independientes que pueden operar simultáneamente en una determinada zona geográfica sin que aparezcan interferencias en un canal procedentes de los otros dos canales.

Esta independencia entre canales nos permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal con el número de puntos de acceso operando en un canal que no se esté utilizando y hasta un máximo de tres canales. En el caso de España esta extensión de capacidad no es posible debido a que no existe el ancho de banda mínimo requerido (la información sobre la distribución de las frecuencias en distintas regiones del mundo se encuentra disponible en el estándar IEEE 802.11).

- Tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS)

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada *dwell time* y inferior a 400 ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo.

Cada una de las transmisiones a una frecuencia concreta se realiza utilizando una portadora de banda estrecha que va cambiando (saltando) a lo largo del tiempo. Este procedimiento equivale a realizar una partición de la información en el dominio temporal.

El orden en los saltos en frecuencia que el emisor debe realizar viene determinado según una secuencia pseudo aleatoria que se encuentra definida en unas tablas que tanto el emisor como el receptor deben conocer. La ventaja de estos sistemas frente a los sistemas DSSS es que con esta tecnología podemos tener mas de un punto de acceso en la misma zona geográfica sin que existan interferencias si se cumple que dos comunicaciones distintas no utilizan la misma frecuencia portadora en un mismo instante de tiempo.

Si se mantiene una correcta sincronización de estos saltos entre los dos extremos de la comunicación el efecto global es que aunque vamos cambiando de canal físico con el tiempo se mantiene un único canal lógico a través del cual se desarrolla la comunicación.

Para un usuario externo a la comunicación la recepción de una señal FHSS equivale a la recepción de ruido impulsivo de corta duración.

El estándar IEEE 802.11 describe esta tecnología mediante la modulación en frecuencia FSK, Frequency Shift Keying.

8.1.3. Configuraciones WLAN

8.1.3.1. Peer to Peer o redes ad-hoc

La configuración más básica es la llamada de igual a igual o ad-hoc y consiste en una red de dos terminales móviles equipados con la correspondiente tarjeta adaptadora para comunicaciones inalámbricas. Para que la comunicación entre estas dos estaciones sea posible hace falta que se vean mutuamente de manera directa, es decir, que cada una de ellas esté en el rango de cobertura radioeléctrica de la otra. Las redes de tipo ad-hoc son muy sencillas de implementar i no requieren ningún tipo de gestión administrativa.

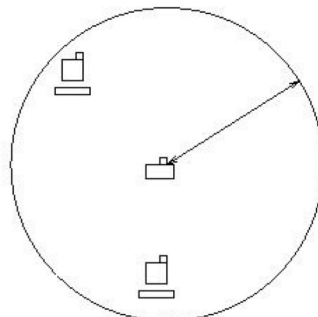
8.1.3.2. Punto de Acceso

Para aumentar el alcance de una red del tipo anterior hace falta la instalación de un punto de acceso. Con este nuevo elemento doblamos el alcance de la red inalámbrica (ahora la distancia máxima permitida no es entre estaciones, sino entre cada estación y el punto de acceso). Además, los puntos de acceso se pueden conectar a otras redes, y en particular a una red fija, con lo cual un usuario puede tener acceso desde su terminal móvil a otros recursos.

Estas configuraciones utilizan el **concepto de celda**, ya utilizado en otras comunicaciones inalámbricas, como la telefonía móvil. Una *celda* podría entenderse como el área en el que una señal radioeléctrica es efectiva. A pesar de que en el caso de las redes inalámbricas esta celda suele tener un tamaño reducido, mediante el uso de varias fuentes de emisión es posible combinar las celdas de estas señales para cubrir de forma casi total un área más extensa.

Para dar cobertura en una zona determinada habrá que instalar varios puntos de acceso de tal manera que podamos cubrir la superficie necesaria con las celdas de cobertura que proporciona cada punto de acceso y ligeramente solapadas para permitir el paso de una celda a otra sin perder la comunicación.

Figura 8.1. Esquema Simple de una red con Punto de Acceso



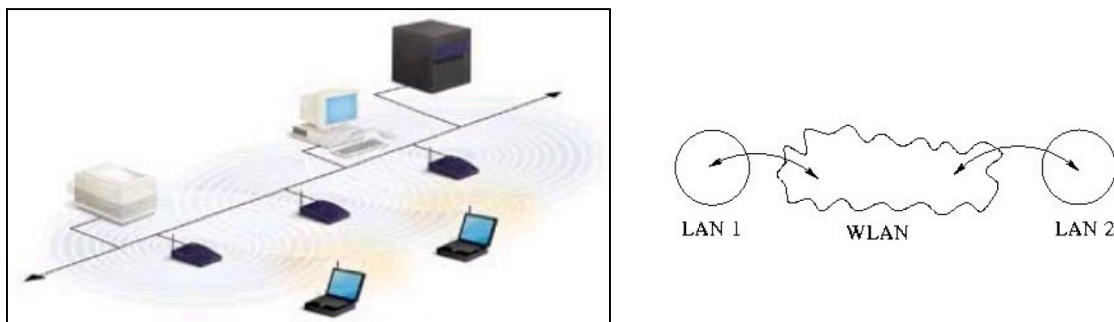
8.1.4. Enlace entre varias LAN

Las posibilidades de las redes inalámbricas pueden verse ampliadas gracias a la interconexión con otras redes, sobre todo con redes no inalámbricas. De esta forma los recursos disponibles en ambas redes se amplían.

Mediante el uso de antenas (direccionales o omnidireccionales) es posible conectar dos redes separadas por varios cientos de metros, como por ejemplo dos redes locales situadas en dos edificios distintos.

De esta forma, una LAN no inalámbrica se beneficia de la tecnología inalámbrica para realizar interconexiones con otras redes, que de otra forma serían más costosas, o simplemente imposibles

Figuras 8.2. y 8.3. Interconexión de redes



8.1.5. Aspectos técnicos

Seguidamente se mostrarán las diferentes tecnologías existentes de WLAN, tecnología inalámbrica estandarizada por el IEEE, de manera cronológica respecto a su surgimiento:

8.1.5.1. IEEE 802.11b

En 1997, se publicó el primer estándar, el 802.11b. La banda de trabajo no necesita licencia, y se encuentra entorno a los 2,4 GHz.

Utiliza la modulación *DSSS* ('Direct Sequence Spread Spectrum') y permite velocidades de 1, 2, 5.5 y 11 Mbps.

Esta característica, llamada *DRS* ("*Dynamic Rate Shifting*"), permite a los adaptadores de red reducir las velocidades para compensar los posibles problemas de recepción. Además, permite 3 canales sin solapamiento.

Por último, el radio de cobertura depende de las velocidades aplicadas, del número de usuarios y del entorno (obstáculos, materiales,..).

Tabla 8.1. Coberturas aproximadas 802.11b

802.11b	Cobertura (a 1 Mbps)	Cobertura (a 11 Mbps)
Espacios interiores	90 m	30 m
Espacios exteriores	460 m	120 m

8.1.5.2. IEEE 802.11a

En 1999, el IEEE publicó el estándar 802.11a.

La diferencia principal es que trabaja en la banda de frecuencias de 5 GHz y utiliza la modulación OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing), técnica que distribuye los datos en múltiples subportadoras (52 en este estándar).

De esta forma, soporta hasta 8 canales sin solapamiento, y permite velocidades de hasta 54 Mbps. Su principal limitación es que no es compatible con su predecesor (802.11a) debido al cambio de frecuencia, si bien algunos puntos de acceso soportan ambos estándares. Por último, el radio de cobertura es inferior.

Tabla 8.2. Coberturas aproximadas 802.11a

802.11a	Cobertura (a 6 Mbps)	Cobertura (a 54 Mbps)
Espacios interiores	90 m	12 m
Espacios exteriores	300 m	30 m

8.1.5.3. IEEE 802.11g

En 2003 se publicó el estándar 802.11g. Trabaja en la banda libre de los 2,4 GHz. Es compatible con las 2 versiones anteriores, y soporta las modulaciones DSSS y OFDM. Tiene un ancho de banda de 54 Mbps y soporta 3 canales simultáneos. Las coberturas son semejantes a las del 802.11a.

Tabla 8.3. Características de IEE 802.11x

Estándar	802.11b	802.11a	802.11g
Lanzamiento	1997	1999	2003
Banda Frecuencial	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz
BW	≤ 11 Mbps	≤ 54 Mbps	≤54 Mbps
Cobertura máx.	90 m (int) 460 m (ext)	90 m (int) 300 m (ext)	90 m (int) 300 m (ext)
Modulación	DSSS	OFDM	OFDM/DSSS
Nº Canales no solapados	3	8	3

8.1.6. Ventajas y limitaciones

8.1.6.1. Ventajas

Sus ventajas principales son las siguientes:

- No es necesario que haya visibilidad directa.
- Está estandarizada: los precios son bajos y disminuyen continuamente.
- Permite velocidades de hasta 54 Mbps.

8.1.6.1. Limitaciones

Sus principales limitaciones son:

- Tiene problemas de seguridad.
- La velocidad depende del número de usuarios, de la distancia al punto de acceso y del entorno (materiales, obstáculos,..)
- Interferencias con otras redes WIFI, y tecnologías como el Bluetooth.
- Crecimiento descontrolado de las redes WIFI.

8.1.7. Implementación en Vall Hebrón

En nuestro proyecto existen diversas posibilidades de implantación de la tecnología inalámbrica WIFI, aunque siempre utilizaríamos el estándar IEEE 802.11g.

Como opción más recomendable por ser más interesante, sería utilizarla como complemento de la red de cableado estructurado para ampliar ésta y dotarla de más flexibilidad y agilidad.

De esta forma, el personal sanitario se podría conectar a la red LAN en casi cualquier punto del hospital que les fuera necesario. Esto lo podrían hacer mediante Ordenadores Portátiles o hasta con agendas personales o PDA's, de modo que, por citar un ejemplo, un médico podría tomar anotación de alguna visita con su agenda personal y actualizar en tiempo real la base de datos del Hospital.

Otra ventaja de su uso es que la red LAN puede tener la necesidad de extenderse a otras zonas del hospital por la realización de rehabilitaciones u obras, de modo que no sería necesario tirar cables hasta esa nueva zona, ya que simplemente se podría colocar un punto de acceso que nos serviría como repetidor para esa zona.

Una opción no tan recomendable sería sustituir completamente la red de cableado estructurado existente por una red inalámbrica de área local (WLAN). Esta opción es muy cómoda, ya que tendríamos todas las ventajas de una red WIFI sin tener que desplegar ninguna infraestructura de cableado estructurado. Como contrapunto, una red Wireless en un Hospital como único soporte no sería nada estable, seguro ni fiable.

8.2. VoIP (Voice over Internet Protocol)

8.2.1. Introducción

La telefonía Internet, también conocida como voz IP o telefonía IP, es el envío, en tiempo real, de voz entre dos o más participantes a través de redes, usando los protocolos de Internet, así como el intercambio de información requerido para controlar dicho envío.

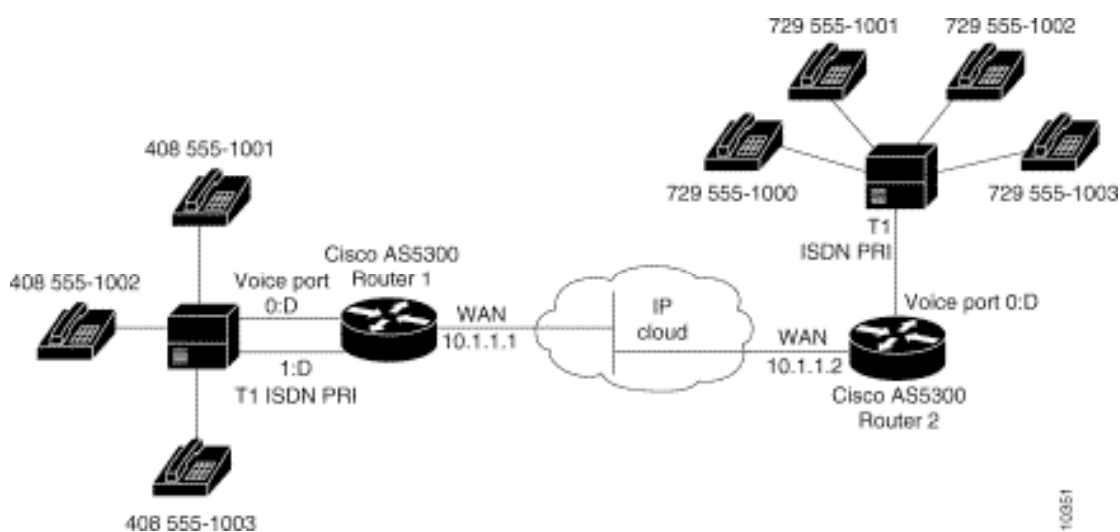
Si en el hospital se dispone de una red de cableado estructurado con un ancho de banda bastante grande, se puede pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre los distintos departamentos (“servicios”) del Hospital.

Las ventajas que se obtendrían al utilizar la red para transmitir tanto la voz como los datos son las siguientes:

- Ahorro de costes de comunicaciones ya que las llamadas entre los distintos servicios del hospital serán gratis.
- Integración de servicios y unificación de estructura.

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y frame-relay) para la transmisión del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas.

Figura 8.4. Ejemplo de red VoIP (CISCO)



8.2.2. Estándares

8.2.2.1. Direccionamiento

- RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper.
- DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

8.2.2.2. Señalización

- Q.931 Señalización inicial de llamada
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz
- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz

8.2.2.3. Compresión de Voz

- Requeridos: G.711 y G.723(Multirate Coder)
- Opcionales: G.728(LD-CELP), G.729(CS-ACELP) y G.722

8.2.2.4. Transmisión de Voz

- UDP. La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
- RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

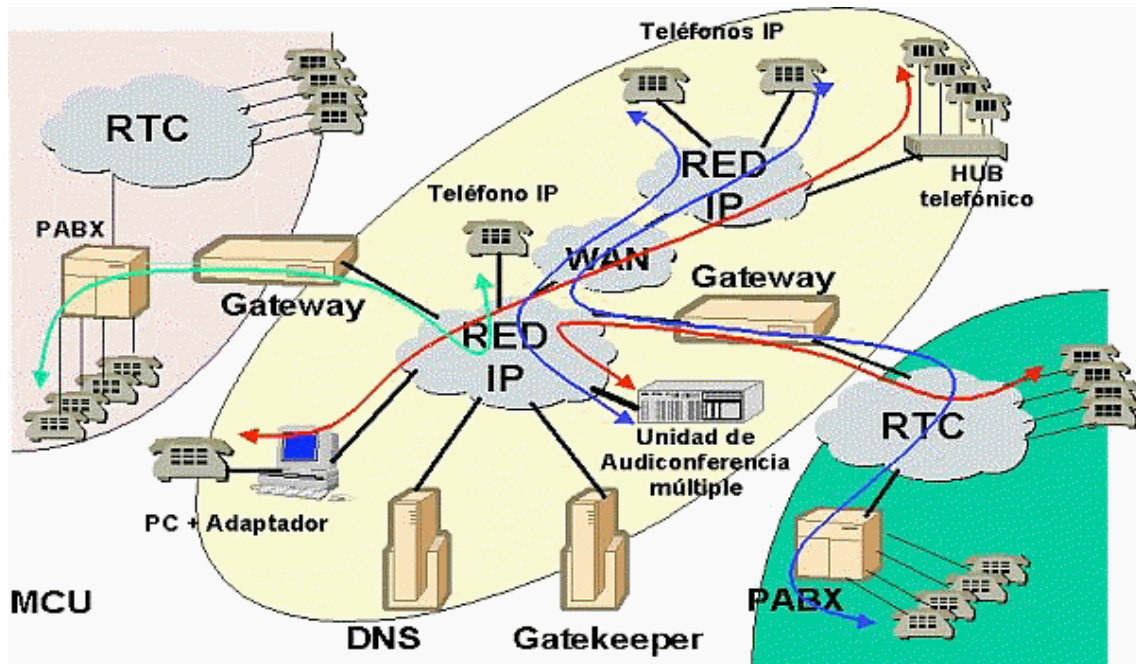
8.2.3. Elementos VoIP

Actualmente se parte de una serie de elementos ya disponibles en el mercado y que, según diferentes diseños, permitirán construir las aplicaciones VoIP.

Estos elementos son:

- Teléfonos IP.
- Adaptadores para PC.
- Hubs Telefónicos.
- Gateways (pasarelas RTC / IP).
- Gatekeeper.
- Unidades de audioconferencia múltiple. (MCU Voz)

Figura 8.5. Esquema / Elementos red VoIP



8.1.4. Conclusiones

VoIP sería una buena alternativa a la telefonía corporativa si ya se tiene una red de cableado estructurado rápida y fiable y se quiere evitar un despliegue de cableado telefónico.

Si ya se tiene una red de cableado telefónico se podría utilizar como complemento o como prueba para su implantación en un futuro próximo.

9. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

9.1. Introducción

La Seguridad de los productos industriales se ha convertido en una pieza clave en el contexto tecnológico-mercantil de las sociedades avanzadas.

Por fortuna, el nivel de seguridad que estos productos demuestran es ciertamente elevado. Mantener este nivel de seguridad es una tarea indispensable y permanente y más compleja de lo que a primera vista pudiera parecer, ya que se comercializan continuamente nuevos productos, se aplican tecnologías novedosas.

La Unión Europea presta especial atención a este tema de la seguridad de los productos industriales.

Se define compatibilidad electromagnética (EMC) como el estudio de todos los fenómenos de generación, propagación, y captación de interferencias electromagnéticas.

Según la Directiva de EMC 89/336/CEE, se utiliza el término EMC como la capacidad de un equipo para funcionar satisfactoriamente en un ambiente electromagnético, sin introducir perturbaciones intolerables en ese ambiente y soportar las producidas por otros equipos.

Este segundo aspecto se conoce como susceptibilidad electromagnética (EMS, Electromagnetic Susceptibility) o propensión de un dispositivo o equipo a ser afectado por interferencias electromagnéticas.

El principal objetivo de la Directiva de EMC es garantizar la libre circulación de aparatos en el territorio Europeo y crear un ambiente EMC aceptable.

El nivel de protección requerido está más ampliamente especificado en la Directiva de EMC mediante objetivos de protección en el campo de la compatibilidad electromagnética.

Los principales objetivos son:

- Asegurar que dispositivos, aparatos y sistemas, así como servicios de radiocomunicación cuyo funcionamiento pudiera ser afectado por perturbaciones electromagnéticas causadas por aparatos eléctricos o electrónicos, estén adecuadamente protegidos frente a tales perturbaciones.
- Asegurar que los aparatos tengan un adecuado nivel de inmunidad intrínseca a las perturbaciones electromagnéticas de manera que puedan funcionar de acuerdo con su propósito.

Para lograr estos objetivos, la directiva de EMC establece requisitos de protección y procedimientos bajo los cuales el fabricante pueda evaluar por sí mismo sus aparatos en relación a esos requisitos o los pueda hacer evaluar por terceras partes.

La Directiva de EMC describe sólo requisitos de protección en sus líneas generales.

Los aparatos eléctricos y electrónicos que cumplan las disposiciones de la Directiva de EMC pueden ser puestos en el mercado del territorio europeo, tener libre circulación y ser utilizados según su diseño y función en el entorno EMC previsto, siendo marcados por las siglas “CE”

9.2. Mecanismos de acoplamiento de interferencias

Definimos Interferencia Electromagnética (EMI) como una señal de tipo electromagnético que perturba no intencionadamente el normal funcionamiento de un sistema eléctrico o electrónico, afectando a las magnitudes eléctricas o magnéticas (tensión, corriente o campos electromagnéticos) de sus circuitos, aunque no lleguen a apreciarse sus efectos externamente. Son excepciones la distorsión provocada por la alinealidad de los circuitos y el ruido de los componentes.

En todo fenómeno EMI existe una fuente de interferencias, un camino de acoplamiento y un circuito receptor de interferencias o circuito víctima.

Según la naturaleza del camino de acoplamiento, podemos clasificar las interferencias electromagnéticas en:

- Interferencias conducidas.
- Interferencias por acoplamiento capacitivo.
- Interferencias por acoplamiento inductivo (diafonía inductiva).
- Interferencias radiadas.

9.2.1. EMI Conducidas

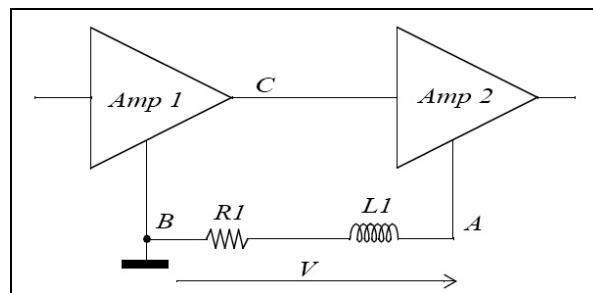
Reciben también el nombre de interferencias acopladas por impedancia común.

El camino es una impedancia común a los circuitos emisor y receptor (componentes electrónicos, cables de alimentación o de señal, cables de protección, pantallas, chasis metálicos, etc). Es decir, la interferencia se propaga por cualquier medio excepto por radiación.

Los materiales aislantes también pueden propagar una señal eléctrica y por tanto ser un camino de acoplamiento de interferencias.

Un ejemplo muy claro de interferencias conducidas lo constituyen las conexiones a masa en serie.

Figura 9.1. Ejemplo de EMI conducida



Es importante, en cualquier sistema electrónico, minimizar la longitud de las conexiones a masa. Es también importante utilizar una topología de conexión a masa adecuada.

Si disponemos de un adecuado plano de masa, cada integrado se conectará directamente a él mediante conexiones cortas (típicamente no mayores de un par de milímetros), lo que reduce la impedancia de las líneas y evitar que la corriente de retorno de un circuito produzca interferencias en otro.

9.2.2. EMI por acoplamiento capacitivo

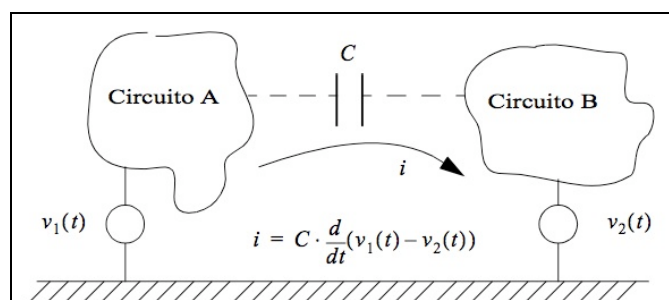
Cuando existe una diferencia de potencial entre dos conductores separados una cierta distancia (uno es la fuente de interferencias y el otro es el receptor de interferencias, también llamado circuito víctima), se forma un condensador. Este condensador no es un elemento concentrado (como un componente electrónico) sino que se trata de una capacidad distribuida. A esta capacidad distribuida se le denomina capacidad parásita.

Si la diferencia de potencial es variable, circula una corriente inducida en el circuito cerrado por la capacidad parásita, que es directamente proporcional al valor de esta capacidad y a la variación de la diferencia de tensión con el tiempo.

Podemos distinguir dos casos prácticos de acoplamiento capacitivo:

- Acoplamiento entre un circuito y un chasis o plano de masa.
- Acoplamiento entre cables o pistas de circuito impreso, fenómeno denominado diafonía capacitiva.

Figura 9.2. Ejemplo de EMI capacitiva

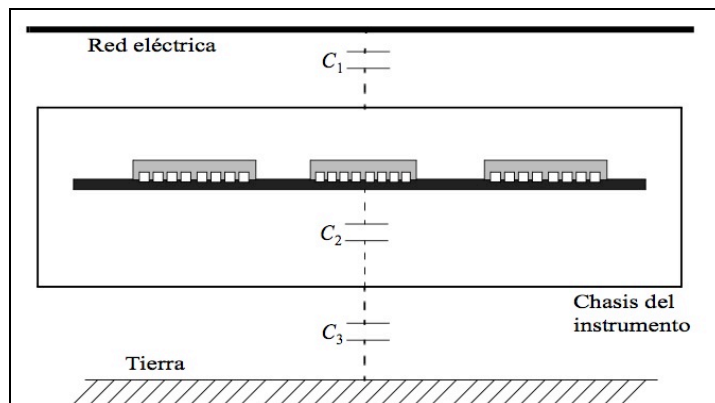


9.2.2.1. Acoplamiento entre un circuito y un chasis o plano de masa

Si un circuito (por ejemplo, una placa de circuito impreso) no está directamente conectado a tierra o a un plano de masa cercano, se producirá un acoplamiento capacitivo entre ambos.

Este acoplamiento puede reducirse disminuyendo la capacidad parásita o disminuyendo las variaciones de la diferencia de potencial entre el circuito y el plano de masa o tierra. Por ejemplo, conectando el circuito al chasis, plano de masa o tierra.

Figura 9.3. Acoplamiento red eléctrica-circuito-tierra



En el circuito de la figura 9.3 se recoge el caso de un equipo electrónico con carcasa metálica aislada de tierra y del circuito al que protege. Si utilizamos el equipo dentro de un edificio, observaremos que se produce un acoplamiento capacitivo entre los conductores de la red de distribución eléctrica del edificio y la carcasa (C_1) y entre ésta y tierra (C_3).

Adicionalmente, entre la carcasa y el circuito interno aparece otra capacidad parásita C_2 . El resultado es una interferencia de 50 Hz en diversos puntos del circuito.

Para eliminar estas capacidades parásitas podemos tomar las siguientes medidas:

- C_2 se elimina al conectar la masa del instrumento a su chasis.
- C_3 se elimina al conectar el chasis del instrumento a tierra.
- C_1 deja de afectar al instrumento al conectar el chasis del instrumento a tierra, ya que en este caso el chasis actúa como una pantalla electrostática.

Un instrumento referido a masa resuelve el problema conectando el chasis y la masa del circuito interno a tierra. En este caso el chasis actúa como una pantalla electrostática y protege al circuito de campos eléctricos externos.

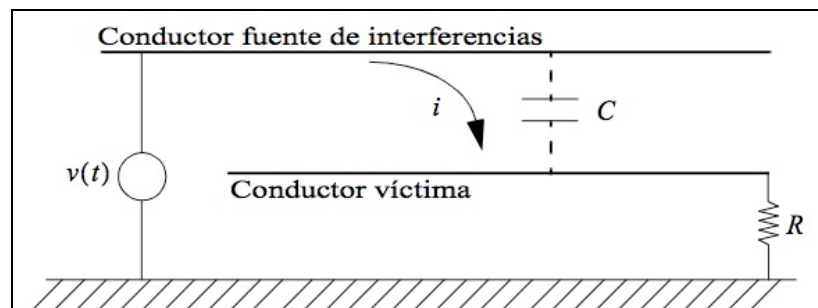
9.2.3. Diafonía capacitiva

Este fenómeno, denominado *capacitive crosstalk* o *cross coupling*, consiste en la transferencia de energía electromagnética por acoplamiento capacitivo entre dos conductores entre los que existe una diferencia de potencial variable.

Para simplificar el problema podemos suponer que un conductor va a actuar como fuente de interferencias (existe una diferencia de potencial variable entre éste y un plano de masa o tierra) y el otro conductor va a ser el receptor de la interferencia (Figura 9.4.).

Se inducirá una corriente proporcional a la capacidad de acoplamiento entre los conductores y a la velocidad de variación de la diferencia de tensión entre ambos. Esta corriente circulará por la resistencia R , dando lugar a una tensión acoplada en el conductor receptor de interferencias.

Figura 9.4. Diafonía Capacitiva



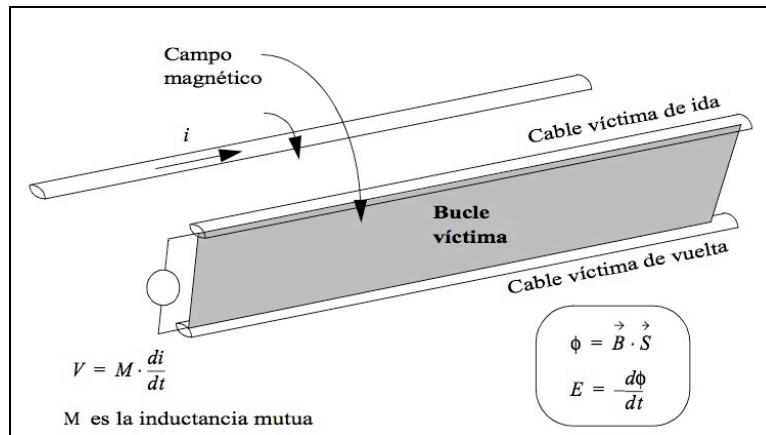
Solución: situar condensadores de desacoplo del valor adecuado en los puntos sensibles del circuito, así como disponer de un adecuado plano de masa en el sistema, que ayudan a reducir el efecto de los acoplamientos capacitivos debido a los filtros paso bajo RC así formados.

En una placa de circuito impreso, el mejor modo de reducir la diafonía capacitiva es aumentar la separación entre pistas hasta un valor de al menos el doble de la anchura de las pistas y evitar tramos largos de pistas paralelas.

9.2.4. EMI por acoplamiento inductivo

Este fenómeno recibe también el nombre de diafonía inductiva. Consiste en la aparición de una diferencia de potencial en bucles cercanos a un conductor por el que circula una corriente variable. La diafonía es nula en corriente continua.

Figura 9.5. Diafonía Inductiva



La tensión generada es menor cuanto más pequeña sea la variación de la corriente que produce la interferencia y cuanto más pequeño sea el área del bucle víctima.

La diafonía inductiva es más grave cuando afecta a circuitos de baja impedancia (al contrario de lo que ocurría con la diafonía capacitiva).

Un cable plano supone el caso más desfavorable de diafonía inductiva, debido a que:

- Hay varios conductores paralelos de gran longitud.
- Hay generalmente una única línea de masa.

Esto implica la existencia de grandes bucles de masa y coeficientes de inductancia mutua elevados.

La diafonía puede reducirse de tres maneras:

- Disminuyendo el área del bucle (por ejemplo, utilizando cables cortos o trenzando líneas de señal con líneas de masa).
- Disminuyendo el coeficiente de acoplamiento entre hilos (intercalando líneas de señal y de masa en el cable, apantallando el cable o situando un plano de masa bajo el cable).
- Reduciendo la velocidad de variación de la señal interferente.

9.2.5. EMI radiadas

Cerca de los conductores que los generan, los campos están determinados por las características de las fuentes emisoras.

Es decir, que una fuente que da lugar a una diferencia de tensión elevada y una corriente pequeña producirá en sus inmediaciones un campo predominantemente eléctrico.

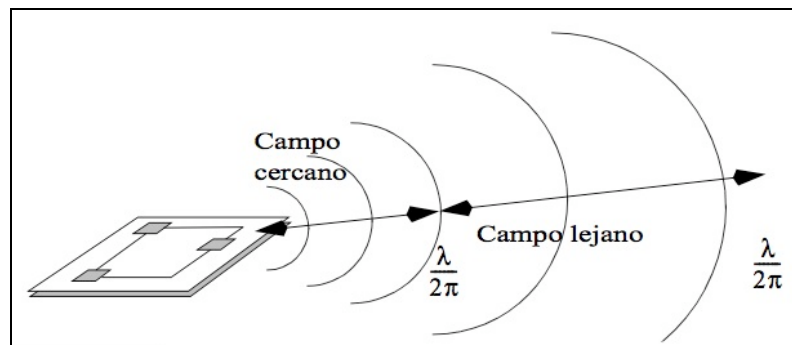
En cambio, una fuente que genera una elevada corriente pero una diferencia de tensión pequeña dará lugar a un campo predominantemente magnético. Hablamos entonces de acoplamiento por campo eléctrico o por campo magnético y de EMI acopladas capacitiva o inductivamente.

Si nos alejamos lo suficiente de las fuentes, las características del campo están determinadas únicamente por el medio de propagación. Esto quiere decir que la relación entre la intensidad de campo eléctrico y de campo magnético es fija y no depende de la naturaleza de la fuente.

Hablamos entonces de acoplamiento por campo electromagnético o EMI radiadas.

Distinguimos entre campo cercano (donde los mecanismos de acoplamiento son el capacitivo y el inductivo) y campo lejano, donde el mecanismo de acoplamiento es mediante radiación electromagnética (y hablamos de EMI radiadas).

Figura 9.6. Campo cercano / Campo Lejano

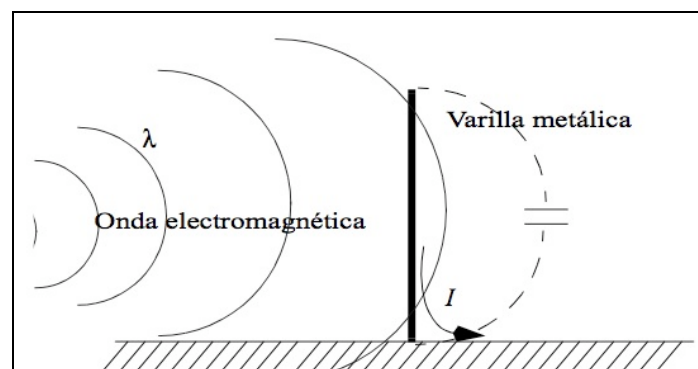


En campo lejano, la relación entre la intensidad de campo eléctrico E y la intensidad de campo magnético H coincide con la impedancia característica del medio. En el aire se cumple que la intensidad de campo eléctrico es 377 veces mayor que la de campo magnético y decimos que la impedancia característica del medio es de 377Ω .

9.2.5.1. EMI radiadas: acoplamiento por campo eléctrico

Un campo electromagnético produce una corriente inducida en un conductor. El circuito eléctrico se cierra a través de la capacidad entre los extremos del conductor.

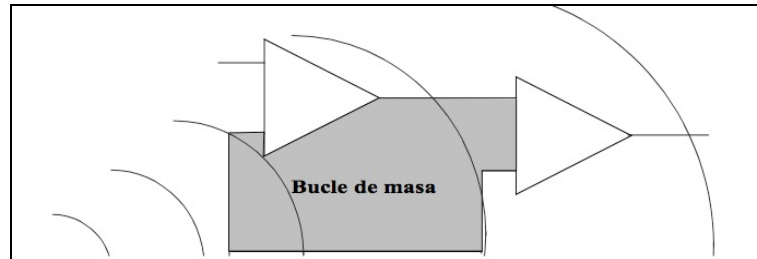
Figura 9.7. Acoplamiento por campo eléctrico



9.2.5.2. EMI radiadas: acoplamiento por campo magnético

Un campo magnético variable induce una tensión en una espira (un bucle). La expresión para la tensión acoplada (U) que aparece en la figura 4-15. es válida para frecuencias inferiores a $\frac{1}{2\pi r}$, donde c es la velocidad de la luz y r es la dimensión mayor del bucle.

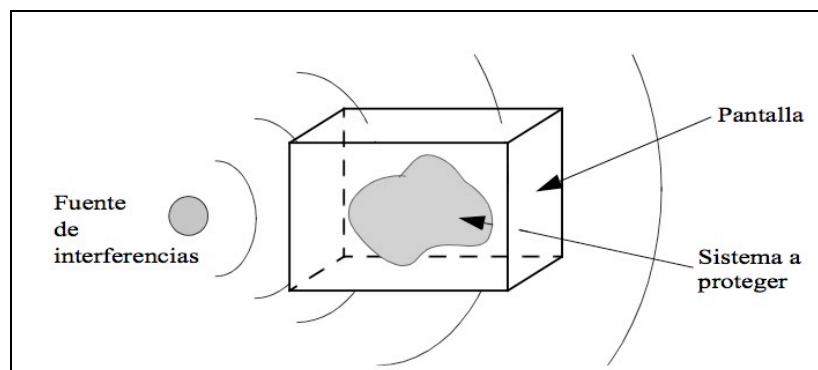
Figura 9.8. Acoplamiento por campo magnético



9.3. Blindaje o Apantallamiento

Un blindaje o pantalla es una superficie metálica conductora que rodea un sistema electrónico y cuya función es impedir la propagación de campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos desde el exterior hacia el interior del dispositivo o desde el interior del dispositivo hacia el exterior.

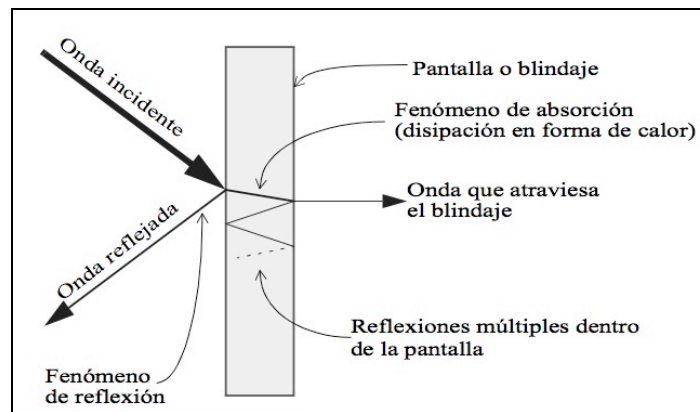
Figura 9.9. Blindaje o Apantallamiento



El blindaje puede tomar la forma de caja metálica, pintura conductora, láminas conductoras, etc.

Un blindaje impide la propagación de campos electromagnéticos gracias a dos efectos: reflexión y absorción. Cuando el espesor de la pantalla es menor que la profundidad de penetración (concepto que definiremos más adelante), hay que tener en cuenta también las múltiples reflexiones que tienen lugar dentro del blindaje.

Figura 9.10. Reflexión y absorción en un apantallamiento



9.3.1. Fenómeno de reflexión

Al llegar a la pared exterior del blindaje, el campo (eléctrico, magnético o electromagnético) se encuentra con un cambio brusco de impedancia y parte de él es reflejado y no atraviesa el blindaje.

La impedancia de onda dependerá de si estamos en campo cercano o lejano.

- Para **campo lejano**, Z_w (impedancia de onda) $\gg Z_m$ (impedancia característica), y el coeficiente de reflexión es muy alto (cercano a la unidad), de modo que cualquier pantalla metálica, por delgada que sea, proporcionará una buena protección.
- Para **campo magnético cercano** el coeficiente de reflexión es pequeño y una parte significativa de la energía de la onda penetra en el blindaje.

9.3.2. Fenómeno de absorción

Cuando una onda electromagnética penetra en el blindaje, parte de la energía es disipada en forma de calor por efecto Joule sobre las corrientes inducidas en el material del blindaje. La disminución de la amplitud de los campos E, H en función de la distancia sigue una función exponencial decreciente:

$$E(x) = E_o \cdot e^{-(x \cdot \sqrt{\sigma\pi\mu f})} = E_o \cdot e^{-x/\delta} \quad (4.19)$$

$$H(x) = H_o \cdot e^{-(x \cdot \sqrt{\sigma\pi\mu f})} = H_o \cdot e^{-x/\delta} \quad (4.20)$$

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\sigma\pi\mu f}} \quad (4.21)$$

La profundidad de penetración se calcula mediante la expresión 4.21 y es la distancia desde la superficie a la que la onda es atenuada 1/e veces, es decir, 8,7 dB en potencia. Por ejemplo, para el cobre, a 1 MHz, es de 8 μ m.

Las pérdidas por absorción son iguales para campos cercanos y lejanos y, al contrario que en el fenómeno de reflexión, aumentan con la frecuencia.

9.3.3. Efectividad de los Blindajes

Un blindaje, para ser efectivo contra **campos eléctricos**, debe tener una alta conductividad (σ) para que las pérdidas por reflexión sean altas (cobre, cromo o aluminio).

Para ser efectivo contra **campos magnéticos**, el blindaje no necesita estar conectado a una referencia de potencial estable. Sin embargo, sí debe tener una alta permeabilidad (μ) para que las pérdidas por absorción sean altas (por ejemplo, mediante materiales ferromagnéticos como el hierro o el acero).

9.3.4. Pantallas electrostáticas

El fenómeno de reflexión permite atenuar los campos eléctricos, pero es un fenómeno que tiene una fuerte dependencia con la frecuencia y a bajas frecuencias la atenuación es prácticamente nula.

A bajas frecuencias, la atenuación del campo eléctrico se basa en un fenómeno electrostática.

Si encerramos al circuito a proteger dentro de una carcasa conductora cerrada, en virtud de la ley de Gauss los campos eléctricos externos estáticos o cuasi-estáticos no afectan al circuito a proteger. Si además conectamos la pantalla a tierra, las cargas inducidas en el blindaje por efecto de los campos eléctricos internos estáticos o cuasi-estáticos son drenadas a tierra, evitando así que los campos internos se propaguen al exterior.

Una pantalla electrostática es, entonces, un conductor cerrado que rodea al circuito a proteger y que puede ir conectada a tierra o no. Una pantalla electrostática basa su funcionamiento en una correcta predistribución de cargas, fenómeno que sólo se realiza correctamente a muy bajas frecuencias debido a la velocidad finita de los portadores de carga dentro de la pantalla.

9.3.5. Conexión del blindaje en cables apantallados

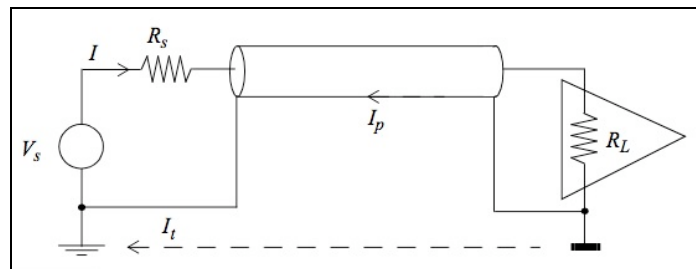
Cualquier sistema de medida requiere un medio de transmisión, normalmente un par de cables. Este par de cables puede estar trenzado y/o apantallado según el grado deseado de protección frente a interferencias acopladas y radiadas.

La protección frente a interferencias conducidas se llevará a cabo mediante filtrado y una correcta planificación de las conexiones a masa, a fin de minimizar en lo posible la problemática producida por los denominados bucles de masa.

En general, la impedancia del circuito a través de tierra no está definida, por lo que a priori no podemos decir si la corriente retornará por la pantalla o por tierra.

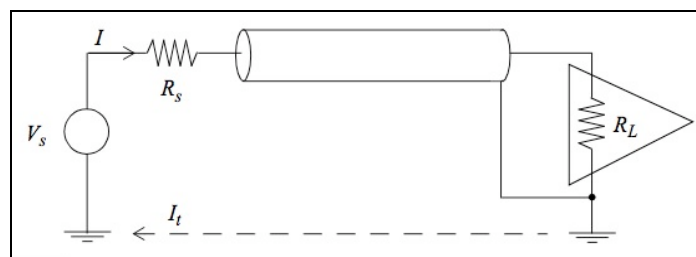
- A **altas frecuencias**, la impedancia del camino a través de la pantalla es menor y como consecuencia la corriente retornará por la pantalla. Como regla práctica, la corriente retornará por la pantalla si la frecuencia de la señal es al menos cinco veces mayor que la frecuencia de corte del blindaje. En alta frecuencia, conectaremos la pantalla a masa por ambos extremos para reducir la radiación de interblindaje sea equipotencial.

Figura 9.11. Cable coaxial con dos conexiones a tierra



- A **baja frecuencia**, si el cable de conexión no es muy largo, conectar la pantalla a masa en los dos extremos crea un circuito de baja impedancia cerrado por tierra en el que pueden acoplarse campos magnéticos externos, dando lugar a la aparición de señales de modo común indeseadas. Conectar la pantalla a tierra por un único extremo abre este bucle y es por lo tanto una mejor conexión, siempre que el modo común (diferencia de potencial entre masas) no sea elevado.

Figura 9.12. Cable coaxial con una conexión a tierra

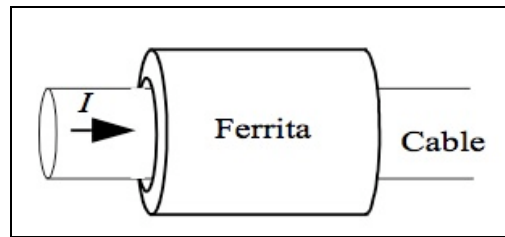


9.4. Técnicas de Filtrado

9.4.1. Ferritas

Las ferritas son una clase de materiales cerámicos ferromagnéticos. Una de sus aplicaciones es el filtrado de EMI de alta frecuencia.

Figura 9.13. Ferrita cilíndrica



Cuando colocamos una ferrita en forma de cilindro hueco alrededor de un cable, ésta se comporta como una impedancia en serie con el cable. Esta impedancia es despreciable a baja frecuencia y alcanza unos pocos cientos de ohmios a alta frecuencia, por lo que su uso como filtro de EMI es sólo apropiado en circuitos de baja impedancia, como fuentes de alimentación.

Esta impedancia serie equivalente y su dependencia con la frecuencia es debida a las propiedades magnéticas de las ferritas. La corriente eléctrica que circula por el cable crea un campo magnético. Este campo excita y hace oscilar regiones microscópicas (dominios) dentro de la ferrita, transformando la energía del campo magnético en calor. Este efecto equivale a una resistencia y una inductancia en serie, ambas dependientes de la frecuencia.

Hay que tener cuidado con no aplicar campos magnéticos demasiado elevados. De otro modo, la ferrita puede saturarse y deja de ser útil para atenuar señales de alta frecuencia.

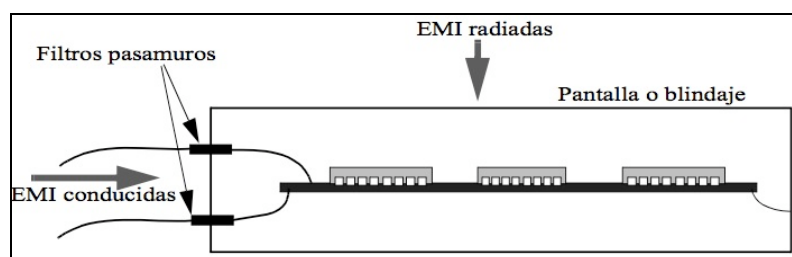
Esto implica que hay que procurar evitar que circulen corrientes continuas por los cables a filtrar, a fin de reducir el campo magnético que excita la ferrita.

Haciendo pasar también el conductor de retorno a través de la ferrita, conseguimos que el campo que crean los conductores se anula, al ser las corrientes iguales y de sentido opuesto.

9.4.2. Filtros Pasamuros

Los filtros pasamuros (feedthrough filters) son filtros paso bajo que se utilizan para eliminar las interferencias conducidas de alta frecuencia a través de cables que entran o salen en un equipo apantallado.

Figura 9.14. Ejemplo aplicación filtros pasamuros



Las EMI radiadas pueden acoplarse a los cables, convirtiéndose en EMI conducidas, y penetrar de esta forma en el interior del equipo electrónico. Los filtros pasamuros impiden que estas interferencias entren en el equipo.

El filtro pasamuros atraviesa el blindaje y va atornillado a él, de aquí su nombre. El cable debe ser apantallado, al menos hasta la entrada del blindaje, a fin de aumentar la eficacia de las protecciones.

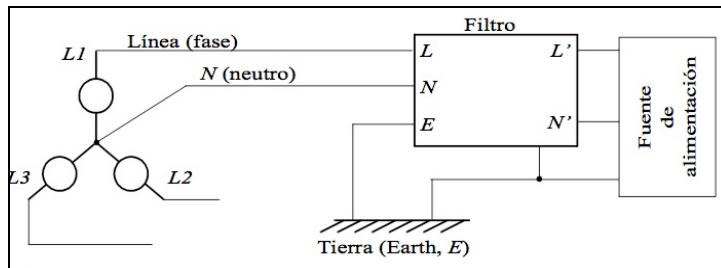
9.4.3. Filtros de red

Los filtros de red se utilizan para eliminar las perturbaciones conducidas a través de los conductores de red.

Estas perturbaciones consisten en fluctuaciones de frecuencia y amplitud, armónicos de la frecuencia de red, transitorios producidos por conmutaciones de cargas y EMI radiadas de alta frecuencia que se acoplan a los conductores de red.

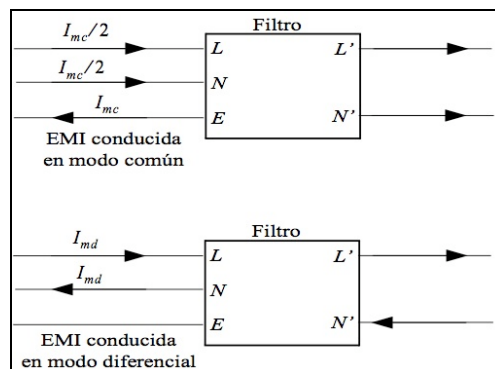
Existen filtros para sistemas monofásicos así como para sistemas trifásicos.

Figura 9.15. Conexión de un filtro de red



Las interferencias conducidas pueden ser de modo común (circulan por Fase y Neutro en la misma dirección y retornan por tierra) o de modo diferencial (la Fase conduce la señal interferente y el Neutro hace de camino de retorno).

Figura 9.16. Interferencias de modo común y modo diferencial



Los filtros de red se componen de condensadores, núcleos toroidales

bobinados y en algunos casos, resistencias de alto valor para ayudar a descargar los condensadores.

Para mayor protección frente a interferencias los filtros de red se fabrican con una carcasa metálica. También es posible encontrar filtros más económicos y pequeños en carcasa plástica.

Típicamente, producen 80 dB de pérdida de inserción a 1 MHz, si bien esta cifra baja hasta unos 40-50 dB a 300 MHz.

9.5. Descargas Electroestáticas

Se definen los fenómenos electrostáticos como aquellos que son debidos a la presencia de cargas eléctricas estacionarias o móviles y a su interacción, cuando ésta se debe exclusivamente a las cargas y a su posición, y no a su movimiento.

Las descargas electrostáticas (ESD) son fenómenos de muy corta duración (varios cientos de nanosegundos) pero que ponen en juego tensiones de hasta 40 kV y corrientes de hasta 40 A. La potencia instantánea puede ser enorme, lo que supone una seria amenaza para circuitos electrónicos sensibles.

Figura 9.17. Tabla de susceptibilidad a las ESD para varias tecnologías

Tipo de dispositivo	Tensión ESD a la que es vulnerable (V)
MOSFET	100-200
EPROM	100
OPAMP	200-2500
CMOS	250-3000
Transistores bipolares	380-7000
ECL	500-1500
TTL Schottky	1000-2500

No explicaremos los mecanismos de acumulación de cargas electrostáticas puesto que nos interesa más las consecuencias que estas tienen sobre las diferentes tecnologías.

9.6. EMC en el entorno Hospitalario

9.6.1. Introducción

Ya hemos visto en general en que consiste la Compatibilidad Electromagnética, el tipo de interferencias electromagnéticas que existen y su soluciones mediante apantallamiento, correcta conexión a masa y filtrado.

Todas las directrices están trazadas mediante la Directiva 89/336/CEE y su conjunto de Normas Armonizadas, Normas Básicas y Normas de Producto.

Por lo que respecta a los Hospitales, a éstos se les aplica una normativa específica. Se trata de la Directiva 93/42/CEE - Productos Sanitarios.

Por tratarse de una Directiva de Nuevo Enfoque, en ella no se incluyen los requisitos técnicos completos y se remite a normas armonizadas (normas publicadas en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas), las cuales dan presunción de conformidad con la Directiva. Ejemplo de las citadas normas son:

- EN 60601-1. Equipos electromédicos. Requisitos generales para la seguridad.
- EN 60601-1-1. Equipos electromédicos. Requisitos de seguridad para sistemas electromédicos.
- EN 60601-1-2. Equipos electromédicos. Compatibilidad electromagnética.
- EN 60601-2-xx. Equipos electromédicos.

Con esto, tenemos que la situación legal de la EMC que debe presentar un Equipo Electromédico viene desarrollada por la Directiva Comunitaria 89/336 CEE, pero también por la Directiva 93/42 CEE traspuesta, ésta última , a través del Real Decreto. 414/96 de 1 de Marzo. Sin embargo el marcado CE conseguido a través de ésta última Directiva no asegura la inexistencia de EMI debido, fundamentalmente, a la inespecificidad de término "seguro para el paciente" que debe cumplir todo equipo en el apartado concreto de EMC y, en éste tipo de estudios que se realizan en los Laboratorios de Homologación es difícil evaluar éste término, aceptando como equivalente, el que en el equipo no aparezcan problemas irreversibles o que el Equipo Electromagnético señale la aparición de un problema lo que, en todo caso, no significa que no se vea afectado.

A nosotros, y teniendo en cuenta lo anterior, nos interesa la Norma Armonizada "*EN 60601-1-2 Equipos electromédicos: Compatibilidad electromagnética*". Esta norma, como su propio nombre indica es, dentro de la Directiva, la que hace referencia a la normativa EMC en hospitales.

Esta norma hace referencia a las interferencias electromagnéticas que puedan haber entre los propios equipos electromédicos o con otros equipos eléctricos.

Será esta norma en la que habrá que basarse para tener un correcto funcionamiento de todos los sistemas que se pretenden instalar en el hospital y los servicio y aparatos propios de la práctica médica.

Es posible también, que algún aparato médico pueda causar interferencias a nuestras instalaciones o a los demás aparatos médicos, como es el caso del bisturí eléctrico.

Todo esto es lo que trataremos a continuación.

Se han hecho diversos estudios referente a las interferencias electromagnéticas en hospitales, y uno de los últimos estudios publicados, y que analiza tanto los problemas generados en el Laboratorio de Análisis de EMC, como trabajos de campo en el interior de un Hospital , es por ejemplo: *"Experimental Study of Electromagnetic Interference from Celular Phones with Electronic Medical Equipment "* del *Journal of Clinical Engineering*.

Del estudio realizado en 366 Equipos Electromédicos (EE) en laboratorio es conveniente reseñar que el 66% de los equipos se vieron afectados por EMI causados por Teléfonos Móviles a una distancia máxima de 4m. aunque, es conveniente resaltar, que el 90% de los equipos afectados lo fueron cuando el equipo se encontraba a 1 m. del emisor .

Como veremos, este es solo un caso de interferencia, pero se verán más. Ahora veamos que equipos hay en el hospital que puedan ser afectados por interferencias, para luego poder ver que equipos pueden ser interferentes.

9.6.2. Equipos Electromédicos con riesgo de interferencias

Hay diversos Equipos Electromédicos (EE) que pueden verse afectados por las interferencias electromagnéticas, ya sean de nuestra instalación o del exterior.

Algunos de estos aparatos EE pueden ser:

- Equipos de escopia, ultrasonidos y Rayos X (Rx).
- Electrocardiogramas (ECG), pacientes monitorizados y EE de medida de la frecuencia cardiaca.
- Sensores, alarmas
- Bombas de infusión, ventiladores y equipos de Diálisis.
- Equipos con marcapasos.

9.6.3. Posibles Fuentes de Interferencia

Algunos de los Equipos Interferentes, es decir, Fuentes de Interferencia que tendremos en el hospital o alrededores pueden ser los siguientes:

9.7.3.1. Fuentes de Interferencia Naturales

- Ruido Atmosférico
- Explosiones solares
- Ruido cósmico

Los campos de radiofrecuencias procedentes de fuentes naturales tienen potencias específicas muy bajas. Así, la intensidad de los rayos solares, la principal fuente natural, es inferior a $0,01 \text{ mW/m}^2$.

9.6.3.2. Fuentes de Interferencias Artificiales

a. Ajenas al Hospital

- Teléfonos móviles
- Transmisión de comunicaciones de TV y radio
- Antenas transmisoras de transporte público, radioaficionados y comunicaciones en general (ya sean móviles o fijas, como radioenlaces).
- Fuentes de poder eléctricas (líneas de alto voltaje, transformadores eléctricos).
- Hornos microondas instalados por el hospital

b. Producidas por nuestro proyecto

- Telefonía DECT y móvil corporativa
- Red WIFI
- Sistema radiobúsqueda
- Proyecto de ICT
- Red de cableado estructurado
- Sistema domótico

Los primeros pueden causar interferencias radiadas, mientras que los últimos sistemas pueden causar interferencias conducidas.

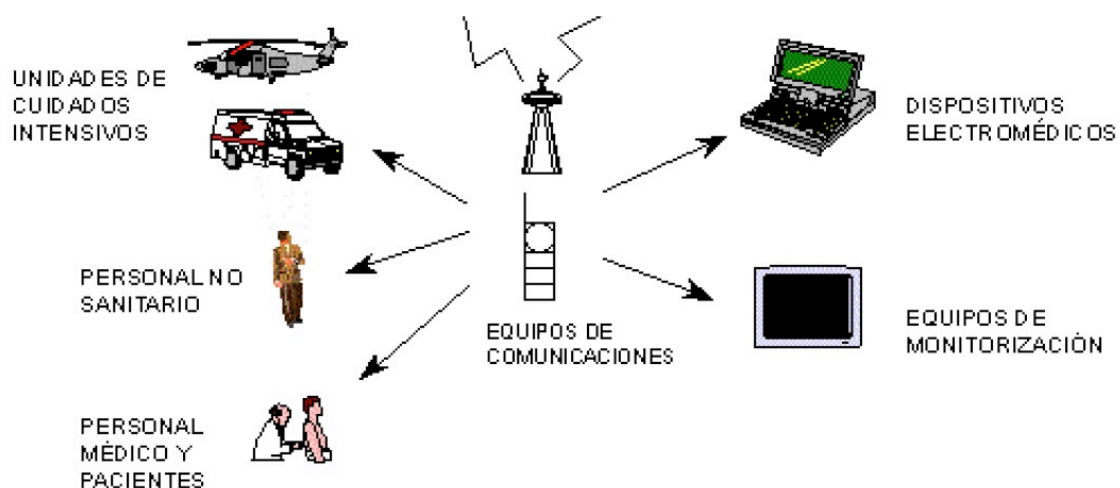
c. Producidas por equipos del ambiente médico

En el ambiente médico también existen una serie de técnicas diagnósticas que pueden producir interferencias electromagnéticas.

- Resonancia nuclear magnética.
Es una técnica muy útil para poder apreciar diferentes densidades de tejidos sin necesidad de utilizar contraste. Básicamente produce un campo magnético estático, un campo de radiofrecuencia y un campo de gradiente magnético variable en el tiempo.
- Neuroestimuladores.
Se utilizan para estimular la médula espinal para el tratamiento de vasculopatías periféricas, dolor tratable, e incluso angor. Se están empezando a utilizar en la enfermedad del Parkinson, epilepsia, incontinencia fecal. Puede haber interacción entre los dos generadores. Se aconseja el uso de electrodos bipolares tanto para sensado como para estimulación en ambos generadores.

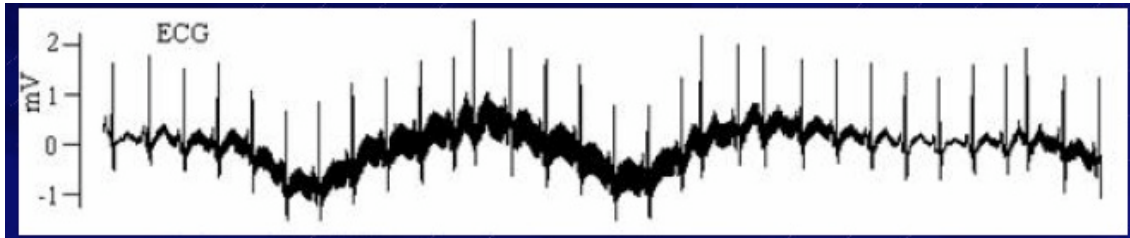
- Estimulación eléctrica transcutánea.
Se utiliza para el alivio del dolor musculoesquelético crónico o agudo. Se conecta a un generador que entrega pulsos de 20 ms, 60 mA a una frecuencia de 20-110 Hz.
- Electro-bisturí.
Se utiliza en cirugía. En su uso, tanto en la coagulación como en el corte utiliza voltaje alto, amperaje bajo y frecuencias altas del orden de los 100.000 Hz. La corriente comienza en el electrodo activo localizado en el electrobisturí retornando al generador dispersándose en un electrodo indiferente. La corriente de corte produce un mayor número de interferencias.
En los electrobisturíes bipolares la corriente fluye entre los dos polos que están en el mismo instrumento. Existe en estos casos solo un pequeño flujo de corriente, con una menor potencia utilizada, por lo que la interferencia es mínima. Por esto deben utilizarse equipos de bisturí bipolares. Existen otras alternativas que no producen EMI como el escalpelo láser o ultrasónico.
- Desfibrilación
Por producir altas descargas eléctricas.
- Equipos de comunicaciones de las ambulancias
Pueden producir interferencias a los propios equipos médicos que hay en la ambulancia y, a su llegada al hospital, interferencias en los equipos médicos de éste.

Figura 9.19. Resumen de posibles interferencias



Seguidamente podemos ver un ejemplo de interferencia producida por los 50 Hz de la red eléctrica en un electrocardiograma (ECG):

Figura 9.20. Ejemplo de Interferencia en ECG



9.6.4. Clasificación de fallos

9.6.4.1. Efecto Reversible

- Nivel 1: el fallo desaparece al desaparecer la interferencia
- Nivel 2: el fallo no desaparece al desaparecer la interferencia pero el personal médico puede volver a poner el equipo operativo.

9.6.4.2. Efecto Irreversible

- Nivel 3: El equipo requiere la intervención de un técnico para estar operativo
- Nivel 4: El equipo queda inutilizado. Requiere intervención técnica.
- Nivel 5: El equipo no puede volver a ser utilizado. Irreversible.

Efecto enmascaramiento: el fallo produce resultados que están dentro de los valores esperados. El fallo no es detectado por el personal médico, con lo que puede ocasionar problemas en el diagnóstico.

9.6.5. Aplicación

Seguidamente, y una vez vistos las diferentes fuentes de interferencias y los diferentes equipos “víctima” se pueden trazar unas directrices para el correcto funcionamiento de todos ellos en su entorno común.

Se parte del hecho que todos los equipos tienen el marcado “CE”, con lo que son suficientemente robustos y poco ruidosos para que no se vea afectado su funcionamiento ni el de los demás equipos en su entorno. Se tendrá que tener en cuenta además todas las técnicas de puesta a tierra de las masas citadas anteriormente y también descritas en la norma armonizada (EN 60601-1-2).

Se recomienda la colocación de filtros pasamuros y ferritas en todos los dispositivos que puedan ser más susceptibles a interferencias o que su correcto funcionamiento sea obligado para un buen tratamiento del paciente.

Por supuesto, es altamente recomendable apantallar todos los aparatos electromédicos, ya sea con un material conductor o con pintura conductora.

Así mismo, sería bueno apantallar o blindar todas las salas de intervención así como quirófanos y salas de cuidados intensivos.

Se ha de concretar que estos blindajes funcionaran con interferencias en campo lejano. Por tanto, toda interferencia producida en campo cercano será inevitable aún apantallando.

Por eso se debería tomar, además, las siguientes medidas por precaución:

- Los teléfonos móviles y emisoras tipo walkie-talkie deberán apagarse totalmente en el entorno de Quirófanos, Unidades de Cuidados Intensivos y Asistencia Vital.
- Los teléfonos móviles deben apagarse igualmente en Salas de Hemodiálisis, Salas de Terapia, Electrofisiología , y Salas de Diagnóstico de cualquier tipo y Pruebas Funcionales.
- Los teléfonos móviles se pueden utilizar en zonas de Administración, Salas de Espera de Visitas, Hall de entrada y similares en los que no existan EE.
- No debería de haber ningún teléfono DECT o aparato de Radiobúsqueda en las inmediaciones de las zonas anteriormente citadas.
- Si se tuviera una red inalámbrica WIFI, no debería haber ningún Terminal en éstas zonas.

Si se cumplen todas las medidas de protección y precauciones explicadas anteriormente, además de el uso de equipos con el marcado CE, podemos prácticamente asegurar que los Equipos Electromédicos funcionarán correctamente la mayor parte del tiempo.

9.6.6. Conclusiones

A pesar del cumplimiento de la Directiva 93/42 CEE, se debe evitar que en el entorno del EE exista una intensidad de Campo superior a los 10V/m que provoca Interferencias Electromagnéticas en los equipos y errores en el diagnóstico así como alarmas y disfunciones en los mismos.

Con el debido conocimiento de la normativa y las protecciones y precauciones adecuadas deberían de disminuir los problemas electromédicos.

10. Instalaciones Eléctricas en Vall Hebrón

10.1. Diseño de los Cuadros Eléctricos existentes

Es un hecho que nuestro proyecto tiene que contener una descripción de la instalación eléctrica a instalar, ya que es de gran relevancia asegurar que nuestras instalaciones no afecten al resto de servicios propios del hospital.

Por este motivo, seguidamente trataremos de exponer el diseño de los diferentes cuadros eléctricos que se instalarán en nuestro proyecto.

- El cuadro eléctrico general del Hospital Vall Hebrón para nuestro Proyecto de Infraestructura común de Telecomunicaciones irá colocado en el interior del RITS.
- Habrá, además, un cuadro eléctrico específico para cada planta dónde tendremos la instalación domótica.
- No menos importantes serán los cuadros eléctricos situados en quirófanos y salas de intervención, que tendrán características especiales y que, aunque no sean parte de nuestro proyecto en un principio, tendremos que verificar su correcto diseño.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos será de 1 m desde el nivel del suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

10.1.1. Cuadro Eléctrico de la ICT

El cuadro eléctrico situado en el RITI (ya tratado en el Pliego de Condiciones del Proyecto ICT y según el RD401/2003), contendrá los dispositivos generales e individuales de mando y protección con las características que se citan a continuación:

- *Interruptor magnetotérmico de corte general:* tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA.
- *Interruptor diferencial de corte omipolar:* tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, frecuencia 50-60 Hz, intensidad nominal 25 A, intensidad de defecto 30 mA de tipo selectivo, resistencia de cortocircuito 6 KA.
- *Interruptor magnetotérmico de corte omipolar* para la protección del alumbrado del recinto: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA.

- *Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar* para la protección de las bases de toma de corriente del recinto: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA.

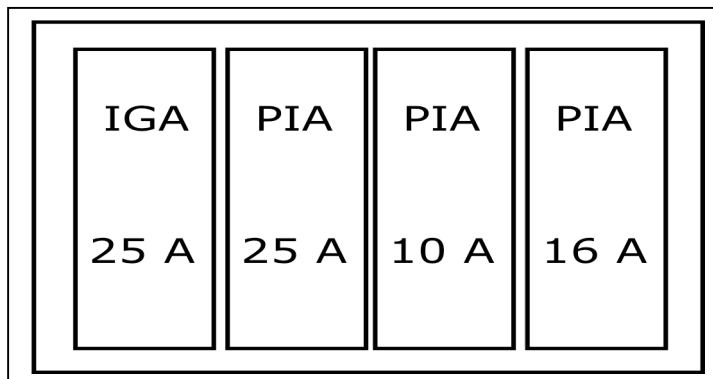
Y en el RITS:

- En el recinto superior (RITS), además, se dispondrá de un *interruptor magnetotérmico de corte omnipolar* para la protección de los equipos de cabecera de la infraestructura de radiodifusión y televisión: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA.

Tabla 10.1. Total Elementos cuadro eléctrico ICT:

Referencia	Cantidad	Elemento	Características	Precio
Merlin Gerin RMG250302	1x	<i>Interruptor diferencial de corte omnipolar</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 25A - Frec. 50-60 Hz - I_defecto 30mA - Resistencia cortocircuito 6 kA	56,96 € c/u
CimaBox SEC68225	1x	<i>Interruptor magnetotérmico de corte general</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 25 A - Poder de corte 6 kA	10,40 € c/u
Merlin Gerin C60HB210	1x	<i>Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 10 A - Poder de corte 6 kA	27,09 € c/u
Merlin Gerin C60HB216	2x	<i>Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 16 A - Poder de corte 6 kA	27,09 € c/u

Figura 10.1. Esquema aproximado del cuadro eléctrico del RITI



10.1.2. Cuadro Eléctrico de la Instalación Domótica de Simon-Vis:

En la parte de la memoria del proyecto domótico de SimonVis hemos visto un esquema general de cuadro eléctrico, para ver de forma gráfica la conexión de todos los elementos.

Ahora veremos concretamente para nuestro proyecto que elementos se necesitan para cada una de las dos plantas en las que instalaremos SimonVis.

Tabla 10.2. Total elementos cuadro del sistema domótico

Referencia	Cantidad	Elemento	Características	Precio
Merlin Gerin RMG250302	4	<i>Interruptor diferencial de corte omipolar</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 25A - Frec. 50-60 Hz - I_defecto 30mA - Resistencia cortocircuito 6 kA	56,96 € c/u
CimaBox SEC68225	4	<i>Interruptor magnetotérmico de corte general</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 25 A - Poder de corte 6 kA	10,40 € c/u
Merlin Gerin C60HB210	56	<i>Interruptor magnetotérmico de corte omipolar</i>	- V_nominal mínima 230/400V _{ca} - I_nominal 10 A - Poder de corte 6 kA	27,09 € c/u

De modo que en cada sector de cada planta tendremos ¼ de los elementos citados anteriormente.

Nota: la marca Merlin Gerin es la que se puede encontrar con mayor facilidad. Por el contrario, las hay mas económicas.

11. Efectos Medioambientales

La realización de este proyecto ha tenido muy en cuenta los efectos que éste pudiera ocasionar al medioambiente.

La implementación de un proyecto en un complejo hospitalario se encuentra íntimamente ligado a la conservación del medioambiente.

En su planificación, se ha tenido un especial cuidado para no causar ninguna molestia a los pacientes ingresados en el hospital ni a ninguna tarea de la práctica médica, ya que la instalación de un proyecto de telecomunicaciones en un hospital es un caso muy particular en el que se deben de tomar ciertas medidas que en otros lugares quedarían en un segundo plano. Como consecuencia esto implica a su vez, la imposibilidad de causar ningún efecto al entorno que rodea el complejo hospitalario.

Para ello, se han seguido una serie de normativas a lo largo del proyecto, las cuales se encuentran ampliadas en los Anexos.

Por lo que respecta a los servicios y tecnologías desarrolladas en el proyecto, se pueden hacer algunas puntualizaciones.

La ICT por ejemplo, ayuda en cuanto a impacto paisajístico, ya que se tiene una regulación de las instalaciones en edificios que años atrás no existía, ayudando en la reducción de antenas y mejorando las canalizaciones en fachadas, tan fácilmente degradables al paso del tiempo. Es decir, en este caso se evita el impacto de tipo visual o estético, y además se ayuda a una mejor recepción de la señal, al evitar el efecto de doble que los *bosques* de antenas producían.

En cuanto a tecnología inalámbrica, el problema puede existir si los elementos que forman parte de las instalaciones no cumplen la normativa de Compatibilidad Electromagnética o están deteriorados o con demasiada potencia. En este caso, el proyecto tiene muy en cuenta todos los factores relativos a la EMC, describiendo incluso modos de prevenir o evitar efectos indeseados.

Si un aparato eléctrico genera interferencias de forma involuntaria, estas invaden el espectro y pueden interferir en otras señales de telecomunicación. A esto se le llama contaminación electromagnética. Si esta radiación incontrolada es de potencia elevada, también puede provocar efectos biológicos a personas situadas en su entorno. Es por esto que el estudio de EMC es tan importante en este proyecto.

Concluyendo, el proyecto realizado no causa ningún efecto indeseado al medio ambiente.

12. Conclusiones

El objetivo de este proyecto ha sido plasmar los conocimientos obtenidos por parte del alumno a lo largo de su formación académica, orientándose hacia los temas que más han sido de su interés.

La realización de este proyecto ha partido de una idea conjunta de director – alumno, sin ningún contacto por parte del Hospital general de la Vall de Hebrón de Barcelona, siendo por lo tanto un proyecto totalmente independiente a éste. Se ha tomado el complejo Hospitalario de Vall Hebrón como modelo de referencia en el cual se pudiera sostener y basarse nuestro proyecto, de modo que el trabajo pudiera orientarse hacia un edificio real.

La idea inicial trataba de realizar un proyecto conjunto para la totalidad de edificios existentes en el complejo hospitalario, pero se desestimó por limitaciones de tiempo y logística.

El trabajo se inició con una investigación in situ del hospital, tomando notas de la estructura del hospital general así como del conjunto del complejo, de las instalaciones y los servicios existentes.

Esta parte se completó con entrevistas a futuros médicos que están finalizando sus estudios en la *Facultat de Medicina de Vall Hebrón de la Univeritat Autònoma de Barcelona*, obteniendo información a cerca de necesidades existentes, forma de trabajo, instalaciones fuera del alcance de personas ajenas al hospital y aspectos que les gustaría mejorar.

Con esto se pudo sacar las conclusiones oportunas para obtener una lista de propuestas de futuro para que Vall Hebrón pueda ser un hospital de referencia en materia de comunicaciones, puesto que en servicios médicos ya lo es actualmente.

Gracias a este trabajo previo se ha podido orientar el proyecto hacia unas necesidades reales, las cuales dotan al proyecto de mayor practicidad.

Las propuestas realizadas han quedado de la siguiente manera:

- Proyecto de ICT basado en la normativa vigente sobre edificios de viviendas de nueva construcción, puesto que no existe normativa para ICT en hospitales. Con esto se asegura una correcta instalación de TV y radio para todas las habitaciones de pacientes, así como una canalización de telefonía para todo el edificio adecuada a los tiempo actuales.
- Propuesta de Telefonía Corporativa, añadiendo nuevas tecnologías y dotando al hospital de mayor dinamismo y mejores comunicaciones entre departamentos (servicios médicos) y personal sanitario.
- Proyecto Domotico para dos plantas del hospital, las cuales pasarían a ser “inteligentes” en las que se podría ingresar pacientes que no puedan valerse por si mismos.
- Proyecto de Cableado estructurado actualizado para todo el edificio introduciendo nuevas tecnologías inalámbricas para que el personal médico pueda tener una mayor movilidad.
- Todo lo anterior basado en la normativa actual de cada una de las tecnologías desarrolladas y aplicada a hospitales, especialmente de EMC.

13. Bibliografía

ICT

- [1] www.coit.es
- [2] Fundamentos Teóricos y Diseño de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones para Servicios de Radiodifusión. 2005. Madrid
- [3] www.ikusi.es : Catálogos
- [4] ORDEN CTE/1296/2003, de 14 de Mayo.
- [5] REAL DECRETO 401/2003, de 4 de Abril.
- [6] Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- [7] www.amidata.es (catálogo RS components - componentes eléctricos y electrónicos)

TELEFONÍA

- [8] www.telefonica.es
- [9] L.M.Huidobro, R.Conesa. Sistemas de Telefonía. Parainfo. 1999. Madrid.
- [10] NORMA TÉCNICA ETSI ETS 300 224. Cuadro Nacional de atribución de frecuencias (CNAF): UN-2, UN-12, UN-34.
- [11] Directiva 90/544/CEE del Consejo de 09 de Octubre de 1990 sobre las bandas de frecuencia designadas para la introducción de un sistema paneuropeo público terrestre de radiobúsqueda .

DOMOTICA

- [12] Metodología para la Elaboración de Proyectos y Aplicaciones Domóticas. 2004. Madrid. Carlos Fernández Valdivielso e Ignacio R. Matías Maestro
- [13] Norma EN50900. "Sistemas Electrónicos para viviendas y edificios"
- [14] www.simon.es
- [15] www.casadomo.com
- [16] www.domointel.com

TELEMATICA y CABLEADO ESTRUCTURADO

- [17] El Proyecto Telemático. Sistemas de Cableado Estructurado: Metodología para la Elaboración de Proyectos y Aplicaciones Telemáticas. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. 2001. Madrid
- [18] Cisco Systems Inc. Academia de Networking de Cisco Systems: Guía del segundo año. 2ª Edición. 2002. Madrid.
- [19] A.Abad, M.Madrid. Redes de área local. Mc Graw Hill. Madrid.

EMC y ELECTROMEDICINA

- [20] Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC) 89/336/CEE.
- [21] Perspectiva ambiental: electromagnetismo. Fundació Terra. Abril 2000.Barcelona.
- [22] P. Fernandez, L.Vidal, J.L.Montenegro, et al. Rev. Med Uruguay. Interferencias electromagnéticas en pacientes con marcapasos y cardiodisfibriladores implantados 2004;20.p:150-160.
- [23] Directiva 93/42/CEE del consejo del 14 de Junio de 1993 relativa a los productos sanitarios. Modificada por última vez por Directiva 2001/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 7 de Diciembre 2001.
- [24] Compatibilidad Electromagnética en ambientes hospitalarios. Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- [25] Compatibilidad Electromagnética. Riego en los equipos electromédicos por teléfonos móviles. Servicio de electromedicina del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza.
- [26] Las microondas en la práctica médica. Servicio de electromedicina del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza.
- [27] El mercado CE y la directiva de productos sanitarios. Servicio de electromedicina del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza.



Escola Politècnica Superior
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ANEXOS

Título: La adecuación de las ICT y la aplicación de la Compatibilidad Electromagnética en un complejo hospitalario: Caso de la Vall de Hebrón

Autor: F. Javier Rojas Vivas

Director: Jordi Berenguer i Sau

Fecha: 10 de Julio de 2006

ANEXO 1

PROYECTO TÉCNICO DE INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIÓN (ICT)

Descripción	<p>Proyecto técnico de Infraestructura Común de Telecomunicaciones para la edificación:</p> <p>Nº Plantas: 11 Nº viviendas: 330</p>
Situación	<p>Tipo vía: Avenida Nombre vía: Vall de Hebrón, 119-129</p> <p>Localidad: Barcelona</p> <p>Código Postal: 08 Provincia: Barcelona</p>
Promotor	<p>Nombre o Razón Social: Construcciones Fernández, S.L NIF: A 00000000</p> <p>Tipo vía: Avenida</p> <p>Dirección:</p> <p>Nombre Vía: Diagonal</p> <p>Población: Barcelona</p> <p>Código Postal: 08970 Provincia: Barcelona</p> <p>Teléfono: 90000000 Fax.90000000</p>
Autor del proyecto técnico	<p>Nombre o Razón Social: Rojas Vivas Diseño e Instalaciones, S.L NIF: A 00000000</p> <p>Tipo vía: Avenida</p> <p>Dirección:</p> <p>Nombre Vía: Canal Olímpic, s/n</p> <p>Población: Castelldefels</p> <p>Código Postal: 08970 Provincia: Barcelona</p> <p>Teléfono: 90000000 Fax.90000000</p> <p>Nº Colegiado: 00000</p>
Datos del proyecto	<p>Dirección de obra: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>
Visado del colegio de:	Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación
Fecha de presentación	En Castelldefels, a 10 de Julio de 2006

FIRMA:	VISADO DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
---------------	---

ÍNDICE

MEMORIA

1. DATOS GENERALES.....	8
1.1. Datos del Promotor	8
1.2. Descripción del Edificio/Complejo urbano	8
1.3. Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal	8
1.4. Objeto del Proyecto Técnico	9
2. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES	9
2.1. Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales	10
2.1.1. Consideraciones sobre el diseño	10
2.1.2. Señales de radiodifusión sonora y televisión terrenal que se reciben en el emplazamiento de las antenas.....	11
2.1.3. Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras.....	12
2.1.4. Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras	12
2.1.5. Plan de frecuencias.....	13
2.1.6. Número de tomas	13
2.1.7. Amplificadores necesarios, número de derivadores/distribuidores, según su ubicación en la red, PAU y sus características	13
2.1.8. Cálculo de parámetros básicos de la instalación	16
3. ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA DISPONIBLE AL PÚBLICO	21
3.1. Establecimiento de la topología e infraestructura de la red	21
3.1.1. Red de Alimentación	21
3.1.2. Cálculo y dimensionado de la red y tipos de cables.....	22
3.1.3. Estructura de distribución y conexión de pares	22
3.1.4. Número de tomas	22
3.1.5. Dimensionado.....	23
3.1.6. Resumen De Los Materiales Necesarios Para La Red De Telefonía	23
4. CANALIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN.....	24
4.1. Consideraciones sobre el esquema general del hospital	24
4.2. Arqueta de entrada y canalización externa.....	24
4.3. Registros de enlace.....	25
4.4. Canalización de enlace	25
4.5. Recintos de instalaciones de telecomunicación	25
4.6. Canalización principal y registros secundarios.....	26
4.7. Canalización secundaria y registros de paso	27

4.8. Registros de terminación de red.....	27
4.9. Canalización interior de usuario	27
4.10. Resumen Anexo IV Sobre Recintos y Canalizaciones	29
5. ESQUEMAS VARIOS	30

PLIEGO DE CONDICIONES

1. RADIODIFUSIÓN SONORA I TELEVISIÓN.....	37
1.1. Características de los elementos de captación.....	37
1.1.1 Características técnicas de los sistemas de captación	38
1.1.2 Características de los elementos activos	39
1.1.3 Características de los elementos pasivos	39
1.1.4 Cables	40
1.1.5 Base de Acceso Terminal: Características	41
1.2. Diseño y Dimensionado Mínimo de la Red	41
1.2.1. Características físicas	41
1.2.2. Características eléctricas.....	41
1.2.3. Características de la señal de televisión analógica en el punto de terminación de red.	41
2. TELEFONÍA DISPONIBLE AL PÚBLICO	42
2.1. Características de los cables	42
2.1.1. Cables de un par	42
2.1.2. Cable de dos pares	42
2.1.3. Cables multipares.....	42
2.2. Características de las Regletas.....	43
2.2.1. Punto de Interconexión	43
2.2.2. Punto de Distribución	43
2.2.3. Base de acceso terminal (BAT)	43
3. INFRAESTRUCTURAS	44
3.1. Características de las arquetas.....	44
3.2. Características de las canalizaciones.....	44
3.2.1. Características de los materiales:.....	44
3.2.2. Condiciones de instalación:.....	44
3.3. Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior de los RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos.....	45
3.3.1. Características constructivas	45
3.3.2. Instalaciones eléctricas de los recintos	46
3.3.3. Alumbrado.....	47
3.3.4. Puerta de acceso	47
3.3.5. Identificación de la instalación.....	47

3.4. Características de los registros secundarios y registros de terminación de red	47
3.4.1. Registros secundarios	47
3.4.2. Registros de paso y Registros de terminación de red	48
4. CONDICIONES GENERALES	49
4.1. Reglamento de ICT y Normas Anexas	49
4.2. Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales	50
4.2.1. Justificación del cumplimiento de la normativa de salud e higienen en el trabajo	50
4.2.2. Disposiciones legales de aplicación	50
4.2.3. Identificación de riesgos	51
4.2.4. Requisitos de seguridad	51
4.3. Normativa Sobre Protección Contra Campos Electromagnéticos	52
4.3.1. Compatibilidad Electromagnética	52
4.4. Secreto de las Comunicaciones	53

MEMORIA

1. Datos Generales

1.1. Datos del Promotor

Rojas Vivas Diseño e Instalaciones, S.L.
 N.I.F.: A 00000000
 Av. Canal Olímpic, S/N ; 08860 Castelldefels

1.2. Descripción del Edificio/Complejo urbano

Edificio Hospitalario con:

Portales: 1

Plantas: 13 (-1 / 11), de las cuales tratamos 11 (1 / 11)

Estancias/Planta: 44 (30 habitaciones + 14 despachos)

Total: 484 estancias (sólo 330 estancias tendrán RTV)

Situado en:

Passeig de la Vall Hebrón, 119-129 ; 08035. BARCELONA

Tabla 1.1. Número estancias por planta

	Número de estancias / planta				
	Habitaciones		Despachos		Otros
	Pares	Impares	Impares	Pares	
Planta 11 ^a	15	15	4	4	6
Planta 10 ^a	15	15	4	4	6
Planta 9 ^a	15	15	4	4	6
Planta 8 ^a	15	15	4	4	6
Planta 7 ^a	15	15	4	4	6
Planta 6 ^a	15	15	4	4	6
Planta 5 ^a	15	15	4	4	6
Planta 4 ^a	15	15	4	4	6
Planta 3 ^a	15	15	4	4	6
Planta 2 ^a	15	15	4	4	6
Planta 1 ^a	15	15	4	4	6

1.3. Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal

A la edificación objeto de éste Proyecto, aún no siendo un edificio de viviendas, le es aplicable la Ley 49/1960 de 21 de Julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999 de 6 de Abril.

1.4. Objeto del Proyecto Técnico

Puesto que actualmente no hay normativa para los proyectos en edificios hospitalario, trataremos de tener una base y dar cumplimiento al **Real Decreto - Ley 401/2003, de 4 de Abril sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación**, al reglamento que lo desarrolla, establecer las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones ICT **y a la Orden CTE/1296/2003 del Ministerio de Ciencia y Tecnología de 14 de Mayo de 2003 que desarrolla el citado Reglamento** para garantizar a los usuarios la calidad óptima de las señales de Radiodifusión (R) y Televisión Terrena.

Dar el requerido cumplimiento al dimensionado de la obra civil que sustenta la infraestructura, con los mínimos establecidos por el ministerio de Ciencia y Tecnología en el Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, en su anexo IV sobre “canalizaciones e infraestructuras de radiodifusión sonora, televisión, telefonía básica y otros servicios por cable en los edificios, adecuándose a las características particulares del hospital.

Dar cumplimiento al Anexo I, por el cual se establece el régimen jurídico y se aprueba la norma técnica de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en los edificios para la captación, adaptación y distribución de las señales de radiodifusión, televisión y otros servicios de datos asociados, procedentes de emisiones terrestres y de satélite.

Dar cumplimiento al Anexo II, por el cual establece la norma técnica de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en los edificios para el acceso al servicio de telefonía disponible al público.

Reunir los requisitos de Compatibilidad Electromagnética según el Real Decreto 401/2003 sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicación, cumpliendo lo esencial de la Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC) **89/336/CEE**, así como utilizar materiales i equipos conformes a las normas armonizadas. Siguiendo los requisitos i recomendaciones del Real Decreto, utilizando buenas practicas de Ingeniería en el montaje y realización.

2. Elementos Que Constituyen La Infraestructura Común De Telecomunicaciones

La infraestructura común de telecomunicaciones consta de los elementos necesarios para satisfacer inicialmente las siguientes funciones:

- Captación y distribución de señales de Radiodifusión sonora y Televisión Terrestre.
- Acceso y distribución del servicio telefónico básico.

La ICT deberá estar sustentada por una infraestructura de canalizaciones adecuadas que garanticen las posibilidades de la incorporación de nuevos servicios que puedan surgir en el futuro.

El establecimiento de un plan de frecuencias para la distribución de las señales de TV permitirá que la distribución de señales, no contempladas en la instalación inicial, se realice por los canales previstos de forma que no afecten a los servicios existentes y respeten los canales de servicios en el futuro.

2.1. Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales

2.1.1. Consideraciones sobre el diseño

Se distribuirán las señales de radiodifusión Sonora y televisión terrenales, cuyos niveles de intensidad de campo superen los establecidos en el anexo I del Reglamento, difundidas por las entidades que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se encuentra situado el inmueble y sin manipulación ni conversión de frecuencia. La red que se diseña permitirá la transmisión de la señal, entre la cabecera y toma de usuario en la banda de 47 a 2.150 Mhz.

Este diseño permite el cumplimiento de la norma UNE-EN 50083-1 + Amd y prUNE-EN 50083-82 en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética para este tipo de instalaciones.

Las señales que se distribuyan respetarán las bandas de frecuencias que determina el Reglamento de desarrollo de la Ley. Igualmente, esta red dispondrá de los elementos precisos para proporcionar en las tomas de usuarios las señales de los diferentes servicios de TV, con los niveles de calidad que fija el mencionado Reglamento en el punto 4.5 del Anexo I.

Tras analizar el entorno electromagnético en la zona donde se construirá el edificio y realizar las medidas de campo necesarias, se han evaluado los niveles de campo que, en la situación actual pueden considerarse como incidentes sobre las antenas. Éstas se han seleccionado para obtener, a su salida, un adecuado nivel de señal de las distintas emisiones del servicio.

Los canales serán amplificados en cabecera mediante amplificadores monocanales con objeto de evitar la intermodulación entre ellos. Su figura de ruido, ganancia y nivel máximo de salida se han seleccionado para garantizar en las tomas de usuario los siguientes valores:

Figura 2.1. Niveles de señal según normativa

	FM-radio	AM-TV	COFDM-TV
nivel de señal superior a	43 dB μ V	60 dB μ V	48 dB μ V
relación portadora / ruido superior a	40 dB	45 dB	27 dB
relación señal / intermodulación superior a	-----	58 dB	34 dB

Las redes de distribución y dispersión se han diseñado para obtener el mayor equilibrio posible entre las distintas tomas de usuario con los elementos de red establecidos en el correspondiente apartado del pliego de condiciones.

Se tendrán en cuenta para este apartado únicamente las habitaciones de pacientes, no habiendo distribución de RTV para el resto de emplazamientos.

2.1.2. Señales de radiodifusión sonora y televisión terrenal que se reciben en el emplazamiento de las antenas

En el emplazamiento de las antenas se reciben los programas procedentes de entidades con título habilitante y nivel de señal adecuado (ámbito local o nacional), no recibándose ningún programa de entidad sin título habilitante y no existiendo, por tanto, canales interferentes, así como los valores de señal que se han evaluado a la salida de las antenas.

A continuación se especifican las señales que se reciben en el emplazamiento de la edificación.

Todas estas mediciones realizadas pertenecen a canales emitidos desde el emplazamiento de Torre de Collserola.

Por tanto, las señales de TV y radio terrestre que se reciben en la ubicación de las antenas del edificio, lo hacen con los siguientes niveles de señal.

Tabla 2.1. Canales a distribuir

<i>Canal</i>	<i>Frecuencia (Mhz)</i>	<i>Frecuencia central (MHz)</i>	<i>Longitud de onda [λ]</i>
Canal 23	486-494	490	0,612 m
Canal 25	502-510	506	0592, m
Canal 27	518-526	522	0,575 m
Canal 29	534-542	538	0,557 m
Canal 31	550-558	554	0,542 m
Canal 33	566-574	570	0,526 m
Canal 34	574-582	578	0,519 m
Canal 36	590-598	594	0,505 m
Canal 39	614-622	618	0,485 m
Canal 41	630-638	634	0,473 m
Canal 43	646-654	650	0,461 m
Canal 44	654-662	658	0,456 m
Canal 45	662-670	666	0,450 m
Canal 47	678-686	682	0,440 m
Canal 57	758-766	762	0,393 m
Canal 61	790-798	794	0,377 m
Canal 64	814-822	818	0,366 m
Canal 66	830-838	834	0,360 m
Canal 67	838-846	842	0,356 m
Canal 68	846-854	850	0,353 m
Canal 69	854-862	862	0,348 m
Canal FM	88	88	3,409 m
Canal FM	108	108	2,778 m

Las antenas de captación terrestre (UHF y FM), se colocarán con las fijaciones correspondientes para poder ser enclavadas.

2.1.3. Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras

Las antenas para la recepción de las señales de los servicios de radiodifusión terrestres se instalarán sobre el tejado del edificio.

La correcta recepción de las señales, en nuestro caso, no requiere elevar las antenas mucho, con 3 m sobre el nivel del tejado basta. Al objeto de poder colocar los elementos captadores en la posición adecuada, se utilizará el conjunto soporte formado por una torreta sobre la que se situará un mástil de 3 metros que soportará las antenas. Se utilizarán dos antenas, cuyos parámetros básicos se indican a continuación. Sus especificaciones completas se recogen en el pliego de condiciones.

Tabla 2.2. Parámetros antenas receptoras

Servicio	FM-radio	AM-TV (UHF), COFDM-TV (UHF)
Tipo	Circular	Directiva
Ganancia	0 dB	16 dB (UHF)
Carga al viento	< 15 Newtons	< 50 Newtons

2.1.4. Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras

Teniendo en cuenta que el sistema portante estará situado a más de 20 metros del suelo, los cálculos para definir la misma se han realizado para velocidades de viento de 150 Km. /h.

El cálculo de la estructura se ha realizado mediante tablas suministradas por los fabricantes, asegurándose la posibilidad de montar sobre el mástil antenas hasta una carga al viento de 510 Newtons, muy inferior a la que corresponde a las antenas propuestas.

Sus características, así como las del mástil y sus anclajes se especifican en el Pliego de Condiciones.

Esta estructura estará apoyada en una zapata de hormigón que tendrá unas dimensiones y composición, a definir por el arquitecto, capaz de soportar los esfuerzos y momentos indicados en el pliego de condiciones .

2.1.5. Plan de frecuencias

El plan de frecuencias para el Hospital queda de la siguiente manera una vez seleccionados los canales de televisión y de radio.

Tabla 2.3. Plan de frecuencias

Banda	Canales utilizados	Canales utilizables	Servicio recomendado
Banda II	FM	Todos	FM
Banda IV	23, 25, 27, 29, 31, 33, 34, 36, 39	Todos	Televisión Terrenal A/D
Banda V	41, 43, 44, 45, 47, 57, 61, 64, 66, 67, 68, 69	Todos	Televisión Terrenal A/D

2.1.6. Número de tomas

El número de tomas será de 1 por habitación, de modo que tendremos 15 tomas por sector pares/impares.

Total Tomas en Habitaciones por planta : 30 tomas

Total Tomas en Habitaciones: 330 tomas

2.1.7. Amplificadores necesarios, número de derivadores/distribuidores, según su ubicación en la red, PAU y sus características

Debido al buen nivel de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestres recibidas en el emplazamiento del hospital (recordemos que Vall Hebrón está a las faldas de Collserola), y a la separación de la ICT en dos ramas, no se hace necesaria amplificación intermedia entre las antenas receptoras y las cabeceras. Las cabeceras están alojadas en los RITS de las plantas bajo cubierta, y están compuestas cada una de ellas por los siguientes módulos amplificadores:

- Amplificador BII de VHF-FM, con un nivel máximo de salida de 126 dB μ V
- Amplificadores monocanales para la BV de UHF para los canales C23, C25, C27, C29, C31, C34, C36, C39, C41, C44, C45, C47, C57 , con un nivel máximo de salida de 126 dB μ V
- Amplificadores monocanales para TV digital terrestre en la BV de UHF para los canales C33, C43, C61, C64, C65, con un nivel máximo de salida de 126 dB μ V y amplificadores multicanal para los canales C66, C67 y C68 con una salida máxima de 117 dB μ V.

El sistema de amplificadores de cabecera hace uso de demultiplexado Z a la entrada y multiplexado Z a la salida, entregando dos salidas con las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestres amplificadas.

Así pues a la salida de cada una de las cabeceras se obtienen dos salidas coaxiales, en las cuales están presentes las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales en cada una de ellas. En este punto comienza la red de distribución.

Tabla 2.6. Derivadores por habitación (distribución horizontal)

Habitación	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a
	11 ^a	12 ^a	13 ^a	14 ^a	15 ^a
L_Derivación (dB)	10	10	10	10	10
L_Paso (dB)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Se detallan a continuación las características más relevantes de los derivadores y distribuidores.

Tabla 2.7. Características de los sistemas de distribución

Derivador UDL-110 : 1 Salida (IKUSI)	
	5-862 MHz
Atenuación de paso (dB)	1,1
Atenuación de derivación (dB)	10
Derivador UDL-115 : 1 Salida (IKUSI)	
	5-862 MHz
Atenuación de paso (dB)	1
Atenuación de derivación (dB)	15
Derivador UDL-120 : 1 Salida (IKUSI)	
	5-862 MHz
Atenuación de paso (dB)	0,9
Atenuación de derivación (dB)	20
Distribuidor UDV-307 : 3 Salidas (IKUSI)	
	5-862 MHz
Pérdidas de inserción (dB)	6,7
BAT: ARTU900	
	5-862 MHz
Atenuación (dB)	4,5

2.1.8. Cálculo de parámetros básicos de la instalación

En el anexo se detallan los cálculos de los parámetros básicos de la ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrenales.

2.1.8.1. Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso

Se detalla a continuación el cálculo de los niveles de señal en las tomas de usuario, para el mejor y peor caso, en cada una de las dos ramas de la ICT.

Para comprobar que los componentes de la instalación que hemos escogido nos sirven para cumplir los mínimos y máximos de los niveles de señal establecidos en la normativa (Real decreto 403/2003 de 4 de abril), calculamos los casos extremos. De esta forma si los casos extremos cumplen con la normativa podemos asegurar que los otros casos también cumplirán con la normativa y entonces nuestros componentes son los correctos.

TV analógica (UHF):

- Peor Caso:

- Frecuencia: 682 MHz ; Canal: 47
 - Tomas de mayor atenuación: planta baja, habitaciones 5, 10, 15
- Valor final : 62,04 dB μ V

- Mejor caso:

- Frecuencia: 486 MHz ; Canal: 23
 - Tomas de menor atenuación: Onceava planta, habitaciones 1, 6 y 11
- Valor final : 79,88 dB μ V

Podemos apreciar que en ambos casos el nivel de señal es muy próximo a los límites inferior y superior que establece la normativa (60 - 80 dB μ V).

TV Digital (DVB-T):

Los cálculos los realizaremos para los canales comprendidos entre 64-69 que son representativos de los reservados a la recepción de la TDT.

- Peor caso:

→ Valor final : 51,71 dB μ V

- Mejor caso:

→ Valor final : 69,56 dB μ V

Como podemos observar el peor caso de la señal recibida en la toma esta dentro del margen que establece la normativa(45-70 dB μ V).

FM:

- Peor caso:

→ Valor final : 52,91 dB μ V

- Mejor caso:

→ Valor final : 69,83 dB μ V

Nuevamente podemos ver en los dos casos extremos que el nivel de señal que recibimos a las tomas cumple la normativa puesto que se encuentran entre el margen de valores posibles.

2.1.8.2. Cálculo Atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera a las tomas de usuario, en la banda 15 – 862 Mhz

En el Anexo veremos unos cuadros donde aparecen detallados todos los resultados de las atenuaciones calculadas para cada planta y habitación.

2.1.8.3. Relación señal/ruido

La figura de ruido total del conjunto cable de antena – amplificadores será inferior a 15 dB.

Seguidamente vemos la potencia de ruido en el mejor caso planta 11, habitaciones H1, H6 y H11 (canal 23) y en el peor caso, planta 1, habitaciones H5, H10 y H15 (canal 47). Si estos valores son correctos, lo serán los de todo el sistema:

Tabla 2.8. Factor y Potencia de Ruido

Planta	L_1 (lineal) [0,39 dB]	F_A (lineal) [7 dB]	G_2 (lineal) [20 dB]	L_2 (lineal)	F_t (dB)	N (dB μ V)
11	1,093	5,011	100	24,26	3,74	7,54
1	1,093	5,011	100	2398,83	15	18,8

Y observamos en la tabla las relaciones señal/ruido en estos dos mismos casos concretos:

Tabla 2.9. Relación Señal a Ruido de la mejor y peor toma

Planta	V_a (dB μ V)	N (dB μ V)	C/N (dB)
11	78,88	7,54	72,34
1	62,04	18,8	43,24

Si observamos la normativa, estamos dentro de los márgenes legales, y de sobra.

2.1.8.4. Intermodulación

Los productos de intermodulación de tercer orden pueden estimarse de manera teórica para señales de modulación AM-TV, no existiendo expresiones contrastadas para otros tipos de modulación como FM-TV, 64 QAM-TV, QPSK-TV o COFDM-TV.

En AM-TV se define la **intermodulación simple**, cuando la cabecera está formada por amplificadores monocanales (como es el caso de la instalación de esta ICT), como la relación en dB entre el nivel de la portadora de un canal (la de vídeo), y el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por las tres portadoras presentes en el canal (vídeo, audio y color). Esta relación viene dada por la expresión:

$$C/I \text{ (dB)} = (C/I)_{\text{amp}} + 2 (V_o \text{ max} - V_o) \quad (2.1)$$

Donde:

$(C/I)_{\text{amp}}$ = Nivel de intermodulación del amplificador (Norma UNE 20-253-79)

V_o = Nivel de tensión real a la salida del amplificador

$V_o \text{ max}$ = Nivel de referencia de salida máxima del amplificador, obtenido por el método de dos portadoras.

En los amplificadores de cabecera que se utilizarán en la ICT de este proyecto, se tienen los siguientes valores:

$(C/I)_{\text{amp}} = 60 \text{ dB}$

$V_o \text{ max} = 126 \text{ dB}\mu\text{V}$

$V_o = 119,13 \text{ dB}\mu\text{V}$ para el caso peor de los amplificadores AM-TV monocanales de la ICT.

Por tanto:

$$C/I \text{ (dB)} = 60 + 2 (126 - 119,13) = 73,74 \text{ dB}$$

Valor que está por encima de los 54 dB especificados en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, para este tipo de señales. No tiene que haber ningún problema si el instalador sigue las instrucciones del fabricante y las de este proyecto.

No se estiman los efectos de **intermodulación múltiple** en las cabeceras de la ICT, debido a que todos los amplificadores utilizados en la instalación para el servicio de TV, son amplificadores monocanales.

Para el resto de las señales presentes en la instalación de TV terrestre cuya modulación es COFDM-TV, no pueden estimarse mediante cálculo los valores de intermodulación, pero estos estarán dentro de los márgenes establecidos en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, del Ministerio de Ciencia y Tecnología ($\geq 30 \text{ dB}$), al utilizarse amplificadores monocanales para los canales de TV digital terrestre, y estar su punto de operación dentro de las características y límites establecidos por el fabricante.

2.1.8.5. Descripción de los elementos componentes de la instalación

Se detallan a continuación los componentes de cada una de las instalaciones de la ICT.

Tabla 2.10. Elementos Captadores

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	Antena Yagi banda de UHF, canales 21 a 69, ganancia 16 dBi	SG-2129/16
1	Antena dipolo plegado circular FM/BI, ganancia 0 dBi	IKS-1E/FM
2	Tramo de mástil de 2,5 m de longitud, diámetro 40 mm, espesor 2 mm	M-1 o similar
1	Juego de tornillería para unión de mástil	T-1 o similar
2	Soporte empotrable en pared tipo "U" reforzada de 300 mm de longitud	S-1 o similar
1	Placa brida viento para mástil de 45 mm	PBV-1 o similar
6	Uniones dobles para cable de acero de 3 mm	PERR-1 o similar
3	Tensores para riostra de 3/8	TENS-1 o similar
30	Metro lineal de cable de acero para riostra	CA-1 o similar
3	Taco de acero de doble expansión 16 mm	TADE-1 o similar
3	Tornillos acero inoxidable con cabeza de argolla para tacos de 16 mm	TCA-1 o similar
20	Bridas plásticas para sujeción de cable 300 mm de longitud	BRI-1 o similar
1	Tubo de silicona no ácida para sellado de tornillería	SIL-1 o similar
3	Metro lineal cable coaxial de 75 Ohm para exteriores, dieléctrico PE	COAX-1 o similar
15	Metro lineal cable Cu aislado para conexión tierra 25mm ²	CU-1 o similar

Tabla 2.11. Elementos de Cabecera

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	Soporte montaje de cabecera	SMC-1 o similar
1	Cofre amplificadores 14 módulos	CA/12 o similar
1	Placa embellecedora	PEM-1 o similar
1	Fuente de alimentación para cabecera	FA/12 o similar
1	Módulo amplificador regulable para la banda de FM, ganancia 36 dB	MZB-128o similar

17	Módulo amplificador regulable monocanal para la banda de UHF, ganancia 45 dB	MZB-149o similar
3	Módulo amplificador regulable multicanal para TV digital C66-C69(UHF), ganancia 55 dB	MZB-185o similar
1	Inyector de corriente en cabecera	ICC-1 o similar
24	Puente EMC F	P-EMC o similar
2	Carga conector F 75 Ohm	F-75 o similar
5	Conector F 75 Ohm	F-C o similar
3	Metro lineal cable coaxial de 75 Ohm para interiores, dieléctrico PE	COAX-2 o similar

Tabla 2.12. Elementos Distribuidores

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
330	Derivador 1D – Lpaso: 1,1 dB Lderiv: 10 dB	UDL-110 o similar
14	Derivador 1D – Lpaso: 1 dB Lderiv: 15 dB	UDL-115 o similar
8	Derivador 1D – Lpaso: 0,9 dB Lderiv: 20 dB	UDL-120 o similar
22	Distribuidor 3 S – Linserción : 6,7 dB	UDV-307 o similar
330	Toma de usuario – BAT – Linserción: 4,5 dB	ARTU900 o similar

Tabla 2.12. Materiales Complementarios

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
330	Bases de toma de usuario individuales, con filtros, salidas TV-FM y SAT	BAT-1 o similar

3. Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público

Este capítulo tiene por objeto describir y detallar las características de la red que permita el acceso y la distribución del servicio telefónico de los distintos operadores, a los usuarios del mismo desde como mínimo el número de estancias del hospital a las que hace referencia el Reglamento de infraestructuras comunes de telecomunicaciones.

3.1. Establecimiento de la topología e infraestructura de la red

3.1.1. Red de Alimentación

Los distintos Operadores del Servicio Telefónico Básico accederán al hospital a través de sus redes de alimentación, que pueden ser cables o vía radio. En cualquier caso accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente y terminarán en unas regletas de conexión (Regletas de Entrada) situadas en el Registro Principal de Telefonía.

Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionado e instalación de la red de alimentación. El acceso de la misma hasta el RITI se realizará a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización de enlace.

En el Registro Principal, que se instalará según proyecto, se colocarán las regletas de conexión (Regletas de Salida) desde las cuales partirán los pares que se distribuyen hasta cada usuario, además dispone de espacio suficiente para alojar las guías y soportes necesarios para el encaminamiento de cables y puentes así como para las regletas de entrada de los operadores.

En el RITS se establece una previsión de espacio para la eventual instalación de los equipos de adaptación de señal en el caso en el caso en que los operadores accedan vía radio.

Red interior del hospital

Se compone de:

- Red de alimentación
- Red de distribución
- Red de dispersión

Las diferentes redes que constituyen la red total del hospital se conexionan entre sí en los puntos siguientes:

- Punto de Interconexión (entre la red de alimentación y la red de distribución)
- Punto de distribución (entre la red de distribución y la red de dispersión)
- Punto de acceso de usuario (entre la red de dispersión y la red interior de usuario)

3.1.2. Cálculo y dimensionado de la red y tipos de cables

El Hospital, de 484 estancias objeto del presente proyecto tiene la siguiente distribución:

Plantas 1 a 11 : 44 estancias por planta

**Dos líneas por estancia (con previsión de telefonía corporativa sin hilos), hay 11 plantas y en cada planta habrá 44 estancias, lo que hace 484 estancias, es decir habrá 968 líneas entre todas las estancias.*

Número de pares necesarios:

La cifra de demanda prevista se multiplicará por 1,5, para prevenir posibles averías de algunos pares o alguna desviación por exceso en la demanda de líneas.

Tabla 3.1. Número de pares necesarios

	NÚMERO	PARES
Habitaciones + despachos + otros	484	968
Coefficiente corrector		1,5
Pares necesarios		1452

Siendo 1452 el número de pares necesarios, la red de distribución estará formada por el cable normalizado inmediato superior. De esta forma se utilizarán cables de pares normalizados que en nuestro caso serán 14 cables de 100 pares + 1 de 75 pares, que se distribuirán de la siguiente forma:

3.1.3. Estructura de distribución y conexión de pares

En la planta baja del área General no habrá telefonía propia del hospital. Si habrán en los anexos del Hospital General donde está administración, en cuyo proyecto no entramos.

En cada planta de viviendas se segregarán 132 pares, que entre 44 estancias nos resultan 3 pares (2 para las estancias y 1 de reserva).

Este cable se conectará en el extremo inferior a las regletas de conexión situadas en el Registro Principal, instalado en el RITI.

3.1.4. Número de tomas

Tabla 3.2. Tomas totales en el hospital

Estancias	Nº Tomas / estancia	Nº TOMAS TB totales
484	2	968

3.1.5. Dimensionado

1) Punto de interconexión

En esta instalación se encontrara situado en el RITI y los cables de operador pasaran por la canalización principal del enlace. El cable sube por la canalización “ Montantes de Telecomunicaciones”.

2) Punto de distribución de planta

La distribución en planta se realizara en los equipos previstos en los registros secundarios.

3.1.6. Resumen De Los Materiales Necesarios Para La Red De Telefonía

La descripción detallada de los materiales necesarios para realizar una red telefónica se podrán observar en los distintos esquemas que se presentan en puntos posteriores, así como en la memoria general del proyecto, dando importancia ante todo al registro principal, los registros secundarios ubicados en cada planta, los PAUs y las tomas telefónicas.

4. Canalización e Infraestructura de Distribución

En este punto lo que se quiere definir es la dimensión de las canalizaciones, recintos, registros y PTRs necesarios que constituirán la infraestructura donde se ubicaran los cables y equipamiento necesarios para permitir el acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones definidos en los apartados anteriores.

4.1. Consideraciones sobre el esquema general del hospital

Para definir lo que serian las partes mas importantes del hospital tendríamos que tener en cuenta las siguientes partes:

- Canalización externa.
- Canalización de enlace.
- Canalización principal
- Canalización secundaria
- Canalización interior de usuario

4.2. Arqueta de entrada y canalización externa

4.2.1. Arqueta De Entrada (40x40x60)

Es el recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicaciones del inmueble. Se encuentra en la zona exterior de inmueble y a ella confluyen por un lado las canalizaciones de los distintos operadores y por otro la canalización externa de la ICT del hospital. Su construcción corresponde a la propiedad del hospital.

La arqueta de entrada deberá tener unas dimensiones mínimas de 400 x 400 x 600 mm (largo x ancho x profundo). Dispondrá de dos puntos para el tendido de cables situados a 150 mm por encima de su fondo.

4.2.2. Canalización Externa ≥ 5 tubos $\varnothing 63$

Está constituida por los conductos que discurren por la zona exterior del inmueble desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general del inmueble. Es la encargada de introducir en el inmueble las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores. Su construcción corresponde a la propiedad del inmueble.

4.2.3. Zona Externa Del Inmueble

Soporta las redes de alimentación de TB+RDSI y la de Telecomunicaciones por cable, por zona de dominio publico desde las centrales suministradoras de estos servicios de telecomunicación hasta el punto de entrada general del hospital.

La parte de canalización externa que se deriva al inmueble comenzara en una arqueta de entrada para la unión de las infraestructuras de los Operadores con el inmueble.

Este proyecto contempla la construcción de dicha arqueta así como la canalización externa desde en la hasta el inmueble. La construcción de ambas es responsabilidad de la propiedad del inmueble.

4.3. Registros de enlace

Los puntos de entrada general son el punto en que la red de alimentación entra en zona comunitaria. Es, pues, donde termina la canalización externa y empieza la canalización de enlace.

Existen dos puntos de entrada general (uno para la red de alimentación superior y uno para la red de alimentación inferior) que consisten en unos pasamuros desde el exterior del hospital hasta el interior. En el caso de la red de alimentación inferior deberá habilitarse un registro de enlace. Las dimensiones mínimas de dicho registro de enlace siempre serian de 50X50X15 cm (alto x ancho x profundo).

4.4. Canalización de enlace

Para la entrada al inmueble por la parte inferior, es la que soporta los cables de la red de alimentación desde el punto de entrada general (registro de enlace) hasta el RITI.

4.4.1. Canalización De Enlace Inferior: ≥ 4 Tubos $\varnothing 63$

Conecta el punto de entrada general con el RITI.

4.4.2. Canalizaciones De Enlace Superior: 4 Tubos $\varnothing 40$

Para la entrada al inmueble por la parte superior, es la que soporta los cables que van desde los sistemas de captación hasta el RITS.

Comienza en el pasamuros efectuado en la cubierta del hospital y termina en el interior del Recinto de Telecomunicación.

4.5. Recintos de instalaciones de telecomunicación

Se incluye en el proyecto la construcción de infraestructuras comunes de Telecomunicación (RITI Y RITS) que incluirá los componentes típicamente contenidos en los recintos de telecomunicaciones.

Se utilizaran para ubicar los repartidores de telefonía y equipos terminales de cable y RDSI(RITI).

4.5.1. Recinto De Instalaciones De Telecomunicacion Inferior (RITI)

Es el local o habitáculo donde se instalaran los registros principales correspondientes a los diferentes operadores de los servicios de telecomunicación de TB + RDSI, TLCA i SAFI, i los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios. Así mismo, de este recinto arranca la canalización principal de la ICT del inmueble.

4.5.2. Recinto De Instalaciones De Telecomunicacion Superior (RITS)

Es el local o habitaculo donde se instalaran los elementos necesarios para el suministro de los servicios de RTV. En el se albergaran los elementos necesarios para adecuar los señales procedentes de los sistemas de captación de emisiones radioeléctricas de RTV, para su distribución en la ICT. Estará preferentemente en la cubierta i nunca por debajo de la ultima planta del inmueble.

4.6. Canalización principal y registros secundarios

4.6.1. Canalización Principal

Esta canalización es la que lleva las líneas principales hasta las diferentes plantas y facilita la distribución de los servicios a los usuarios finales. Estará interceptada por los registros secundarios en cada planta del hospital.

Podrán estar enterradas, empotradas o ir superficiales y materializarse mediante tubos, canales o galerías, alojándose, en estos dos últimos casos, en ellas exclusivamente redes de telecomunicación, y discurrirán, siempre que sea razonable, por la zona común y en cualquier caso por zonas accesibles.

La canalización se realiza mediante tubos de tipo. Su utilización se determinara de la siguiente manera:

- 2 tubos para TB+RDSI. Se realizara mediante tubos de 50 mm de diámetro y de pared interior lisa.
- 2 tubos para RTV.
- 2 tubos para TLCA (previsión)
- 1 tubos de reserva. Mediante tubos de 50 mm de diámetro y de pared interior lisa.

Los tramos horizontales de la canalización principal que unen distintas verticales se dimensionaran con la capacidad suficiente para alojar los cables necesarios para los servicios que se distribuyen en función del numero de PAU a conectar.

4.6.2. Registros Secundarios

Son los registros que se intercalan en la canalización principal en cada planta y que sirven en la misma, todos los servicios en número suficiente para los usuarios de esa planta.

La canalización principal le llega por abajo, se interrumpe por el registro y continúa para enlazar con la de la planta superior, finalizando en el RITS. Los registros secundarios serán armarios cerrados con llave. Dentro se colocan los derivadores de los ramales de RTV y las cajas de distribución interior con las regletas para la segregación de pares telefónicos.

En nuestro caso tendremos los siguientes registros:

*22 Registros de 50x70x15 cm

4.7. Canalización secundaria y registros de paso

4.7.1. Canalización Secundaria

En este caso no existe canalización secundaria, ya que los tubos no van a un PAU si no que se dirigen a la toma de usuario.

4.7.2. Registros De Paso

Los registros de paso son cajas con entradas laterales preiniciadas e iguales en sus cuatro paredes, a las que se podrán acoplar conos ajustables multidímetro para entrada de conductos. Se dimensionarán en función del número de tubos que deban alojar según la distribución de la canalización secundaria en los huecos arquitectónicos. Para nuestro caso utilizaremos registros de dimensiones mínimas 17 x 17 x 4 cm (alto x ancho x profundo).

4.8. Registros de terminación de red

Los registros de terminación de red son registros que están colocados en el interior de las viviendas y en ellos termina la canalización de dispersión. En ellos se instalan los elementos que se emplean para separar la red comunitaria y la privada de cada usuario.

4.9. Canalización interior de usuario

Es la que soporta la red interior de usuario, conecta los registros de terminación de red y los registros de toma. En ella se intercalan los registros de paso. Los registros de toma son los elementos que alojan las bases de acceso terminal (BAT), o tomas de usuario, que permiten al usuario efectuar la conexión de los equipos terminales de telecomunicación o los módulos de abonado con la ICT, para acceder a los servicios proporcionados por ella.

Para el caso de RTV-SAT, la unión se efectuará mediante un conducto de 20 mm. de diámetro, como mínimo.

4.9.1. Registros de toma

Son cajas empotradas universales en la pared, donde se alojan los puntos de terminación de red. Por cada punto de terminación hay un registro de toma. Estas cajas o registros deberán disponer para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario) de, al menos, dos orificios para tornillos separados entre sí un mínimo de 60 mm, y tendrán, como mínimo, 42 mm de fondo y 64 mm en cada lado exterior.

4.9.2. Resumen de materiales

Elemento	Servicio	Dimensiones
Arqueta de entrada		400x400x600 mm
Canalización externa	TB+ RDSI TLCA Reserva	1 Ø 63 mm 1 Ø 63 mm 2 Ø 63 mm
Canalización de enlace inferior	TB+ RDSI TLCA Reserva	1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm 2 Ø 40 mm
Registros de enlace inferior	En pared	500x500x150 mm
Canalización de enlace superior	RTV terrestre TV satélite SAFI Reserva	1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm 1 Ø 40 mm
Registros de enlace superior		360x360x120 mm
Registros Principales	1 TB	500x500x120 mm
Canalización principal	TB+ RDSI RTV TLCA+ SAFI Reserva	2 Ø 50 mm 2 Ø 50 mm 2 Ø 50 mm 1 Ø 50 mm
Registros secundarios (2 por planta)	TB, TLCA y RTV	500x700x150 mm
Registros de terminación de red	TB+ RDSI RTV TLCA+ SAFI	170x100x40 mm 200x300x60 mm 200x300x40 mm
Canalización interior	TB+ RDSI RTV TLCA+ SAFI Previsión	Tubo de Ø 20 mm Tubo de Ø 20 mm Tubo de Ø 20 mm Tubo de Ø 20 mm
Bases de acceso terminal (tomas BAT)	TB+RDSI RTV	2 2
Registro de toma	TB+RDSI RTV	64x64x42 mm 64x64x42 mm
Registro paso	Canalización interior	170x170x40 mm

4.10. Resumen Anexo IV Sobre Recintos y Canalizaciones

Figura 4.1. Cuadro Resumen Anexo IV Sobre Recintos y Canalizaciones

REGLAMENTO REGULADOR DE LAS INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIONES -RESUMEN ANEXO IV-	
REGLAMENTO DE ICT RD 401/2003, de 4 de abril B.O.E núm. 115 (14/5/2003) Realizado por: Agustín Rodrigo A. Revisado por: J.A. Santiago C. (Secretario Técnico del COIT)	De aplicación a: Todos los edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de Julio, de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril; y A los edificios que, en todo o en parte, hayan sido o sean objeto de arrendamiento por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.
CES Can. de enlace superior (mm)	4φ 40 tubo de plástico. Ver pyto. de ICT si el tubo es metálico
RES Registro de Enlace Superior (alto, ancho, fondo) cm	Caja de: 36x36x12 Cada 30 m de can. empotrada ó 50 m en can. superficial. En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados. Otros casos ver pyto. ICT
REI Registro de Enlace Inferior (alto, ancho, fondo) cm	Caja de: 45x45x12 Cada 30 m de can. empotrada ó 50 m en can. superficial. En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados. Otros casos ver pyto. ICT Arqueta de: 40x40x40 Cada 50 m de can. subterránea. En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados. Otros casos ver pyto. ICT
RT Registros de Toma Todos tendrán a menos de 50 cm una base de enchufe	Uno para cada servicio (con toma), por cada dos estancias o fracción (no computan baños ni trasteros) Por pequeña que sea la vivienda se instalarán dos registros (con toma) para cada servicio. En locales comerciales y oficinas se instalará como mínimo un registro para cada servicio (Ver pyto. ICT) En todas las estancias, en las que no haya toma, habrá al menos un registro con su correspondiente canalización Los registros de TLCA, SAFI y RTV de cada estancia estarán próximos
CIU Can. Interior de Usuario (mm)	φ mínimo 20 (El diámetro dependerá del número de cables que en el se instalen). Configuración en Estrella
RTR Registro Terminación Red (Entre 20 y 230 cm del suelo) (alto, ancho, fondo) cm Caja con toma de corriente o base de enchufe, de:	(10x17x4) para TB+RDSI (Telefonía Básica + Red Digital de Servicios Integrados) (20x30x6) para RTV (Radio y Televisión. Analógica y Digital) (20x30x4) para TLCA y SAFI (Telecomunicaciones por Cable y Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico) (30x40x6) si se integran dos servicios en una sola caja (30x50x6) si se integran los tres servicios en una sola caja
CS Can. secundaria (mm)	PAU/planta ≥ 6, el numero de tubos será 4 y su diámetro (25 < φ < 40), desde RS hasta RP -Ver proyecto ICT- PAU/planta < 6, el numero de tubos 3 φ 25, desde RS ó RP hasta RTR
RP Registro de Paso (alto, ancho, fondo) cm Máximo 2 curvas de 90° entre 2 RP. A + de 10cm del encuentro entre 2 paramentos	Caja Tipo: A (36x36x12) en C.S. en tramo comunitario y PAU/planta ≥ 6 B (10x10x4): En C.S. en tramos de acceso a las viv. de RS ó RP tipo A a RTR si la distancia entre ellos > 15m En C.I.U. para TB+RDSI: -En bifurcación -Si la distancia a R.T. es superior a 15m. -Si el radio de curvatura < 120 mm en viv. y < 250 mm en oficinas C (10x16x4) en C.I.U. de TLCA, RTV y SAFI: -En bifurcación -Si la distancia a R.T. es superior a 15m. -Si el radio de curvatura < 120 mm en viv. y < 250 mm en oficinas
USUARIO =Local C.; Oficina; Apto. Vivienda; Etc.	NUMERO DE Puntos de Acceso de Usuario (P.A.U.) 1-2 -3 -4 5-6...10 11 - 12 13...20 21-22-23.....30 31...40 41...45 46...100 > 100
RS Registro Secundario (alto, ancho, fondo) cm (a 30 cm del techo su parte mas alta, en viv. en pisos)	En pisos y por cada vertical 45x45x15 (PAU/ planta ≤3) 45x45x15 (PAU/ planta ≤4) (≤ 5 plantas) Si el nº. de PAU/planta excede lo indicado Caja de: 45x45x15 - Cada cambio de dirección o bifurcación de la can. Principal - Cada 30 m. de la can. Principal - En los casos de cambio en el tipo de conducción - Para alojar amplificadores Arqueta de: 40x40x40 Cada 50 m. de canalización sea subterránea, en cambios de dirección y en bifurcación de la C.P. Unifamiliares Caja de: 45x45x15 (ver apéndice 9) Excepción En las plantas donde se ubican los RIT la función RS para los usuarios de la planta se puede integrar en el RIT
CP Can. principal (mm). Tubos	5φ50 6φ50 7φ50 Ver proyecto ICT (PAU/ planta > 8 ó unión entre verticales, ver Pyto ICT)
RITU (cm) (alto, ancho, fondo)	En pisos y solo hasta BAJA+3 200x100x50 Unifamiliares 200x100x50 230x200x200
RITI=RITS (cm) (alto, ancho, fondo)	En pisos 200x100x50 200x150x50 200x200x50 230x200x200 Ver RITU Puede ser modular Puede ser modular Puede ser modular De obra
CEI Can. de enlace inferior (mm)	Nº de tubos: Igual que la canalización externa. Su diámetro (40 < φ < 63) -Ver proyecto ICT-
CEX Canalización externa (mm)	3φ63 4φ63 5φ63 6φ63
AE Arqueta de entrada (cm)	40x40x60 60x60x80 80x70x82 Casos excepcionales: Registro de Acceso/Pasamuro Ver pyto. de ICT
	1-2 -3 -4 5-6...10 11 - 12 13...20 21-22-23.....30 31...40 41...45 46...100 > 100

5. Esquemas Varios

Figura 5.1. Esquema General

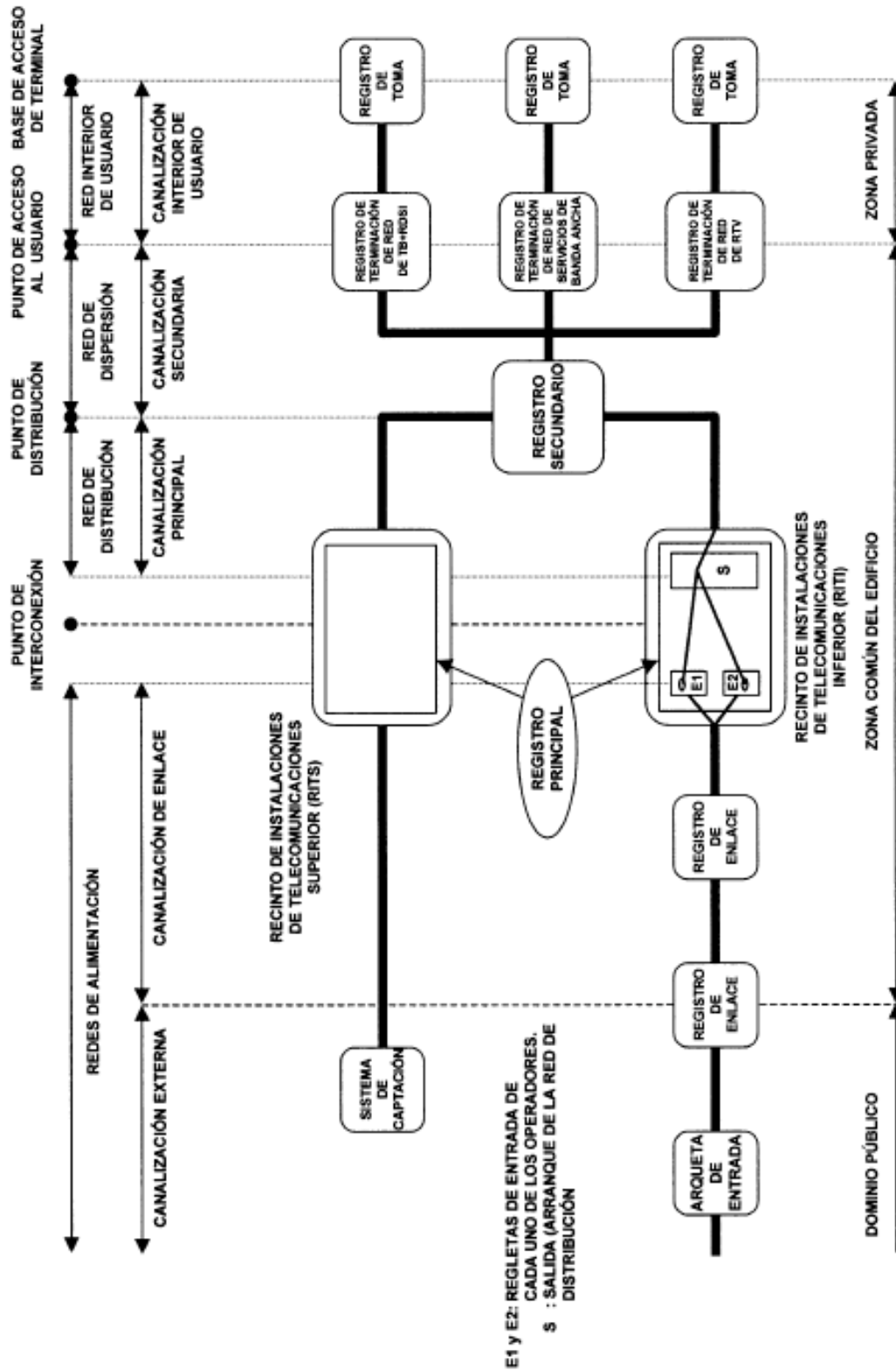


Figura 5.2. Esquema genérico de canalizaciones en inmuebles de viviendas.

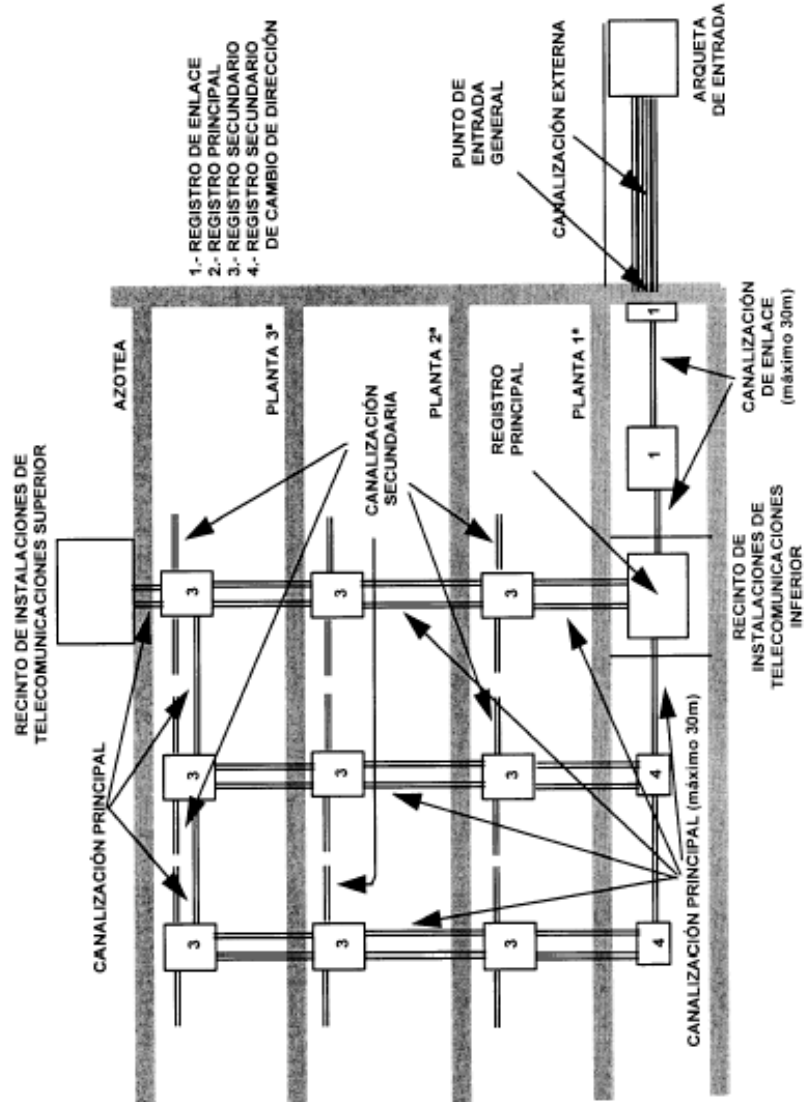


Figura 5.3. Croquis de conducciones desde el exterior de la vivienda.

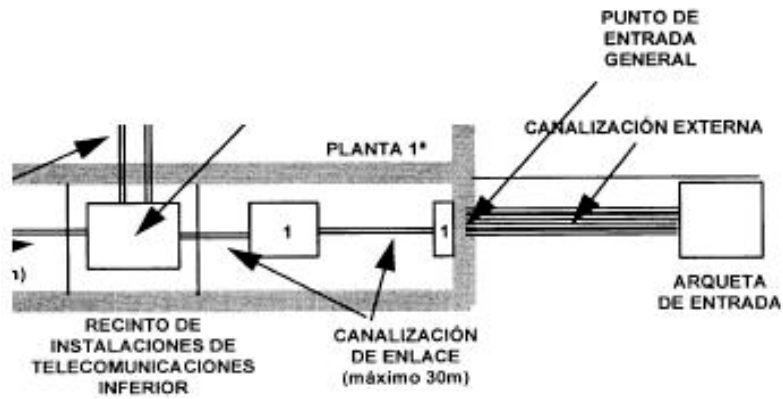


Figura 5.4. Croquis de conducciones.

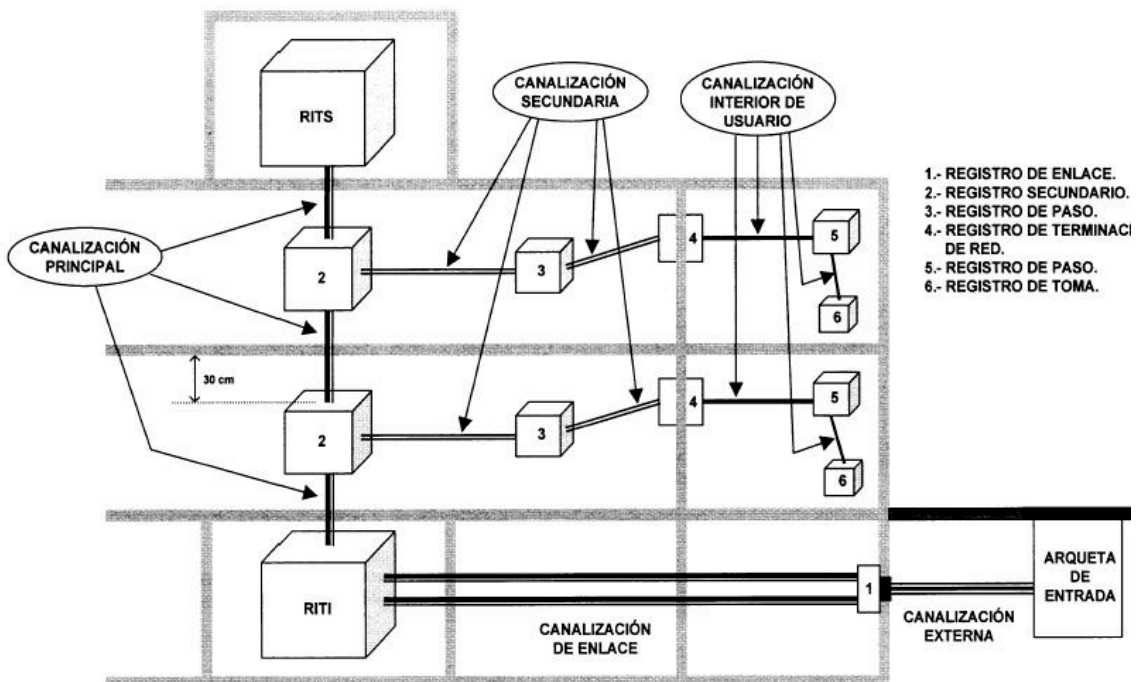


Figura 5.5. Dimensiones mínimas de la arqueta.

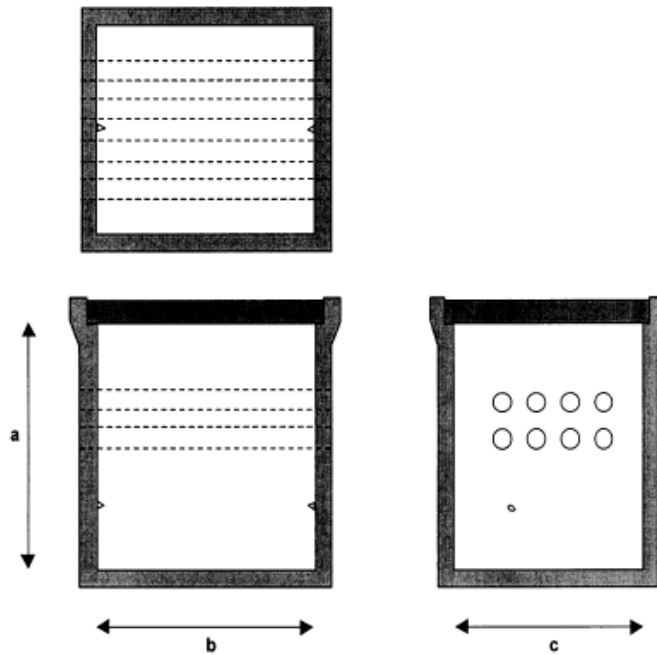
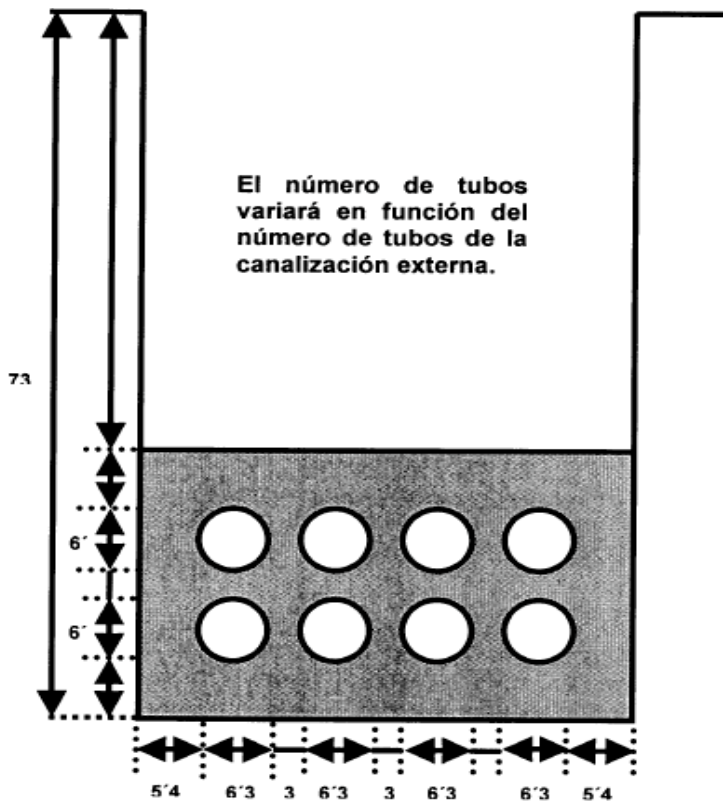


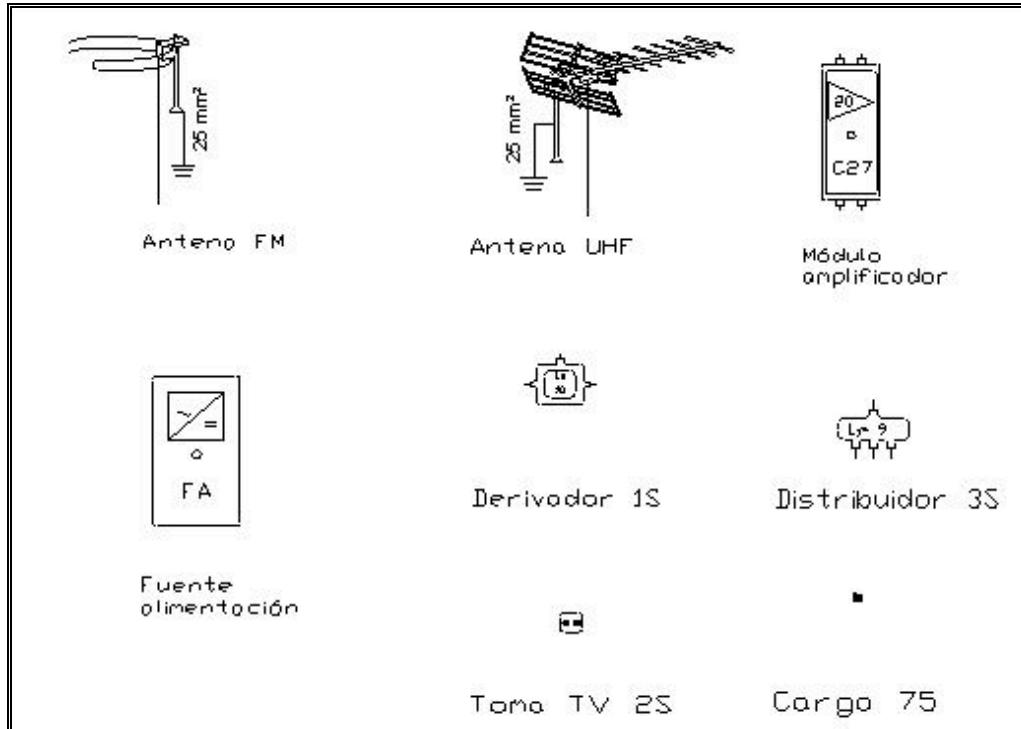
Figura 5.6. Sección transversal de la canalización subterránea para 8 tubos.



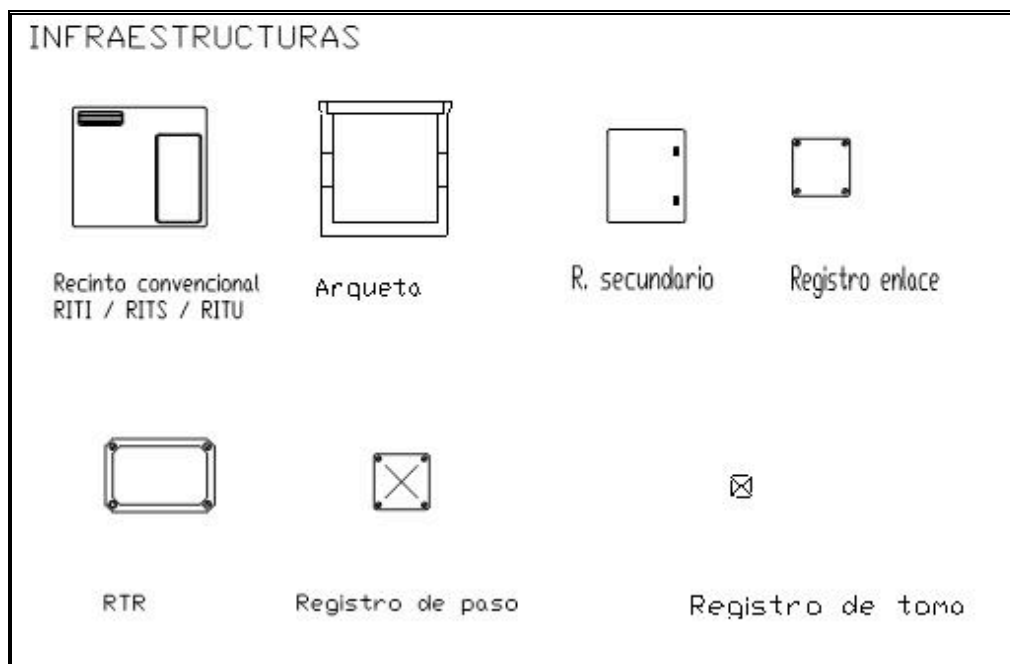
PLANOS

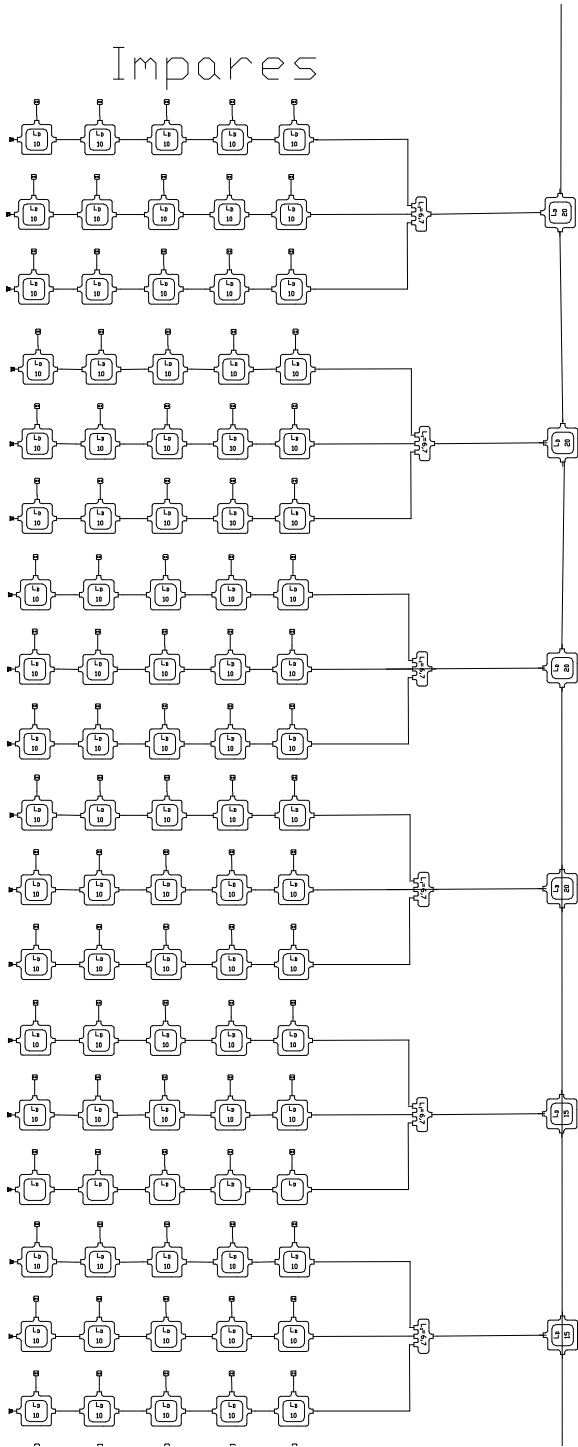
SÍMBOLOS NORMALIZADOS DE INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIÓN

1. Captación y distribución de radio y televisión



2. Recintos





Pl. 11

Pl. 10

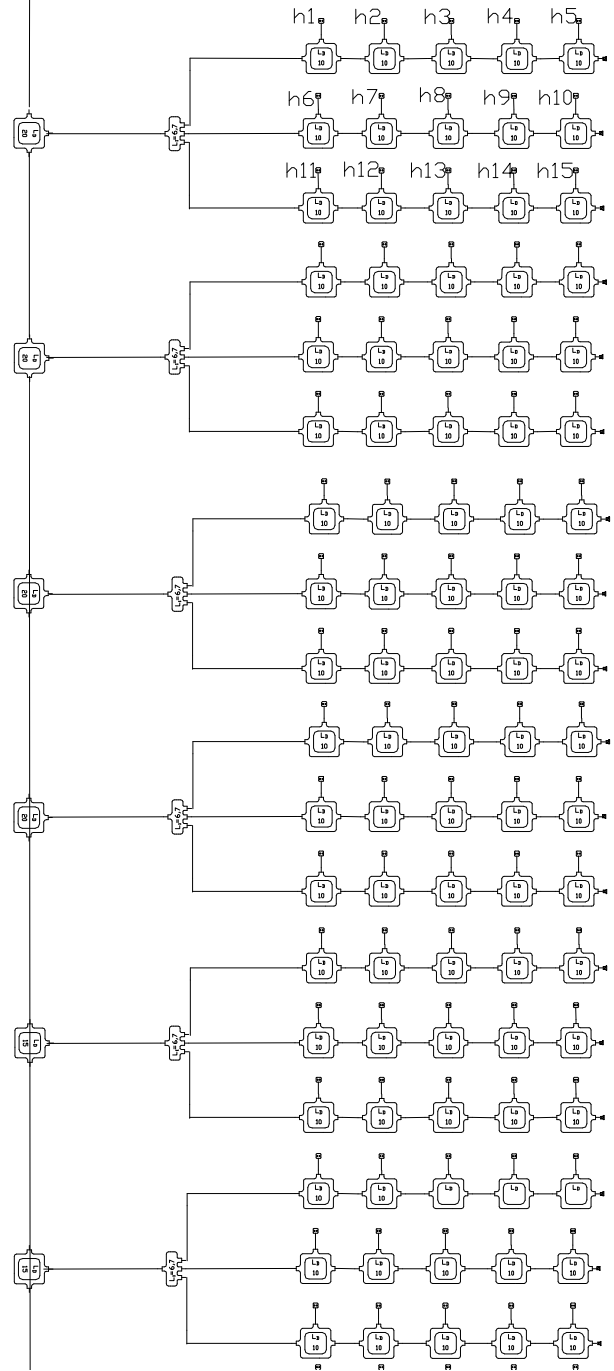
Pl. 9

Pl. 8

Pl. 7

Pl. 6

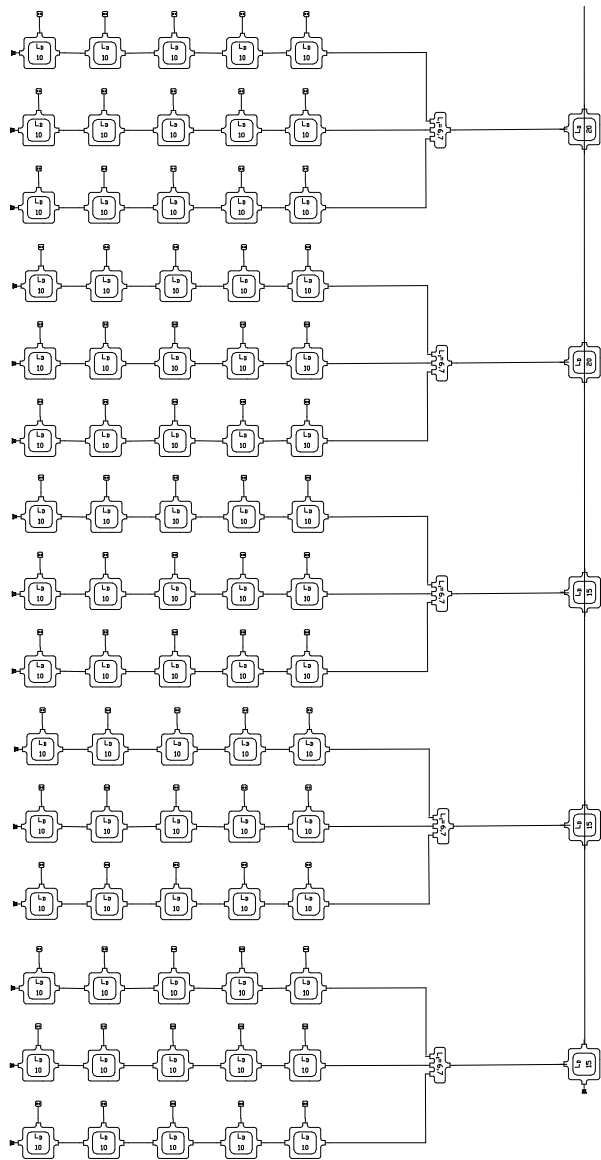
Pares



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN

ESTRUCTURA VERTICAL DE LA INSTALACIÓN

Emplazamiento	Av. Vall Hebrón, 119-129	Escala	nº plano
localidad	BARCELONA	NA	2
Peticionario	Ingeniero Técnico en telecom.		
	F. Javier Rojas Vivas Colegiado nº ----		Fecha Julio
			Nº ref. 06/06



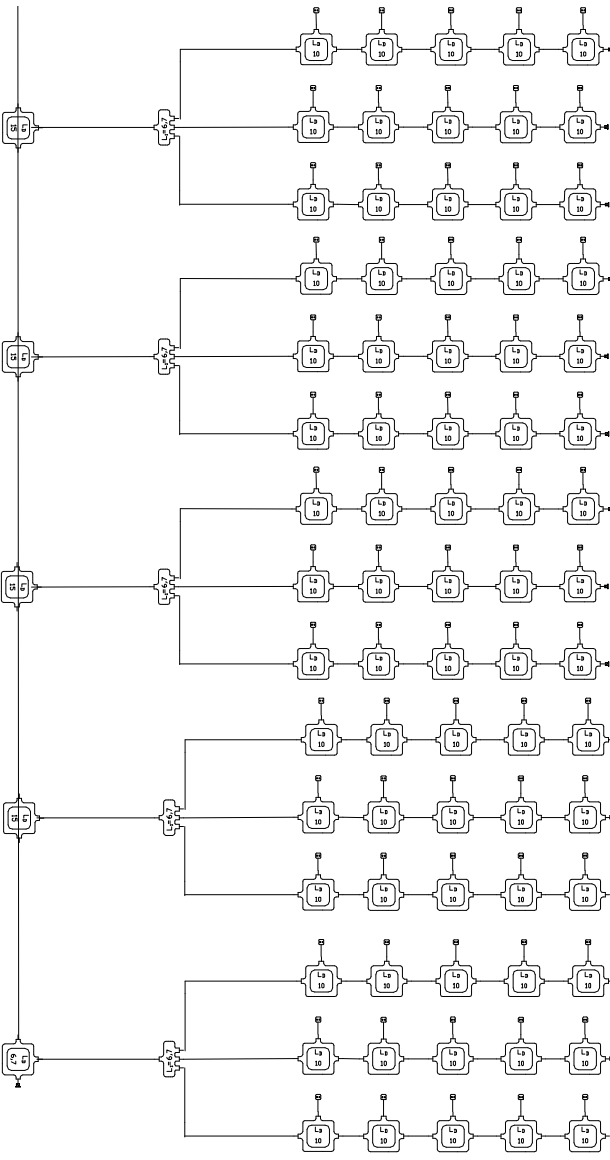
Pl. 5

Pl. 4

Pl. 3

Pl. 2

Pl. 1



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN			
ESTRUCTURA VERTICAL DE LA INSTALACIÓN			
Emplazamiento	Av. Vall Hebrón, 119-129	Escala	nº plano
localidad	BARCELONA	NA	3
Peticionario	Ingeniero Técnico en telecom.		
	F. Javier Rojas Vivas		Fecha
	Colegiado nº ----		Nº ref.
			06/06

AREA QUIRÚRGICA

Sala de Espera

EXIT

CONTROL

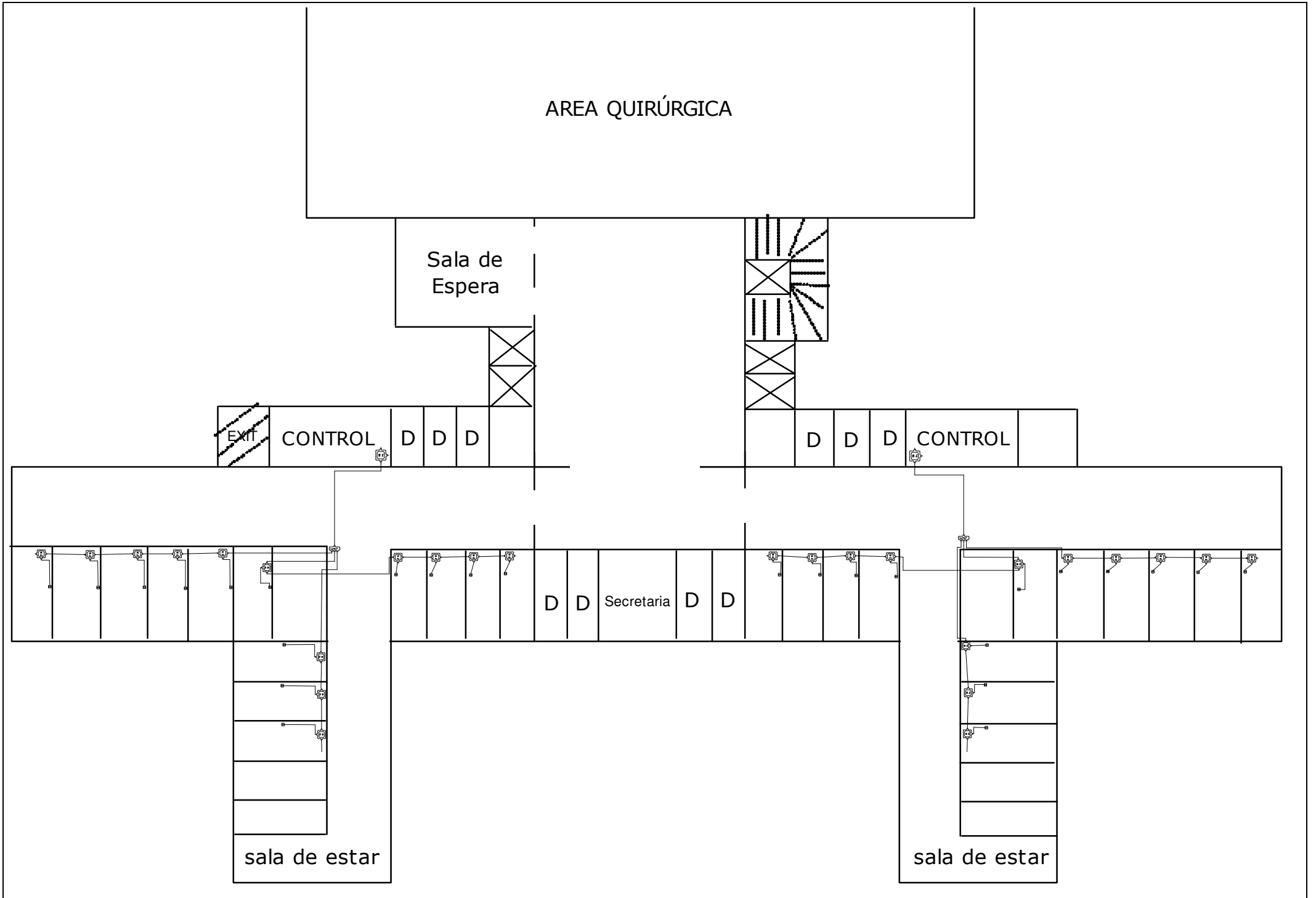
D D D

D D D CONTROL

D D Secretaria D D

sala de estar

sala de estar



PLIEGO DE CONDICIONES

1. Radiodifusión sonora i televisión

Seguidamente enumeraremos el conjunto de elementos necesarios para asegurar la distribución de las señales desde el equipo de cabecera hasta las tomas de usuario.

Características funcionales

Con carácter general, las infraestructuras comunes de telecomunicación para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión y televisión deberán respetar las siguientes consideraciones:

- El sistema deberá disponer de los elementos necesarios para proporcionar en la toma de usuario las señales de radiodifusión sonora y televisión con los niveles de calidad exigidos.
- Tanto la red de distribución como la red de dispersión estarán preparadas para permitir la distribución de la señal, de manera transparente, entre la cabecera y la toma de usuario en la banda de frecuencias comprendida entre 47 y 2.150 Mhz.
- En cada uno de los dos cables que componen las redes de distribución y dispersión se situarán las señales procedentes del conjunto de elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión terrestres, quedando el resto de ancho de banda disponible de cada cable para situar, de manera alternativa, las señales procedentes de los posibles conjuntos de elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión por satélite.
- En ningún caso podrán ser distribuidas por las infraestructuras comunes de telecomunicaciones señales difundidas por entidades que no dispongan del preceptivo título habilitante.
- Las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestres, cuyos niveles de intensidad de campo superen los establecidos, difundidas por las entidades que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se encuentre situado el inmueble, deberán ser distribuidas, sin manipulación ni conversión de frecuencia, salvo en los casos en los que técnicamente se justifique en el proyecto técnico de la instalación, para garantizar una recepción satisfactoria, en particular, cuando exista saturación de los equipos.

La ICT deberá estar diseñada y ejecutada de manera que se cumplan las normas UNE-EN 50083-1 + Amd. y UNE-EN 50083-8 en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética para este tipo de instalaciones.

1.1. Características de los elementos de captación.

- Las antenas y elementos anexos: soportes, anclajes, mástiles, etc., deberán ser materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente a estos efectos.
- Los mástiles o tubos que sirvan de soporte a las antenas y elementos anexos, deberán estar diseñados de forma que se impida, o al menos se dificulte la entrada de agua en ellos y, en todo caso, se garantice la evacuación de la que se pudiera recoger.

- Los mástiles de antena deberán estar conectados a la toma de tierra del hospital a través del camino más corto posible, con cable de 6 mm. de diámetro.
- La ubicación de los mástiles o torretas de antena, será tal que haya una distancia mínima de 5 metros al obstáculo o mástil más próximo; la distancia mínima a líneas eléctricas será de 1.5 veces la longitud del mástil.
- La altura máxima del mástil será de 6 metros. Para alturas superiores se utilizarán torretas.
- Los mástiles de antenas se fijarán a elementos de fábrica resistentes y accesibles y alejados de chimeneas u otros obstáculos.
- Las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:
 - Para sistemas situados a menos de 20 m. del suelo: 130 Km./h.
 - Para sistemas situados a más de 20 m. del suelo: 150 Km./h.
 - Todas las partes accesibles que deban ser manipuladas o con las que el cuerpo humano pueda establecer contacto deberán estar a potencial de tierra o adecuadamente aisladas.
 - Con el fin exclusivo de proteger la unidad exterior y para evitar diferencias de potencial peligrosas entre ésta y cualquier otra estructura conductora, la unidad exterior deberá permitir la conexión de un conductor, de una sección de cobre de, al menos, 6 mm. de diámetro, con el sistema de protección general del hospital.

1.1.1 Características técnicas de los sistemas de captación

Las características de las antenas serán al menos las siguientes:

- FM: Tipo circular omnidireccional
Ganancia 0 dB
- UHF: antena para los canales 21 al 69 (UHF) de las siguientes características:

Tabla 1.1. Características antena UHF

Tipo	Directiva
Ganancia	6 dB (UHF)
Angulo de apertura horizontal	23°
Angulo de apertura vertical	22°
Relación D/A	> 25 dB

1.1.2 Características de los elementos activos

Los equipos amplificadores para la radiodifusión terrena serán monocanales, tanto para los canales analógicos como para los digitales. Ambos con separación de entrada en Z y mezcla de salida en Z, serán de ganancia variable y tendrán las siguientes características:

Tabla 1.2. Características elementos activos (cabecera)

Tipo	FM	UHF monocanal	UHF multicanal
Banda cubierta	88-108 MHz	1 canal analógico	3 canales digitales
Nivel salida max.	> 126 dB _{μV}	> 126 dB _{μV}	> 117 dB _{μV}
Ganancia mínima	30	59	60
Margen de regulación de la ganancia	> 20 dB	> 20 dB	> 20 dB
F de ruido max	7,5 dB	9 dB	5 dB
L_retorno	> 6 dB	> 6 dB	> 6 dB

1.1.3 Características de los elementos pasivos

Figura 1.1. Características de los Derivadores

Derivadores 1 Salida – Serie «UDL-100»

Modelo		UDL-110	UDL-115	UDL-120	UDL-125
Referencia		3226	3227	3228	3229
Atenuación de derivación (±0,7 dB)	dB	10	15	20	25
Atenuación de paso	5-862 MHz	≤ 1,1	≤ 1,0	≤ 0,9	≤ 0,5
	950-1550 MHz	≤ 1,7	≤ 1,7	≤ 1,6	≤ 1,3
	1551-2300 MHz	≤ 2,3	≤ 2,2	≤ 2,1	≤ 2,0
Desacoplo direccional	5-300 MHz	≥ 29	≥ 28	≥ 31	≥ 38
	301-862 MHz	≥ 29	≥ 27	≥ 28	≥ 35
	950-2300 MHz	≥ 19	≥ 23	≥ 19	≥ 24
Pérdidas de retorno	dB	≥ 15 (TV) ≥ 10 (SAT)	≥ 15 (TV) ≥ 10 (SAT)	≥ 15 (TV) ≥ 10 (SAT)	≥ 15 (TV) ≥ 10 (SAT)
Dimensiones	mm	54 x 58 x 26			

Figura 1.2. Características de los Distribuidores

Distribuidores Serie «UDV»

Modelo		UDV-205	UDV-307	UDV-408	UDV-612	UDV-813
Referencia		3307	3365	3308	3309	3310
Nº de salidas ⁽¹⁾		2	3	4	6	8
Atenuación de distribución	5-862 MHz	≤ 3,8	≤ 6,7	≤ 8,2	≤ 10,1	≤ 13,0
	950-1550 MHz	≤ 4,7	≤ 7,3	≤ 8,7	≤ 12,9	≤ 15,0
	1551-2300 MHz	≤ 5,6	≤ 8,2	≤ 9,1	≤ 15,2	≤ 16,9
Pérdidas de retorno		dB	≥ 12	≥ 10	≥ 10	≥ 10
Desacoplo entre salidas	5-300 MHz	dB	≥ 28	≥ 34	≥ 25	≥ 27
	301-862 MHz	dB	≥ 24	≥ 28	≥ 25	≥ 27
	950-2300 MHz	dB	≥ 20	≥ 20	≥ 24	≥ 24
Dimensiones		mm	54 x 58 x 26	58 x 58 x 26	76 x 58 x 26	120 x 58 x 26

1.1.4 Cables

El cable coaxial utilizado deberá estar convenientemente apantallado y cumplir lo dispuesto en las normas UNE-EN 50083, UNE-EN 50117-5 (para instalaciones interiores), y UNE-EN 50117-6 (para instalaciones exteriores). Los cálculos están basados en un cable con las atenuaciones típicas siguientes:

Figura 1.3. Características de los cables

Atenuación 50 Mhz	4 dB / 100 m
Atenuación 100 Mhz	6 dB / 100 m
Atenuación 500 Mhz	16.5 dB / 100 m
Atenuación 800 Mhz	18.5 dB / 100 m
Atenuación 1000 Mhz	20.5 dB / 100 m
Atenuación 1500 Mhz	26 dB / 100 m
Atenuación 2150 Mhz	32 dB / 100 m

La atenuación del cable empleado no superará en ningún caso estos valores, ni será inferior al 20% de los valores indicados.

En cualquier punto de la red se cumplirán las características de transferencia que a continuación se indican:

Tabla 1.2. Características de la red

PARÁMETRO	Unidad	BANDA DE FRECUENCIA	
		5-862 MHz	950-2150 MHz
Impedancia	Ohmios	75	75
Pérdida de retorno en cualquier punto	dB	≥ 10	≥ 10

1.1.5 Base de Acceso Terminal: Características

Tendrán las siguientes características:

- Banda cubierta: 47 – 2.150 Mhz
- Pérdidas de inserción: 4,5 dB
- Impedancia: 75 Ohms

Estarán formados por pares trenzados con conductores de cobre electrolítico puro de calibre no inferior a 0.5 mm. de diámetro, aislado con una capa continua de plástico coloreada según código de colores.

La cubierta de los cables multipares, empleados en la red de distribución, estará formada por una cinta de aluminio lisa y una capa continua de plástico de características ignífugas.

1.2. Diseño y Dimensionado Mínimo de la Red

La Infraestructura Común para el acceso a los servicios de telecomunicaciones por cable podrá no incluir inicialmente el cableado de la red de distribución.

1.2.1. Características físicas

- Según norma UNE 20-523-79.
- Toma blindada según norma CENELEC EN 50083-2

1.2.2. Características eléctricas

- Impedancia: 75 Ohm.
- Banda de frecuencia: 86 – 862 Mhz.
- Pérdidas de retorno TV (40 a 862 Mhz): en todo caso ≥ 10 dB.
- Pérdidas de retorno radiodifusión sonora FM: ≥ 10 dB.

1.2.3. Características de la señal de televisión analógica en el punto de terminación de red.

La red de cable, en su conjunto, deberá estar realizada de manera tal que las señales de televisión analógica presenten en el punto de terminación de red las siguientes características:

- Nivel de señal de televisión: 62-82 dB μ V.
- Nivel de señal de radiodifusión sonora en FM:
 - Señal monofónica: 40-70 dB μ V.
 - Señal estereofónica: 50-70 dB μ V..
- Relación portadora/ruido:
 - Señal de televisión (AM-BLV): ≥ 44 dB.
 - Señal de radiodifusión sonora FM monofónica: ≥ 38 dB.
 - Señal de radiodifusión sonora FM estereofónica: ≥ 48 dB.
- Diferencia de nivel entre canales: ≤ 12 dB.

En caso de que se sustituyan por armarios, tendrán unas dimensiones de 1m x 0.5 m x 2 m y que tenga las mismas características que los recintos.

2. Telefonía disponible al público

Será responsabilidad de la propiedad del inmueble el diseño e instalación de las redes de distribución, dispersión e interior de usuario de este servicio.

2.1. Características de los cables

2.1.1. Cables de un par

Se utilizará en las redes de dispersión y de interior de usuario.

El cable de 1 par estará formado por dos conductores de cobre electrolítico puro de 0,5 mm de \varnothing con una cubierta formada por una capa continua de plástico de características ignífugas.

2.1.2. Cable de dos pares

Se utilizará en las redes de dispersión y de interior de usuario.

El cable de 2 pares estará formado por dos pares trenzados de cobre electrolítico puro de 0,5 mm de \varnothing con una cubierta formada por una capa continua de plástico de características ignífugas.

2.1.3. Cables multipares.

En la red de distribución se utilizará cable multipar.

Estará formado por pares trenzados con conductores de cobre electrolítico puro de calibre no inferior a 0,5 mm de diámetro, con una cubierta formada por una cinta de aluminio y una capa continua de plástico de características ignífugas.

2.2. Características de las Regletas

2.2.1. Punto de Interconexión

Están constituidas por un bloque de material aislante provisto de 10 pares de terminales. Cada uno de estos terminales tendrá un lado preparado para conectar los conductores de cable, y el otro lado estará dispuesto de tal forma que permite el conexionado de los cables de acometida interior o de los puentes.

El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante, realizándose la conexión mediante herramienta especial. Deben tener la posibilidad de medir, al menos hacia ambos lados, sin levantar las conexiones.

En el Registro Principal se incluirá un regletero que indique claramente cual es la vivienda a la que va destinado cada par y el estado de los restantes pares libres.

La resistencia a la corrosión de los elementos metálicos debe ser tal que soporte las pruebas estipuladas en la Norma UNE 2050-2-11.

2.2.2. Punto de Distribución

Estarán constituidas por un bloque de material aislante provisto de 5 pares de terminales. Tienen un lado preparado para conectar los conductores de cable de Red de distribución, y el otro lado los cables de la Red de dispersión.

El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante, realizándose la conexión mediante herramienta especial o sin ella.

Estas regletas se fijarán, con tornillos, a la pared del Registro Secundario.

En cada registro secundario se incluirá un regletero que indique claramente cual es la vivienda a la que va destinado cada par.

Tendrán la facilidad de medir hacia ambos lados sin levantar las conexiones.

La resistencia a la corrosión de los elementos metálicos debe ser tal que soporte las pruebas estipuladas en la Norma UNE 2050-2-11.

2.2.3. Base de acceso terminal (BAT)

La BAT de tipo empotrable estará dotada de conector hembra tipo Bell de 6 vías, que cumpla lo especificado en el RD 1376/89 (B.O.E. del 15.11.89)

3. Infraestructuras

3.1. Características de las arquetas

Será preferentemente de hormigón armado o de otro material siempre que soporten las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno.

La tapa será de hormigón armado o fundición, y tendrá una resistencia mínima de 5kN.

Tendrá unas dimensiones mínimas de 40x40x60 cm. (ancho, largo y profundo), dispondrá de dos puntos para el tendido de cables, situados 15 cm. por encima del fondo, en paredes opuestas a las entradas de conductos, que soporten una tracción de 5kN., y su tapa estará provista de cierre de seguridad.

Su ubicación final, objeto de la dirección de obra, será la prevista en el plano nº. 4.2, salvo que por razones de conveniencia los operadores de los distintos servicios y el promotor propongan otra alternativa que se evaluará.

3.2. Características de las canalizaciones

3.2.1. Características de los materiales:

Todas las canalizaciones se realizarán con tubos, cuyas dimensiones y número se indican en la memoria, serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir la norma UNE 50086, debiendo ser de pared interior lisa excepto los de las canalizaciones secundarias e interior de usuario que pueden ser corrugados

3.2.2. Condiciones de instalación:

Como norma general, las canalizaciones deberán estar, como mínimo, a 10 cm. de cualquier encuentro entre dos paramentos.

Los de la canalización externa inferior se embutirán en un prisma de hormigón desde la arqueta hasta el punto de entrada al hospital.

Los de enlace inferior se sujetarán al techo de la planta sótano mediante grapas o bridas en tramos de cómo máximo 1 m. y unirán los registros de enlace que se colocarán en esta planta.

Los de enlace superior se sujetarán, por el mismo procedimiento, al techo de la planta bajo cubierta y unirán el registro de enlace con el RITS.

Los de la canalización principal se alojarán en el patinillo previsto al efecto en el proyecto arquitectónico y se sujetarán mediante bastidores o sistema similar.

Los de la canalización secundaria se empotrarán en roza sobre ladrillo doble.

Los de interior de usuario se empotrarán en ladrillo de media asta. En aquellas estancias, excluidos baños y trasteros, en las que no se instalen tomas de los servicios básicos de telecomunicación, se dispondrá de una canalización adecuada que permita el acceso a la conexión de al menos uno de los citados servicios.

Se dejará guía en los conductos vacíos que será de alambre de acero galvanizado de 2 mm. de diámetro o cuerda plástica de 5 mm. de diámetro sobresaliendo 20 cm. en los extremos de cada tubo.

La ocupación de los mismos, por los distintos servicios, será la indicada en los correspondientes apartados de la memoria.

Cuando en un tubo se alojan mas de un cable la sección ocupada por los mismos comprendido su aislamiento relleno y cubierta exterior no será superior al 40 por 100 de la sección transversal útil del tubo o conducto.

En caso de optar por hacer parte o la totalidad de las canalizaciones con canaletas, consultar al técnico redactor del proyecto.

3.3. Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior de los RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos.

3.3.1. Características constructivas

Los recintos de instalaciones de telecomunicación estarán constituidos por armarios ignífugos de dimensiones:

Figura 3.1. Dimensiones de los Recintos de Telecomunicación

	(RITM) <u>RITI</u>	(RITM) <u>RITS</u>
Anchura:	1'00 m.	1'00 m.
Profundidad:	0'50 m.	0'50 m.
Altura:	2'00 m.	2'00 m.

La distribución del espacio interior para uso de los operadores de los distintos servicios será de la siguiente forma:

RITI:

- Mitad inferior para TLCA
- Mitad superior para TB+RDSI, reservando, en esta mitad, en la parte superior del lateral izquierdo espacio para la caja de distribución del servicio de RTV (función RS) y en la parte inferior del lateral derecho espacio para al menos dos bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección

Dispondrá de punto de luz que proporcione al menos 300 lux de iluminación y de alumbrado de emergencia

RITS:

- Mitad superior para RTV.
- Mitad inferior para SAFI, reservando en esta mitad, en la parte superior del lateral derecho, espacio para dos bases de enchufe y el cuadro de protección.

Dispondrá de punto de luz que proporcione al menos 300 lux de iluminación y de alumbrado de emergencia

3.3.2. Instalaciones eléctricas de los recintos

Se habilitará una canalización directa desde el cuadro de servicios generales del inmueble, hasta cada recinto, constituida por cables de cobre con aislamiento hasta 750 V y de $2 \times 6+T$ mm.² de sección mínima, irá bajo tubo de 32 mm de diámetro mínimo o canal de sección equivalente, empotrado o superficial. La citada canalización finalizará en el correspondiente cuadro de protección, que tendrá las dimensiones suficientes para instalar en su interior las protecciones mínimas, y una previsión para su ampliación en un 50 por 100, que se indican a continuación:

- a) Interruptor magnetotérmico de corte general: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA.
- b) Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, frecuencia 50-60 Hz, intensidad nominal 25 A, intensidad de defecto 30 mA de tipo selectivo, resistencia de cortocircuito 6 KA.
- c) Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección del alumbrado del recinto: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA.
- d) Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de las bases de toma de corriente del recinto: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA.
- e) En el recinto superior, además, se dispondrá de un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de los equipos de cabecera de la infraestructura de radiodifusión y televisión: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, I nominal 16 A, poder de corte 6 kA.

Si se precisara alimentar eléctricamente cualquier otro dispositivo situado en cualquiera de los recintos, se dotará el cuadro eléctrico correspondiente con las protecciones adecuadas.

Los citados cuadros de protección se situarán lo más próximo posible a la puerta de entrada, tendrán tapa y podrán ir instalados de forma empotrada o superficial. Podrán ser de material plástico no propagador de la llama o metálico. Deberán tener un grado de protección mínimo IP 4X + IK 05. Dispondrán de un regletero apropiado para la conexión del cable de puesta a tierra.

En cada recinto habrá, como mínimo, dos bases de enchufe con toma de tierra y de capacidad mínima de 16 A. Se dotará con cables de cobre con aislamiento hasta 750 V y de $2 \times 2,5 + T$ mm² de sección. En el recinto superior se dispondrá, además, de las bases de enchufe necesarias para alimentar las cabeceras de RTV.

En el lugar de centralización de contadores, deberá preverse espacio suficiente para la colocación de, al menos, dos contadores de energía eléctrica para su utilización por posibles compañías operadoras de servicios de telecomunicación. A tal fin, se habilitarán, al menos, dos canalizaciones de 32 mm de diámetro desde el lugar de centralización de contadores hasta cada recinto de telecomunicaciones, donde existirá espacio suficiente para que la compañía operadora de telecomunicaciones instale el correspondiente cuadro de protección que, previsiblemente, estará dotado con al menos los siguientes elementos:

- a) Hueco para el posible interruptor de control de potencia (I.C.P.).
- b) Interruptor magnetotérmico de corte general: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA.

- c) Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal mínima 230/400 Vca, frecuencia 50-60 Hz, intensidad nominal 25 A, intensidad de defecto 30 mA, resistencia de cortocircuito 6 kA.
- d) Tantos elementos de seccionamiento como se considere necesario.

3.3.3. Alumbrado

Se habilitarán los medios para que exista una intensidad mínima de 300 lux, así como un aparato de iluminación autónomo de emergencia.

3.3.4. Puerta de acceso

Será metálica de apertura hacia el exterior y dispondrá de cerradura con llave común para los distintos usuarios. El hueco mínimo será de 0.90 x 1.90 m (ancho x alto).

3.3.5. Identificación de la instalación

En todos los recintos de instalaciones de telecomunicación existirá una placa de dimensiones mínimas de 200 x 200 mm (ancho x alto), resistente al fuego y situada en lugar visible entre 1200 y 1800 mm de altura, donde aparezca el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones al proyecto técnico de la instalación.

3.4. Características de los registros secundarios y registros de terminación de red

3.4.1. Registros secundarios

Se podrán realizar de la siguiente forma:

- a) Practicando en el muro o pared de cada planta (descansillos, rellano) un hueco de 15 cm de profundidad mínima a una distancia de unos 30 cm del techo en su parte más alta. Las paredes del fondo y laterales deberán quedar perfectamente enlucidas y en la del fondo se adaptará una placa de material aislante (madera o plástico) para sujetar con tornillos los elementos de conexión correspondientes.
Deberán quedar perfectamente cerrados, asegurando un grado de protección IP-3X, según EN 60529, y un grado IK.7, según UNE EN 50102 con tapa o puerta de plástico, o con chapa de metal que garantice la solidez e indeformabilidad del conjunto.
- b) Empotrando en el muro o montando en superficie una caja con la correspondiente puerta o tapa. Tendrá un grado de protección IP 3X, según EN 60529, y un grado IK.7, según UNE EN 50102.

3.4.2. Registros de paso y Registros de terminación de red

Serán cajas de plástico, provistas de tapa de material plástico o metálico, que cumplan con la UNE 20451. Para el caso de los registros de paso también se considerarán conformes las que cumplan con la UNE EN 50298. Deberán tener un grado de protección IP 33, según EN 60529, y un grado IK.5, según UNE EN 50102. Se colocarán empotrados en la pared.

Los de paso son cajas cuadradas con entradas laterales preiniciadas e iguales en sus cuatro paredes, a las que se podrán acoplar conos ajustables multidiámetro para entrada de conductos.

Se colocará como mínimo un registro de paso cada 15 m. de longitud de las de interior de usuario y en los cambios de dirección de radio inferior a 12 cm. para viviendas ó 25 cm. para oficinas. Estos registros de paso serán del tipo B para las canalizaciones secundarias en los tramos de acceso a las viviendas y para canalizaciones interiores de usuario de TB + RDSI y del tipo C, para las canalizaciones interiores de usuario de TLCA + RTV y SAFI.

Se admitirá un máximo de dos curvas de noventa grados entre dos registros de paso.

- Los de terminación de red serán tres, uno para cada servicio. Su ubicación se indica en los planos de plantas y sus dimensiones son las señaladas en el correspondiente apartado de la memoria

Los distintos registros de terminación de red, dispondrán de las entradas necesarias para la canalización secundaria y las de interior de usuario que accedan a ellos.

- Los registros de toma deberán disponer, para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario) de al menos dos orificios para tornillos, separados entre sí 6 cm; tendrán como mínimo 4,2 cm. de fondo y 6,4 cm. de lado exterior.

Habrà un mínimo de tres registros de toma para cada uno de los tres siguientes servicios: TB +RSDI acceso básico, TLCA/SAFI y RTV, en dependencias distintas, y que no sean baños ni trasteros. Los de TLCA y RTV de cada dependencia estarán próximos.

En aquéllas estancias, excluidos baños y trasteros, en las que no se instale toma, existirá un registro de toma, no específicamente asignado a un servicio concreto, pero que podrá ser configurado posteriormente por el usuario para disfrutar de aquél que considere más adecuado a sus necesidades.

Los registros de toma de TLCA y RTV tendrán en sus inmediaciones (máximo 50 cm.) una toma de corriente alterna. En los registros de toma para telefonía, esto es recomendable, con objeto de permitir la utilización de equipos terminales que precisen alimentación de corriente alterna (teléfonos sin hilos, contestadores, fax, etc.).

4. Condiciones Generales

4.1. Reglamento de ICT y Normas Anexas

Cumplimiento del Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de Febrero (BOE 28.02.1998), sobre Infraestructuras Comunes en los Edificios para el Acceso a los servicios de Telecomunicación, al reglamento que lo desarrolla, y establecer las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones ICT para garantizar a los usuarios la calidad óptima de las señales de Radiodifusión (R), Televisión Terrena y Satélite (TV-SAT), Telecomunicaciones por Cable (TLCA) y Telefonía Básica (TB).

El dimensionamiento de la obra civil que sustenta la infraestructura cumple con los mínimos requeridos por el Real Decreto 401/2003 de 4 de Abril sobre canalizaciones e infraestructuras de radiodifusión sonora, televisión, telefonía básica y otros servicios por cable en los edificios.

Dar el requerido cumplimiento al dimensionado de la obra civil que sustenta la infraestructura, con los mínimos establecidos por el ministerio de Ciencia y Tecnología en el Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, en su anexo IV sobre "canalizaciones e infraestructuras de radiodifusión sonora, televisión, telefonía básica y otros servicios por cable en los edificios.

Dar cumplimiento al Anexo I, por el cual se establece el régimen jurídico y se aprueba la norma técnica de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en los edificios para la captación, adaptación y distribución de las señales de radiodifusión, televisión y otros servicios de datos asociados, procedentes de emisiones terrestres.

Dar cumplimiento al Anexo III, por el cual se establece el régimen jurídico y se aprueba la norma técnica de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en los edificios para el acceso al servicio de telecomunicaciones por cable.

Dar cumplimiento al Anexo II, por el cual establece la norma técnica de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en los edificios para el acceso al servicio de telefonía disponible al público.

Orden Ministerial de 26 de Octubre de 1999 (BOE 09.11.1999), por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de Telecomunicación en el interior de los edificios y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, aprobado por el Real Decreto 279/1999, de 22 de febrero. Ley 38/1999, de 5 de noviembre (BOE 06.11.1999), de Ordenación de la Edificación.

Ley 11/1998, de 24 de Abril (BOE 25.04.1998), General de Telecomunicaciones.

Real Decreto 2413 de 20.09.73, Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

4.2. Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales

R.D. 1627/1977, de 24 de Octubre (B.O.E. 25/10/97): Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

Ley 31/1995 de 8 de Noviembre (B.O.E. 10/11/95): Ley de Prevención de Riesgos Laborales y Disposiciones para su desarrollo:

- R.D. 39/1997 de 17 de Enero (B.O.E. 31/01/97): Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril (B.O.E. 23/04/97): Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud laboral.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril (B.O.E. 23/04/97): Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de Abril (B.O.E. 23/04/97): Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- R.D. 685/1997 de 12 de Mayo (B.O.E. 24/05/97): Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo (B.O.E. 12/08/97): Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (R.D. 2413 de 20/09/73).
- R.D. 1316/89 Sobre el Ruido.

4.2.1. Justificación del cumplimiento de la normativa de salud e higiene en el trabajo.

Su objeto es facilitar al redactor del Proyecto de Seguridad y Salud los aspectos específicos de la ICT que deben ser tenidos en cuenta al realizar su instalación.

4.2.2. Disposiciones legales de aplicación

En lo relativo a Salud e Higiene en el trabajo, se aplicará lo normativa general vigente para la promoción (antes mencionada), firmada por el responsable de la obra, estando a su disposición para los complementos que considere necesarios.

A parte de las anteriores, son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Instalación de los registros: Montaje previo de los registros. Los registros se instalarán manualmente, distribuyendo en su interior los dispositivos adecuados y conectándolos de forma correcta.
- Instalación de los equipos de captación de señal: Operación que consiste en la colocación de varias antenas. A menudo se hallan en el punto más elevado del edificio.
- Tirado de cables: Colocación de los cables. En la mayoría de casos se efectúa por el interior de los conductos, de forma oculta.

- Conexión de cables: Operación que consiste en el empalme de los diferentes tramos de cable y su conexión a los distintos aparatos y registros. A menudo basado en operaciones con regletas y herramientas manuales.

4.2.3. Identificación de riesgos

De acuerdo con las actividades descritas en el apartado anterior, los riesgos más comunes en este tipo de instalaciones son:

- Caídas de poco nivel: Algunas de las actividades requieren instalaciones en posturas incómodas que pueden acabar en caídas desde alturas inferiores a un piso.
- Caídas desde nivel elevado: La instalación de las antenas a menudo se realiza en el punto más elevado de los edificios, con alto riesgo de caídas desde una altura superior a un piso. La disposición de algunos tramos de cableado también puede efectuarse, en algunos casos a gran altura.
- Electrocutión o quemaduras: No es un riesgo muy común dado que la mayoría de aparatos relacionados con los ICT trabajan con tensiones bajas, pero también es cierto que dichas instalaciones se efectúan muy próximas a instalaciones de voltaje más considerable. El trabajar a esta proximidad puede entrañar riesgos de electrocutión y quemaduras.

Otros riesgos de menor incidencia, aunque existentes, en estos tipos de instalación son: tropiezos, sobreesfuerzos por posturas forzadas, golpes o cortes por herramientas manuales y otros.

4.2.4. Requisitos de seguridad

Los requisitos mínimos de seguridad entre instalaciones serán los siguientes:

- La separación entre una canalización de telecomunicación y la de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm. para trazados paralelos y de 3 cm. para cruces.
- Si las canalizaciones secundarias se realizan con canaletas para la distribución conjunta con otros servicios que no sean de telecomunicación, cada uno de ellos se alojará en compartimentos diferentes.
- La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias deberá tener un valor mínimo de 15 Kv/mm. (UNE 21.316). Si son metálicas, se pondrán a tierra.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las conducciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo. En caso de proximidad de canalizaciones de telecomunicación con otras eléctricas o no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos 3 cm, que deberá ser:
- De 20 cm. como mínimo en el caso de cruzamientos con conductores de Baja Tensión.
- De 20 cm. como mínimo en el caso de cruzamientos con canalizaciones de gas y agua.

- En caso de proximidad con los conductos de calefacción, aire caliente, o de humo, las canalizaciones de telecomunicación se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o pantallas calóricas.
- Las canalizaciones para los servicios de telecomunicación, no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las precauciones para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

Cuando la identificación pueda resultar difícil, se establecerá, un plan de etiquetas o señales que permita dicha identificación.

4.3. Normativa Sobre Protección Contra Campos Electromagnéticos

Normas: UNE-EN-50083-1
UNE-EN-50083-2
UNE-EN-50083-8

4.3.1. Compatibilidad Electromagnética

Las redes de telecomunicación son elementos radiantes de señales de diferente frecuencia e intensidad y también son susceptibles de recoger aquellas radiaciones que sean generadas a su alrededor.

El efecto de las radiaciones electromagnéticas puede tener, en ciertos casos, una gran importancia ya que pueden afectar seriamente a las señales que se transmiten por los cables.

Tierra local.

- El sistema general de tierra del inmueble debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10Ω respecto de la tierra lejana.
- El sistema de puesta a tierra en cada uno de los RIT's constará esencialmente de un anillo interior y cerrado de cobre, en el cual se encuentra intercalada, al menos, una barra colectora, también de cobre y sólida, dedicada a servir como terminal de tierra de los RIT. Este terminal será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectado directamente al sistema general de tierra del inmueble en uno o más puntos. A él se conectará el conductor de protección o de equipotencialidad y los demás componentes o equipos que han de estar puestos a tierra regularmente, como, por ejemplo, los dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Los conductores del anillo de tierra estarán fijados a las paredes de los RIT's, a una altura que permita su inspección visual y la conexión de los equipos. El anillo y el cable de conexión de la barra colectora al terminal general de tierra del inmueble estarán formados por conductores flexibles de cobre de 50 mm^2 de sección.
- Si en el inmueble existe más de una toma de tierra de protección, deberán estar eléctricamente unidas.

- En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación del cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90°.
- El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro inferior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16 mm.
- Dentro del cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables, tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.
- Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.
- Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto.

4.4. Secreto de las Comunicaciones

- Arts. 3 f) y 49 de la Ley 11/1998 de Abril, General de Telecomunicaciones (BOE 25.04.98).

- Ley Orgánica 18/1994 de 23 de diciembre, por la que se modifica el Código Penal en lo referente al Secreto de las Comunicaciones.

Los Operadores de redes y servicios de telecomunicaciones garantizarán el secreto de las comunicaciones en toda la red de alimentación hasta el punto de terminación ubicado en el registro principal del RITI.

Entre este punto y el punto de acceso de usuario, el propietario del inmueble ó la comunidad de vecinos son los responsables del secreto de las comunicaciones y han de tomar las medidas necesarias para evitar el acceso no autorizado y la manipulación incorrecta de la infraestructura.

Para garantizar el que se ha especificado en el apartado anterior, será necesario instalar cerraduras con llave en RITI y RITS; en los registros secundarios bastará con la instalación de un precinto que deberá ser substituido después de cada manipulación, ó de una cerradura con llave.

ANEXO 2

CÁLCULOS TEÓRICOS
- ICT -

1. Cálculo del nivel de señal recibida en la antena

Seguidamente procederemos a realizar el cálculo del nivel de señal a la entrada del sistema de captación procedente de la Torre de Collserola, que es la estación emisora que nos ofrece la cobertura debido a nuestra situación geográfica.

Nos encontramos a aproximadamente 2,5 km en línea recta de Collserola. Conociendo la distancia, la potencia de emisión y las diferentes frecuencias de trabajo de los canales de televisión podemos hallar las *Perdidas en espacio Libre* siguiendo el modelo de Friis, que es el siguiente:

$$L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} f(\text{GHz}) + 20 \log_{10} d(\text{km}) \quad (1.1)$$

Si tenemos en cuenta la menor y la mayor frecuencia UHF, es decir, los canales C23 y C47, tendremos el mejor y el peor caso frecuencialmente hablando en UHF.

Con esto, calculamos:

P_transmisión : 20 kw → 43,01 dB

Para C47, las pérdidas (dB) según Friis:

- $L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} 0,682 + 20 \log_{10} 2,5 = 97,07 \text{ dB}$

De modo que podemos continuar calculando,

- P_recibida = -54,06 dB
- Como sabemos la ganancia de la antena (16 dB), solo tendremos que sumarla y posteriormente hacer factores de conversión a lineal.
- Finalmente, obtenemos mediante la siguiente fórmula el nivel a la salida de la antena.

$$V_a = \sqrt{Z_0 \cdot S_a} \rightarrow V_a(\text{dB}\mu\text{V}) = 20 \log \left(\frac{V_a}{10^{-6}} \right) \quad (1.2)$$

De modo que obtenemos para 682 MHz, un nivel a la salida de la antena de 99,13 dB μ V. Este será el peor caso, donde obtendremos el menor nivel en UHF.

Para C23, haríamos lo mismo, y obtenemos

- $L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} 0,490 + 20 \log_{10} 2,5 = 94,2 \text{ dB}$

Si seguimos los mismos procedimientos, obtendremos un resultado final de 102,12 dB μ V.

Tabla 1.1. Niveles de señal en antena UHF

Mayor Nivel de señal en salida antena (dB μ V)	Menor Nivel de señal en salida antena (dB μ V)
99,13	102,12

También se han hecho los cálculos para TDT y para FM, y ha resultado:

Tabla 1.2. Niveles de señal en antena FM y TV digital

Servicio	Mayor Nivel de señal salida de antena (dB μ V)	Menor Nivel de señal salida de antena (dB μ V)
FM	104,07	102
DVB-T	101,08	98,8

2. Cálculos de los Niveles de Señales en las Tomas de Usuario

Seguidamente y una vez ya tenemos los niveles de señal a la salida de las antenas, vamos a comprobar los cálculos necesarios para obtener los niveles de señal en cada una de las tomas de usuario del Hospital. Esto es necesario para saber si todo el sistema cumple con la normativa que hemos tomado como base.

Ha facilitado los cálculos el hecho de que las 15 habitaciones de cada sector del Hospital están distribuidas uniformemente de modo que se repiten las características cada cinco habitaciones, de modo que se pueden tratar como si hubieran cinco y no quince.

Ahora veremos las tablas de cálculos donde se ven todas las atenuaciones y ganancias del sistema para cada una de las plantas y habitaciones. Como ejemplo, veremos los resultados de los casos extremos para cada banda.

- TV analógica UHF:

- Mejor caso (menor atenuación y menor frecuencia):
 - Planta 11
 - Habitaciones 1, 6 y 11
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 79,88 dB μ V
 - Frecuencia: 490 MHz, C23

Figura 2.1. Niveles en toma de usuario en el mejor caso de UHF

Mejor caso planta 11 (C23)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	102,12	102,12	102,12	102,12	102,12
G_ampli	20	20	20	20	20
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-20	-20	-20	-20	-20
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivación(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	4,5
Total toma	73,92	75,41	76,9	78,39	79,88

- Peor caso (mayor atenuación y mayor frecuencia):
 - Planta 1
 - Habitaciones 5, 10 y 15
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 62,04 dB μ V
 - Frecuencia: 682 MHz, C47

Figura 2.2. Niveles en toma de usuario en el peor caso de UHF

Peor caso planta 1 (C47)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	99,13	99,13	99,13	99,13	99,13
G_ampli	20	20	20	20	20
Lcable	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivación(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	62,04	63,53	65,02	66,51	68

Como podemos observar, ambos dentro de la normativa, por tanto, toda la banda UHF en todas las plantas y habitaciones estarán dentro de la normativa.

Para esto hemos tenido que hacer una buena selección de los derivadores de modo que la peor toma no fuera muy mala ni la mejor toma muy buena, además de mantener un equilibrio entre todas las plantas.

Ha sido clave ajustar el amplificador bastante por debajo de su ganancia máxima, ya que la señal que recibimos por antena tiene muchísimo nivel por sí sola debido a la proximidad con el centro emisor.

En la siguiente tabla vemos lo que nos dicta la normativa y como estamos dentro de sus límites.

Figura 2.3. Niveles en toma de usuario según Normativa

Niveles de señal:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 - 862 MHz	950 - 2150 MHz
Nivel de señal			
Nivel AM-TV	dB μ V		57-80
Nivel 64QAM-TV	dB μ V		45-70
Nivel FM-TV	dB μ V		47-77
Nivel QPSK-TV	dB μ V		47-77
Nivel FM Radio	dB μ V		40-70
Nivel DAB Radio	dB μ V		30-70
Nivel COFDM-TV	dB μ V		45-70

Podemos apreciar que en el mejor caso el nivel de señal es muy próximo al límite superior que establece la normativa (80 dB μ V). Esto se podría arreglar de dos maneras posibles si por alguna razón al instalarlo viéramos que la señal nos sobrepasa el límite:

- 1) Reduciendo la ganancia del amplificador monocanal en la **instalación**.
- 2) Poner atenuadores en la instalación para reducir el nivel de señal.

- TV digital (DVB-T UHF)

La TV digital tiene el grueso de sus multiplex entre los canales C61 y C69, pero no olvidemos que tiene en Barcelona dos canales más por debajo de estas frecuencias, en el C33 y el C43. De este modo, los cálculos los realizamos para los canales C33 como mejor caso y C69 como peor.

- Mejor caso (menor atenuación y menor frecuencia):
 - Planta 11
 - Habitaciones 1, 6 y 11
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 69,56 dB μ V
 - Frecuencia: 570 MHz, C33

Figura 2.4. Niveles en toma de usuario en el mejor caso de DVB-T UHF

Mejor caso planta 11 (C33)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	101,8	101,8	101,8	101,8	101,8
G_ampli	10	10	10	10	10
Lmezclador	0	0	0	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-20	-20	-20	-20	-20
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	63,6	65,09	66,58	68,07	69,56

- Peor caso (mayor atenuación y mayor frecuencia):
 - Planta 1
 - Habitaciones 5, 10 y 15
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 51,71 dB μ V
 - Frecuencia: 862 MHz, C69

Figura 2.5. Niveles en toma de usuario en el peor caso de DVB-T UHF

Peor caso planta 1 (C69)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8
G_ampli	10	10	10	10	10
Lmezclador	0	0	0	0	0
Lcable	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	51,71	53,2	54,69	56,18	57,67

Como podemos observar el peor y el mejor caso de la señal recibida en la toma estan dentro del margen que establece la normativa (45-70 dB μ V).

- FM (BANDA II)

Los casos extremos en FM serán los de mayor y menor frecuencia (88-108 MHz), de modo que el peor caso será el de mayor frecuencia que llega a la planta 1 y el mejor caso será el de menor frecuencia que llega a la planta 11.

- Mejor caso (menor atenuación y menor frecuencia):
 - Planta 11
 - Habitaciones 1, 6 y 11
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 69,83 dB μ V
 - Frecuencia: 88 MHz

Figura 2.6. Niveles en toma de usuario en el mejor caso de FM

Mejor caso planta 11 (88 MHz)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	104,07	104,07	104,07	104,07	104,07
G_ampli	8	8	8	8	8
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-20	-20	-20	-20	-20
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	63,87	65,36	66,85	68,34	69,83

- Peor caso (mayor atenuación y mayor frecuencia):
 - Planta 1
 - Habitaciones 5, 10 y 15
 - Nivel en toma de usuario (BAT): dB μ V
 - Frecuencia: 108 MHz

Figura 2.7. Niveles en toma de usuario en el peor caso de FM

Peor caso planta 1 (108 MHz)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	102	102	102	102	102
G_ampli	8	8	8	8	8
Lcable	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	52,91	54,4	55,89	57,38	58,87

Nuevamente podemos ver en los dos casos extremos que el nivel de señal que recibimos a las tomas cumple la normativa puesto que se encuentran entre el margen de valores posibles:

Figura 2.8. Niveles en toma de usuario según Normativa. FM y DVB-T

Niveles de señal:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 - 862 MHz	950 - 2150 MHz
Nivel de señal			
Nivel AM-TV	dBμV		57-80
Nivel 64QAM-TV	dBμV		45-70
Nivel FM-TV	dBμV		47-77
Nivel QPSK-TV	dBμV		47-77
Nivel FM Radio	dBμV		40-70
Nivel DAB Radio	dBμV		30-70
Nivel COFDM-TV	dBμV		45-70

3. Cálculos Del Resto De Casos

Para realizar el resto de cálculos se debería seguir el mismo procedimiento. Como es una tarea ardua y que no nos ofrece gran información al tener los casos extremos, únicamente haremos una relación de los elementos que intervienen y una pequeña explicación. Además, como ejemplo, hemos realizado los cálculos referentes al C47 de todas las tomas del hospital.

Para hallar el resultado final sólo debemos seguir el camino que debe recorrer la señal para llegar a cada toma y ir restando las **pérdidas** por dónde pasa más la producida por la atenuación de los cables (0,13 dB/m).

Con respecto a los cables no hace falta calcular gran cosa, ya que todas las distancias son de 3 metros, de modo que casi siempre la pérdida de los cables valdrá 0,39 dB.

Por lo que respecta a los derivadotes, habrán tres tipos, de los cuales utilizaremos dos para la estructura vertical y uno para la horizontal.

La estructura horizontal será diferente a lo normal, ya que como hay bastantes habitaciones por planta, colocaremos un distribuidor de tres salidas y en cada una de las salidas habrá cinco derivadotes en cascada.

En el siguiente cuadro veremos los elementos por planta:

Tablas 3.1 y 3.2. Elementos de la estructura vertical de la ICT

Estructura Vertical	
Planta	Derivador
11	UDL-120
10	UDL-120
9	UDL-120
8	UDL-120
7	UDL-115
6	UDL-115
5	UDL-115
4	UDL-115
3	UDL-115
2	UDL-115
1	UDL-115

Donde,

UDL-110 : $L_{_D} = 10$ dB ; $L_{paso} = 1,1$ dB

UDL-115 : $L_{_D} = 15$ dB ; $L_{paso} = 1$ dB

UDL-120 : $L_{_D} = 20$ dB ; $L_{paso} = 0,9$ dB

UDV-307 : $L_{_I} = 6,7$ Db

ARTU900 : $L_{_I} = 4,5$ dB

Tabla 3.3. Elementos de la estructura horizontal de la ICT

Estructura Horizontal			
Habitación	Distribuidor	Derivador	BAT
15	UDV-307	UDL-110	ARTU900
14		UDL-110	ARTU900
13		UDL-110	ARTU900
12		UDL-110	ARTU900
11		UDL-110	ARTU900
10		UDL-110	ARTU900
9		UDL-110	ARTU900
8		UDL-110	ARTU900
7		UDL-110	ARTU900
6		UDL-110	ARTU900
5		UDL-110	ARTU900
4		UDL-110	ARTU900
3		UDL-110	ARTU900
2		UDL-110	ARTU900
1		UDL-110	ARTU900

De cada planta colgaría una tabla como esta última. Al estar los derivadores en cascada, si por ejemplo queremos ir a la habitación 5, a parte del recorrido vertical, primero deberíamos de tener en cuenta las pérdidas de inserción del distribuidor, y después las pérdidas de paso de los derivadores de las habitaciones 1, 2, 3 y 4, y por último las pérdidas de derivación del derivador de la misma habitación 5, para acabar sumando las pérdidas del BAT. Con esto ya tendríamos el nivel en la toma de usuario.

Como ejemplo veamos el cálculo de la planta 6 para el C47:

Figura 3.1. Cálculos ejemplo resultado nivel en tomas de usuario

Planta 6 (C47)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	99,13	99,13	99,13	99,13	99,13
G_ampli	20	20	20	20	20
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso_D	-4,6	-4,6	-4,6	-4,6	-4,6
Lcable	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	69,38	70,87	72,36	73,85	75,34

La señal primero recorre la estructura vertical, teniendo en cuenta la ganancia del amplificador, las pérdidas de los cables, pérdidas de paso del derivador de la planta 11, 12, 10, 9, 8 y 7, hasta llegar al derivador de la planta 6, donde empieza la estructura horizontal con las pérdidas de derivación de éste, mas las pérdidas de inserción del distribuidor y las pérdidas de paso de todos los derivadores de planta en cascada, hasta llegar a la habitación deseada, donde nos encontraremos con las pérdidas de derivación del último derivador del camino y el BAT.

4. Cálculos de la Relación Señal/Ruido en las Tomas de Usuario

Factor de Ruido:

El factor de ruido se define como la degradación en la relación señal a ruido en la entrada de un sistema o análogamente como el cociente entre el ruido a la salida del sistema y el ruido de un sistema ideal no ruidoso, en ambos casos cuando la temperatura de la terminación de la fuente es la temperatura de referencia, 290K (T_0).

$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} = \frac{N_o}{GN_i} = \frac{N_{oactual}}{N_{oideal}} = \frac{G(kT_0B + N_a)}{GkT_0B} \quad (4.1)$$

Ruido
añadido por
el sistema

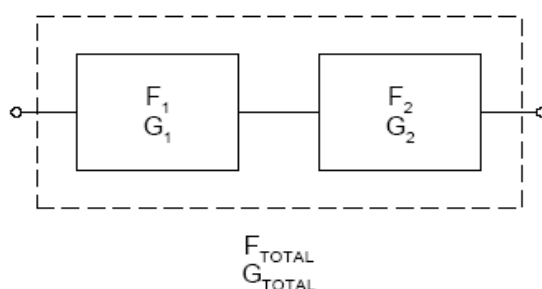
El factor de ruido se relaciona con la temperatura del ruido mediante la relación:

$$F = 1 + \frac{T_e}{T_0} \quad \longrightarrow \quad NF(dB) = 10 \log(F) \quad (4.2)$$

El factor de ruido cuando se expresa en dB recibe el nombre de figura de ruido.

En muchas ocasiones interesa calcular el factor de ruido de una combinación en cascada de cuadripolos:

Figura 4.1. Cuadripolos en cascada



Por lo tanto la fórmula de Friis en función del factor de ruido se expresa de la siguiente forma:

$$F_{TOTAL} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} \quad (4.3)$$

Así que en general podemos decir que:

$$F_{TOTAL} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \dots \quad (4.4)$$

Donde,

L_1 són las pérdidas del cable anterior al amplificador

L_3 en nuestro caso són las pérdidas después de amplificador,

F_2 es el factor de ruido del amplificador

G_2 es la ganancia del amplificador

Calculamos el Factor de los casos extremos, de modo que podamos saber en consecuencia los intervalos en los que se mueve:

- Peor caso:

Figura 4.2. Hoja Cálculos niveles de F de ruido en el peor caso

Peor caso planta 1	H5/10/15
Vout_antena	99,13
Lcable	-0,39
G_ampli	20
Lcable	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6
Lderivación	-1
Lrepartidor	-6,7
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H2)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H3)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H4)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso(H5)	-1,1
Lcable	-0,26

Con los valores de la izquierda y la fórmula del factor de ruido podemos calcular el ruido total en este, el peor caso:

$$L_1 = 0,39 \text{ dB} \rightarrow 1,093 \text{ lineal}$$

$$G_ampli = 20 \text{ dB} \rightarrow 100 \text{ lineal}$$

$$F_ampli = 7 \text{ dB} \rightarrow 5,011 \text{ lineal}$$

$$L_3 = 33,8 \text{ dB} \rightarrow 2398,83 \text{ lineal}$$

$$F_TOTAL: \quad 15,00 \text{ dB}$$

A partir de este factor de ruido (F_t) que hemos calculado para cada una de las plantas, hemos encontrado la potencia de ruido (N) a partir de la siguiente fórmula:

$$N(\text{dB}\mu\text{V}) = 10 \log(Z_0 \cdot k \cdot T_0) + F(\text{dB}) + 120 + 10 \log B \quad (4.5)$$

En nuestro caso el ancho de banda (B) por cada canal de TV es de 8 MHz la fórmula queda simplificada de la siguiente manera:

$$N(dB\mu V) = F(dB) + 3,8dB\mu V \quad (4.6)$$

De modo que: $N(dB\mu V) = 18,8 dB\mu V$

Ahora haremos el mismo procedimiento para el mejor caso:

Figura 4.2. Hoja Cálculos niveles de F de ruido en el mejor caso

Mejor caso planta 11	H1/6/11
Vout_antena	102,12
Lcable	-0,39
G_ampli	20
Lderivación	-0,9
Lrepartidor	-6,7
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1
Lcable	0
Lpaso/derivación(H2)	0
Lcable	0
Lpaso/derivación(H3)	0
Lcable	0
Lpaso/derivación(H4)	0
Lcable	0
Lderivacion(H5)	0
Lcable	-0,26
L_BAT	-4,5

Con los valores de la izquierda y la fórmula del factor de ruido podemos calcular el ruido total en este, el peor caso:

$$\begin{aligned} L_1 = 0,39 &\rightarrow 1,093 \text{ lineal} \\ G_{\text{ampli}} = 20 &\rightarrow 100 \text{ lineal} \\ F_{\text{ampli}} = 7 &\rightarrow 5,011 \text{ lineal} \\ L_2 = 13,85 &\rightarrow 24,26 \text{ lineal} \end{aligned}$$

$$F_{\text{total}} : 3,74 \text{ dB}$$

Del mismo modo, encontramos el ruido total:
 $N(dB\mu V) = 7,54$

Con esto, ya sabemos que todas las frecuencias estarán entre estos valores, o serán aproximados, con lo que nos permitimos el lujo de obviar sus resultados.

Simplemente añadir que para FM, se realizará todo del mismo modo excepto para obtener el ruido total, ya que la fórmula sería la siguiente:

$$N(dB\mu V) = F_T(dB) + 7,78dB\mu V \quad (4.6)$$

Una vez que ya tenemos las potencias de ruido, podemos calcular la relación señal a ruido para estas tomas y canales. Para hacer esto simplemente hemos de aplicar la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{dB} = S_a(dB\mu V) - N(dB\mu V) \quad (4.7)$$

Obtenemos lo siguiente:

- Mejor caso \rightarrow C/N (dB) = 79,88 – 7,54 = 72,34 dB
- Peor caso \rightarrow C/N (dB) = 62,04 – 18,80 = 43,24 dB

Tabla 4.1. Resultados extremos de C/N

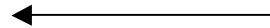
	Toma	Nivel C/N
Mejor Caso	Planta 11, H1, H6, H11	72,34 dB
Peor Caso	Planta 1, H5, H10, H15	43,24 dB

Con respecto al tema de la normativa si repasamos los resultados que nos ha dado la relación señal a ruido vemos que se cumple siempre > 43 dB:

Figura 4.3. Niveles de C/N según Normativa

Relación Portadora/Ruido aleatorio

C/N FM-TV	dB	≥ 15
C/N FM-Radio	dB	≥ 38
C/N AM-TV	dB	≥ 43
C/N QPSK-TV	dB	≥ 11
C/N 64 QAM-TV	dB	≥ 28
C/N COFDM-DAB	dB	≥ 18
C/N COFDM-TV	dB	≥ 25



5. Niveles del nivel de señal recibida en la antena

Seguidamente procederemos a realizar el cálculo del nivel de señal a la entrada del sistema de captación procedente de la Torre de Collserola, que es la estación emisora que nos ofrece la cobertura debido a nuestra situación geográfica.

Nos encontramos a aproximadamente 2,5 km en línea recta de Collserola. Conociendo la distancia, la potencia de emisión y las diferentes frecuencias de trabajo de los canales de televisión podemos hallar las *Perdidas en espacio Libre* siguiendo el modelo de Friis, que es el siguiente:

$$L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} f(\text{GHz}) + 20 \log_{10} d(\text{km}) \quad (1.1)$$

Si tenemos en cuenta la menor y la mayor frecuencia UHF, es decir, los canales C23 y C47, tendremos el mejor y el peor caso frecuencialmente hablando en UHF.

Con esto, calculamos:

P_transmisión : 20 kw → 43,01 dB

Para C47, las pérdidas (dB) según Friis:

- $L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} 0,682 + 20 \log_{10} 2,5 = 97,07 \text{ dB}$

De modo que podemos continuar calculando,

- P_recibida = -54,06 dB
- Como sabemos la ganancia de la antena (16 dB), solo tendremos que sumarla y posteriormente hacer factores de conversión a lineal.
- Finalmente, obtenemos mediante la siguiente fórmula el nivel a la salida de la antena.

$$V_a = \sqrt{Z_0 \cdot S_a} \rightarrow V_a(\text{dB}\mu\text{V}) = 20 \log \left(\frac{V_a}{10^{-6}} \right) \quad (1.2)$$

De modo que obtenemos para 682 MHz, un nivel a la salida de la antena de 99,13 dB μ V. Este será el peor caso, donde obtendremos el menor nivel en UHF.

Para C23, haríamos lo mismo, y obtenemos

- $L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} 0,490 + 20 \log_{10} 2,5 = 94,2 \text{ dB}$

Si seguimos los mismos procedimientos, obtendremos un resultado final de 102,12 dB μ V.

Tabla 1.1. Niveles de señal en antena UHF

Mayor Nivel de señal en salida antena (dB μ V)	Menor Nivel de señal en salida antena (dB μ V)
99,13	102,12

También se han hecho los cálculos para TDT y para FM, y ha resultado:

Tabla 1.2. Niveles de señal en antena FM y TV digital

Servicio	Mayor Nivel de señal salida de antena (dB μ V)	Menor Nivel de señal salida de antena (dB μ V)
FM	104,07	102
DVB-T	101,08	98,8

6. Cálculos de los Niveles de Señales en las Tomas de Usuario

Seguidamente y una vez ya tenemos los niveles de señal a la salida de las antenas, vamos a comprobar los cálculos necesarios para obtener los niveles de señal en cada una de las tomas de usuario del Hospital. Esto es necesario para saber si todo el sistema cumple con la normativa que hemos tomado como base.

Ha facilitado los cálculos el hecho de que las 15 habitaciones de cada sector del Hospital están distribuidas uniformemente de modo que se repiten las características cada cinco habitaciones, de modo que se pueden tratar como si hubieran cinco y no quince.

Ahora veremos las tablas de cálculos donde se ven todas las atenuaciones y ganancias del sistema para cada una de las plantas y habitaciones. Como ejemplo, veremos los resultados de los casos extremos para cada banda.

- TV analógica UHF:

- Mejor caso (menor atenuación y menor frecuencia):
 - Planta 11
 - Habitaciones 1, 6 y 11
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 79,88 dB μ V
 - Frecuencia: 490 MHz, C23

Figura 2.1. Niveles en toma de usuario en el mejor caso de UHF

Mejor caso planta 11 (C23)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	102,12	102,12	102,12	102,12	102,12
G_ampli	20	20	20	20	20
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-20	-20	-20	-20	-20
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	73,92	75,41	76,9	78,39	79,88

- Peor caso (mayor atenuación y mayor frecuencia):
 - Planta 1
 - Habitaciones 5, 10 y 15
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 62,04 dB μ V
 - Frecuencia: 682 MHz, C47

Figura 2.2. Niveles en toma de usuario en el peor caso de UHF

Peor caso planta 1 (C47)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	99,13	99,13	99,13	99,13	99,13
G_ampli	20	20	20	20	20
Lcable	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	62,04	63,53	65,02	66,51	68

Como podemos observar, ambos dentro de la normativa, por tanto, toda la banda UHF en todas las plantas y habitaciones estarán dentro de la normativa. Para esto hemos tenido que hacer una buena selección de los derivadores de modo que la peor toma no fuera muy mala ni la mejor toma muy buena, además de mantener un equilibrio entre todas las plantas.

Ha sido clave ajustar el amplificador bastante por debajo de su ganancia máxima, ya que la señal que recibimos por antena tiene muchísimo nivel por sí sola debido a la proximidad con el centro emisor.

En la siguiente tabla vemos lo que nos dicta la normativa y como estamos dentro de sus límites.

Figura 2.3. Niveles en toma de usuario según Normativa**Niveles de señal:**

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 - 862 MHz	950 - 2150 MHz
Nivel de señal			
Nivel AM-TV	dBµV	57-80	
Nivel 64QAM-TV	dBµV	45-70	
Nivel FM-TV	dBµV	47-77	
Nivel QPSK-TV	dBµV	47-77	
Nivel FM Radio	dBµV	40-70	
Nivel DAB Radio	dBµV	30-70	
Nivel COFDM-TV	dBµV	45-70	

Podemos apreciar que en el mejor caso el nivel de señal es muy próximo al límite superior que establece la normativa (80 dB μ V). Esto se podría arreglar de dos maneras posibles si por alguna razón al instalarlo viéramos que la señal nos sobrepasa el límite:

- 1) Reduciendo la ganancia del amplificador monocanal en la instalación.
- 2) Poner atenuadores en la instalación para reducir el nivel de señal.

- TV digital (DVB-T UHF)

La TV digital tiene el grueso de sus multiplex entre los canales C61 y C69, pero no olvidemos que tiene en Barcelona dos canales más por debajo de estas frecuencias, en el C33 y el C43. De este modo, los cálculos los realizamos para los canales C33 como mejor caso y C69 como peor.

- Mejor caso (menor atenuación y menor frecuencia):
 - Planta 11
 - Habitaciones 1, 6 y 11
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 69,56 dB μ V
 - Frecuencia: 570 MHz, C33

Figura 2.4. Niveles en toma de usuario en el mejor caso de DVB-T UHF

Mejor caso planta 11 (C33)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	101,8	101,8	101,8	101,8	101,8
G_ampli	10	10	10	10	10
Lmezclador	0	0	0	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-20	-20	-20	-20	-20
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivación(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	63,6	65,09	66,58	68,07	69,56

- Peor caso (mayor atenuación y mayor frecuencia):
 - Planta 1
 - Habitaciones 5, 10 y 15
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 51,71 dB μ V
 - Frecuencia: 862 MHz, C69

Figura 2.5. Niveles en toma de usuario en el peor caso de DVB-T UHF

Peor caso planta 1 (C69)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8
G_ampli	10	10	10	10	10
Lmezclador	0	0	0	0	0
Lcable	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	51,71	53,2	54,69	56,18	57,67

Como podemos observar el peor y el mejor caso de la señal recibida en la toma estan dentro del margen que establece la normativa (45-70 $dB\mu V$).

- FM (BANDA II)

Los casos extremos en FM serán los de mayor y menor frecuencia (88-108 MHz), de modo que el peor caso será el de mayor frecuencia que llega ala planta 1 y el mejor caso será el de menor frecuencia que llega a la planta 11.

- Mejor caso (menor atenuación y menor frecuencia):
 - Planta 11
 - Habitaciones 1, 6 y 11
 - Nivel en toma de usuario (BAT): 69,83 $dB\mu V$
 - Frecuencia: 88 MHz

Figura 2.6. Niveles en toma de usuario en el mejor caso de FM

Mejor caso planta 11 (88 MHz)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	104,07	104,07	104,07	104,07	104,07
G_ampli	8	8	8	8	8
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-20	-20	-20	-20	-20
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivacion(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	63,87	65,36	66,85	68,34	69,83

Peor caso (mayor atenuación y mayor frecuencia):

- Planta 1
- Habitaciones 5, 10 y 15
- Nivel en toma de usuario (BAT): dB μ V
- Frecuencia: 108 MHz

Figura 2.7. Niveles en toma de usuario en el peor caso de FM

Peor caso planta 1 (108 MHz)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	102	102	102	102	102
G_ampli	8	8	8	8	8
Lcable	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6	-9,6
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivación(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	52,91	54,4	55,89	57,38	58,87

Nuevamente podemos ver en los dos casos extremos que el nivel de señal que recibimos a las **tomas** cumple la normativa puesto que se encuentran entre el margen de valores posibles:

Figura 2.8. Niveles en toma de usuario según Normativa. FM y DVB-T

Niveles de señal:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 - 862 MHz	950 - 2150 MHz
Nivel de señal			
Nivel AM-TV	dB μ V	57-80	
Nivel 64QAM-TV	dB μ V	45-70	
Nivel FM-TV	dB μ V	47-77	
Nivel QPSK-TV	dB μ V	47-77	
Nivel FM Radio	dB μ V	40-70	
Nivel DAB Radio	dB μ V	30-70	
Nivel COFDM-TV	dB μ V	45-70	

7. Cálculos Del Resto De Casos

Para realizar el resto de cálculos se debería seguir el mismo procedimiento. Como es una tarea ardua y que no nos ofrece gran información al tener los casos extremos, únicamente haremos una relación de los elementos que intervienen y una pequeña explicación. Además, como ejemplo, hemos realizado los cálculos referentes al C47 de todas las tomas del hospital.

Para hallar el resultado final sólo debemos seguir el camino que debe recorrer la señal para llegar a cada toma e ir restando las pérdidas por dónde pasa más la producida por la atenuación de los cables (0,13 dB/m).

Con respecto a los cables no hace falta calcular gran cosa, ya que todas las distancias son de 3 metros, de modo que casi siempre la pérdida de los cables valdrá 0,39 dB.

Por lo que respecta a los derivadotes, habrán tres tipos, de los cuales utilizaremos dos para la estructura vertical y uno para la horizontal.

La estructura horizontal será diferente a lo normal, ya que como hay bastantes habitaciones por planta, colocaremos un distribuidor de tres salidas y en cada una de las salidas habrá cinco derivadores en cascada.

En el siguiente cuadro veremos los elementos por planta:

Tablas 3.1 y 3.2. Elementos de la estructura vertical de la ICT

Estructura Vertical	
Planta	Derivador
11	UDL-120
10	UDL-120
9	UDL-120
8	UDL-120
7	UDL -115
6	UDL-115
5	UDL-115
4	UDL-115
3	UDL-115
2	UDL-115
1	UDL-115

Donde,

UDL-110 : $L_{_D} = 10$ dB ; $L_{_paso} = 1,1$ dB

UDL-115 : $L_{_D} = 15$ dB ; $L_{_paso} = 1$ dB

UDL-120 : $L_{_D} = 20$ dB ; $L_{_paso} = 0,9$ dB

UDV-307 : $L_{_I} = 6,7$ Db

ARTU900 : $L_{_I} = 4,5$ dB

Tabla 3.3. Elementos de la estructura horizontal de la ICT

Estructura Horizontal			
Habitación	Distribuidor	Derivador	BAT
15	UDV-307	UDL-110	ARTU900
14		UDL-110	ARTU900
13		UDL-110	ARTU900
12		UDL-110	ARTU900
11		UDL-110	ARTU900
10		UDL-110	ARTU900
9		UDL-110	ARTU900
8		UDL-110	ARTU900
7		UDL-110	ARTU900
6		UDL-110	ARTU900
5		UDL-110	ARTU900
4		UDL-110	ARTU900
3		UDL-110	ARTU900
2		UDL-110	ARTU900
1		UDL-110	ARTU900

De cada planta colgaría una tabla como esta última. Al estar los derivadores en cascada, si por ejemplo queremos ir a la habitación 5, a parte del recorrido vertical, primero deberíamos de tener en cuenta las pérdidas de inserción del distribuidor, y después las perdidas de paso de los derivadores de las habitaciones 1, 2, 3 y 4, y por último las perdidas de derivación del derivador de la misma habitación 5, para acabar sumando las perdidas del BAT. Con esto ya tendríamos el nivel en la toma de usuario.

Como ejemplo veamos el cálculo de la planta 6 para el C47:

Figura 3.1. Cálculos ejemplo resultado nivel en tomas de usuario

Planta 6 (C47)	H5/10/15	H4/9/14	H3/8/13	H2/7/12	H1/6/11
Vout_antena	99,13	99,13	99,13	99,13	99,13
G_ampli	20	20	20	20	20
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso_D	-4,6	-4,6	-4,6	-4,6	-4,6
Lcable	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95
Lderivación	-15	-15	-15	-15	-15
Lrepartidor	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-10
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	-0,39	0
Lpaso/derivación(H2)	-1,1	-1,1	-1,1	-10	0
Lcable	-0,39	-0,39	-0,39	0	0
Lpaso/derivación(H3)	-1,1	-1,1	-10	0	0
Lcable	-0,39	-0,39	0	0	0
Lpaso/derivación(H4)	-1,1	-10	0	0	0
Lcable	-0,39	0	0	0	0
Lderivación(H5)	-10	0	0	0	0
Lcable	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
L_BAT	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5
Total toma	69,38	70,87	72,36	73,85	75,34

La señal primero recorre la estructura vertical, teniendo en cuenta la ganancia del amplificador, las pérdidas de los cables, pérdidas de paso del derivador de la planta 11, 12, 10, 9, 8 y 7, hasta llegar al derivador de la planta 6, donde empieza la estructura horizontal con las pérdidas de derivación de éste, mas las pérdidas de inserción del distribuidor y las pérdidas de paso de todos los derivadores de planta en cascada, hasta llegar a la habitación deseada, donde nos encontraremos con las pérdidas de derivación del último derivador del camino y el BAT.

8. Cálculos de la Relación Señal/Ruido en las Tomas de Usuario

Factor de Ruido:

El factor de ruido se define como la degradación en la relación señal a ruido en la entrada de un sistema o análogamente como el cociente entre el ruido a la salida del sistema y el ruido de un sistema ideal no ruidoso, en ambos casos cuando la temperatura de la terminación de la fuente es la temperatura de referencia, 290K (T_0).

$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} = \frac{N_o}{GN_i} = \frac{N_{oactual}}{N_{oideal}} = \frac{G(kT_0B + N_a)}{GkT_0B} \quad (4.1)$$

Ruido añadido por el sistema

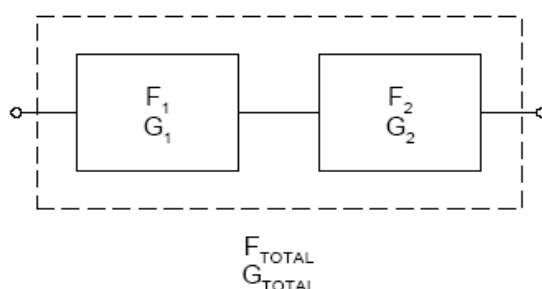
El factor de ruido se relaciona con la temperatura del ruido mediante la relación:

$$F = 1 + \frac{T_e}{T_0} \quad \longrightarrow \quad NF(dB) = 10 \log(F) \quad (4.2)$$

El factor de ruido cuando se expresa en dB recibe el nombre de figura de ruido.

En muchas ocasiones interesa calcular el factor de ruido de una combinación en cascada de cuadripolos:

Figura 4.1. Cuadripolos en cascada



Por lo tanto la fórmula de Friis en función del factor de ruido se expresa de la siguiente forma:

$$F_{TOTAL} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} \quad (4.3)$$

Así que en general podemos decir que:

$$F_{TOTAL} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \dots \quad (4.4)$$

Donde,

L_1 són las pérdidas del cable anterior al amplificador

L_3 en nuestro caso són las pérdidas después de amplificador,

F_2 es el factor de ruido del amplificador

G_2 es la ganancia del amplificador

Calculamos el Factor de los casos extremos, de modo que podamos saber en consecuencia los intervalos en los que se mueve:

- Peor caso:

Figura 4.2. Hoja Cálculos niveles de F de ruido en el peor caso

Peor caso planta 1	H5/10/15
Vout_antena	99,13
Lcable	-0,39
G_ampli	20
Lcable	-4,29
Lpaso_D *10	-9,6
Lderivación	-1
Lrepartidor	-6,7
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H2)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H3)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H4)	-1,1
Lcable	-0,39
Lpaso(H5)	-1,1
Lcable	-0,26

Con los valores de la izquierda y la fórmula del factor de ruido podemos calcular el ruido total en este, el peor caso:

$$L_{-1} = 0,39 \text{ dB} \rightarrow 1,093 \text{ lineal}$$

$$G_{\text{ampli}} = 20 \text{ dB} \rightarrow 100 \text{ lineal}$$

$$F_{\text{ampli}} = 7 \text{ dB} \rightarrow 5,011 \text{ lineal}$$

$$L_{-3} = 33,8 \text{ dB} \rightarrow 2398,83 \text{ lineal}$$

$$F_{\text{TOTAL}}: \quad 15,00 \text{ dB}$$

A partir de este factor de ruido (F_t) que hemos calculado para cada una de las plantas, hemos encontrado la potencia de ruido (N) a partir de la siguiente fórmula:

$$N(dB\mu V) = 10 \log(Z_0 \cdot k \cdot T_0) + F(dB) + 120 + 10 \log B \quad (4.5)$$

En nuestro caso el ancho de banda (B) por cada canal de TV es de 8 MHz la fórmula queda simplificada de la siguiente manera:

$$N(dB\mu V) = F(dB) + 3,8dB\mu V \quad (4.6)$$

De modo que: $N(dB\mu V) = 18,8 dB\mu V$

Ahora haremos el mismo procedimiento para el mejor caso:

Figura 4.2. Hoja Cálculos niveles de F de ruido en el mejor caso

Mejor caso planta 11

H1/6/11

Vout_antena	102,12
Lcable	-0,39
G_ampli	20
Lderivación	-0,9
Lrepartidor	-6,7
Lcable	-0,39
Lpaso/derivación(H1)	-1,1
Lcable	0
Lpaso/derivación(H2)	0
Lcable	0
Lpaso/derivación(H3)	0
Lcable	0
Lpaso/derivación(H4)	0
Lcable	0
Lderivacion(H5)	0
Lcable	-0,26
L_BAT	-4,5

Con los valores de la izquierda y la fórmula del factor de ruido podemos calcular el ruido total en este, el peor caso:

$$\begin{aligned} L_1 = 0,39 &\rightarrow 1,093 \text{ lineal} \\ G_{\text{ampli}} = 20 &\rightarrow 100 \text{ lineal} \\ F_{\text{ampli}} = 7 &\rightarrow 5,011 \text{ lineal} \\ L_2 = 13,85 &\rightarrow 24,26 \text{ lineal} \end{aligned}$$

$$F_{\text{total}} : 3,74 \text{ dB}$$

Del mismo modo, encontramos el ruido total:

$$N(dB\mu V) = 7,54$$

Con esto, ya sabemos que todas las frecuencias estarán entre estos valores, o serán aproximados, con lo que nos permitimos el lujo de obviar sus resultados.

Simplemente añadir que para FM, se realizará todo del mismo modo excepto para obtener el ruido total, ya que la fórmula sería la siguiente:

$$N(dB\mu V) = F_T(dB) + 7,78dB\mu V \quad (4.6)$$

Una vez que ya tenemos las potencias de ruido, podemos calcular la relación señal a ruido para estas tomas y canales. Para hacer esto simplemente hemos de aplicar la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{dB} = S_a(dB\mu V) - N(dB\mu V) \quad (4.7)$$

Obtenemos lo siguiente:

- Mejor caso $\rightarrow C/N$ (dB) = 79,88 – 7,54 = 72,34 dB
- Peor caso $\rightarrow C/N$ (dB) = 62,04 – 18,80 = 43,24 dB

Tabla 4.1. Resultados extremos de C/N

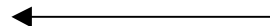
	Toma	Nivel C/N
Mejor Caso	Planta 11, H1, H6, H11	72,34 dB
Peor Caso	Planta 1, H5, H10, H15	43,24 dB

Con respecto al tema de la normativa si repasamos los resultados que nos ha dado la relación señal a ruido vemos que se cumple siempre > 43 dB:

Figura 4.3. Niveles de C/N según Normativa

Relación Portadora/Ruido aleatorio

C/N FM-TV	dB	≥ 15
C/N FM-Radio	dB	≥ 38
C/N AM-TV	dB	≥ 43
C/N QPSK-TV	dB	≥ 11
C/N 64 QAM-TV	dB	≥ 28
C/N COFDM-DAB	dB	≥ 18
C/N COFDM-TV	dB	≥ 25



ANEXO 3

PROYECTO DOMOTICO

1. Introducción

Como hemos dicho en la parte de la memoria, el objetivo principal de nuestro proyecto domótico es dar la posibilidad a los miembros directivos del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron de conocer las ventajas de un "Hospital Digital".

Seguidamente se verá la implementación de este proyecto domótico.

1.1. Necesidades a Cubrir

Las necesidades a cubrir son las siguientes, las cuales ya se han detallado en la memoria:

- Confort:
- Ahorro Energético:
- Seguridad:
- Comunicaciones:

1.2. Descripción del Sistema

Como sistemas domóticos comerciales podemos encontrar una gran cantidad de opciones, viéndose alguna de ellas en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 6.1. Sistemas domóticos comerciales

Sistema AMIGO	Biodom	Cardio	Conleac
Dialogo	Domaike	Domolon	DomoScope
GIV	Altota	SimonVis	SimonVox
SSI10	SSI18	SSI1	StarBoxCPL1
StarboxDE1	Vantage	VivimatC-Rf	VivimatPlus

El sistema domótico elegido para la realización de nuestro proyecto es el SimonVis de la firma Simon. Seguidamente vemos porqué.

SimonVIS es un sistema desarrollado con la finalidad de controlar algunos de los circuitos o líneas disponibles en la red eléctrica del edificio.

Se fundamenta en la centralización de diversos módulos de control y actuación en el cuadro eléctrico de la vivienda (en nuestro caso hospital), 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 de

entradas (módulo intermedio) 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 de un módulo de salidas (módulo intermedio).

Lo más destacable de este sistema es 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.

Dadas las necesidades de cableado, este sistema se puede destinar a viviendas de nueva construcción, o a viviendas existentes que requieran una rehabilitación importante, no en edificios ya construidos.

Como la intención nuestra no es de realizar un proyecto muy sobrecargado ni con basta necesidad de un nuevo cableado, aprovechamos la red eléctrica existente y la rehabilitación a realizar en el hospital

Otros sistemas necesitan un nuevo despliegue de cableado, de modo que optamos por SimonVis.

1.3. Características

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 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 planta, siendo descrita su finalidad seguidamente.

Se necesita un PC o una programadora para poder programarlo.

1.4. Material

- *Módulos de alimentación de 72W: Ref.: 81025-39*

Elemento necesario para la alimentación de todos los módulos instalados en el cuadro eléctrico y que configuran en el sistema domótico.

- *Módulo de control (128 entradas y 128 salidas): Ref.: 81010-39*

Se trata del elemento central del sistema domótico Simón VIS.

Es donde se descarga el programa de control del sistema mediante una conexión RS-232 al PC. Este módulo permite realizar, una vez programado, la asignación entre canales de entrada y de salida.

- *Módulo de interfaces de entrada y salida:*

Se conecta directamente al módulo de control y es el que permite la conexión de las 128 entradas y 128 salidas.

▪ *Módulo de entradas: Ref.: 81510-39*

Conectado a captadores de señales u órdenes del exterior (sensores, pulsadores, etc...) introduce en el sistema la información para una actuación. Son digitales y de 8 entradas a 230V_{ca}.

▪ *Módulos de salidas de 24 V y 230V: Ref.:81550-39 / 81560-39*

Formados por 8 salidas de relé, en dos grupos de 4.

Todos los módulos anteriores *sirven sobre 8 elementos actuadores* (equipos de calefacción, electroválvulas de corte de suministro, termos o acumuladores de agua caliente sanitaria, enchufes eléctricos, etc.).

▪ *Módulo de módem: : Ref.:81030-39*

Permite la actuación remota de las aplicaciones soportadas por el sistema, así como la transmisión de mensajes de alarma hacia números de abonado telefónico. (24Vcc)

▪ *Módulo de Dimmer: Ref.: 81990-39*

Regulador de intensidad para iluminación por incandescencia y lámparas halógenas.

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. En nuestro caso se colocarán de forma *centralizada*.

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 Simón, con el cual es posible programar el sistema

Una vez programado, el ordenador personal puede ser desconectado, no siendo necesario su utilización hasta una nueva programación del mismo.

Otros Materiales:

Cada habitación constará de:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| - 2 dimmers | - 1 receptor infrarrojos |
| - 1 sensor de presencia | - 1 mando a distancia |
| - 1 sensor de inundación | - persianas motorizadas |
| - 1 sensor de humo | - pulsadores para persianas |

El sensor de presencia del baño y el motor de las persianas irá conectado al módulo de entradas.

Cada planta constará:

- 2 Termostatos, uno en cada ala de la planta
- 1 electroválvula
- 50 sensores de humos

Por tanto, si tenemos 15 habitaciones y 6 despachos en cada ala de las plantas, y 5 despachos centrales, obtenemos un total de $(21 \text{ estancias} * 2) + 5 = 47$ estancias, además de los pasillos y halls. Si contemplamos todo esto, obtenemos la siguiente lista de entradas y salidas del sistema.

A continuación se presenta en dos tablas el total de entradas y salidas del sistema, así como su tipo (24 ó 230 V) y el número de módulos de entrada y salida necesarios para su conexión.

Tabla 6.2. Relación de entradas de 24v

ENTRADAS (24v)	CANTIDAD
Pulsadores	3x Hab. = 126
Receptores IR	1x Hab. = 42
Sensor de movimientos	1 x Hab. = 42
Sensores inundación	1 x Hab. = 42
TOTAL entradas	252

TOTAL
16 módulos de 16 **entradas** del tipo 24 v

Tabla 6.3. Relación de entradas de 230v

ENTRADAS (230v)	CANTIDAD
Termostatos	1 x ala = 2
Sensores de Humo	50
TOTAL entradas	52

TOTAL
7 módulos de 8 **entradas** del tipo 230 v

Tabla 6.4. Relación de salidas de 230v

SALIDAS (230v)	CANTIDAD
Puntos de Luz	3x Hab. = 126
Radiadores	50
Motores persiana	42
Electroválvula	1
TOTAL salidas	219

TOTAL
28 módulos de 8 **salidas** del tipo 230 v

Como cada módulo de 230 v consta de 8 entradas y 8 salidas, y el de 24 v tiene 16, obtenemos un total de:

- 16 módulos de Entrada de 24 v
- 7 módulos de Entrada de 230 v
- 28 módulos de Salida de 230 v

Dado que el volumen de elementos es muy grande, dividiremos la estación en dos módulos de control por ala, uno para impares y otro para pares, de manera que tendremos dos sistemas centralizados para cada una de las dos plantas, en total cuatro sistemas.

De manera que tendremos:

- 8 módulos de entrada de 24 Vcc por ala (x2)
- 4 módulos de entrada de 230 V por ala (x2)
- 14 módulos de salida de 230 V por ala (x2)

6.4.5. Instalación de Componentes

La *Topología* será en *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.

La instalación requiere 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. La longitud del cable entre el módulo de control y un módulo de entradas o salidas no debe ser superior a los 100 m.

6.4.5.1. Sensores

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. Por ello lo colocaremos en el "*Punto de Control de Enfermería*" de cada una de las zonas pares e impares de cada planta.

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.

2) Detector de incendio - Simon ref.:81862-39 -

La selección de un tipo determinado de detector depende de distintos factores, entre ellos el desarrollo probable del incendio en sus fases iniciales, la altura y volumen de la estancia, la existencia de posibles generadores de falsas alarmas, etc.

En nuestro caso ya que en el hospital está prohibido fumar y no habrán humos en el ambiente elegimos el *detector de humo de Simon REF.: 81862-39*, con alimentación a 230V -50/60 Hz y salida de alarma por relé inversor libre de tensión. Incorpora zumbador para aviso acústico.

Éstos 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. El humo, (y el calor), asciende en forma de columna y al llegar al techo se propaga radialmente.

Su colocación será alejada de posibles obstáculos (una separación de 50 cm).

El área de cobertura por aparato es aproximadamente de unos 30 m², aunque dependerá en función de la inclinación del techo.

3) Sonda de humedad / agua – ref.: 81860-39 -

Detector que incorpora sonda de inundación, alimentado a 230V y 50/60 Hz. Salida de alarma por relé inversor de libre tensión.

Se instalará en los baños de manera que la sonda detectora quede en contacto directo con el suelo y en zonas donde no puedan originarse falsas detecciones, siempre que no suponga una molestia para el paciente.

El sensor de agua es alimentado mediante electricidad a muy baja tensión, por lo que deberá considerarse las prescripciones descritas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4) Receptor de infrarrojos (IR) – ref.: 81990-39

Se deberá instalar en un lugar de fácil visión sin ser una molestia para los pacientes.

5) Detectores de presencia – ref.: 81800-39

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.

6.4.5.2. Actuadores

Electro válvulas de corte de suministro

Se utilizarán electro válvulas del tipo "siempre abierta" de 220V AC y 50 Hz.

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.

La llave de paso deberá estar siempre antes que la electro válvula, con la finalidad de poder cerrar el paso de agua en caso de precisar la manipulación de la misma para su mantenimiento o sustitución.

Relés de maniobra

Prever en el cuadro eléctrico el espacio suficiente para la colocación de protección adicional y contactores.

1.5. Colocación de los módulos en los cuadros eléctricos

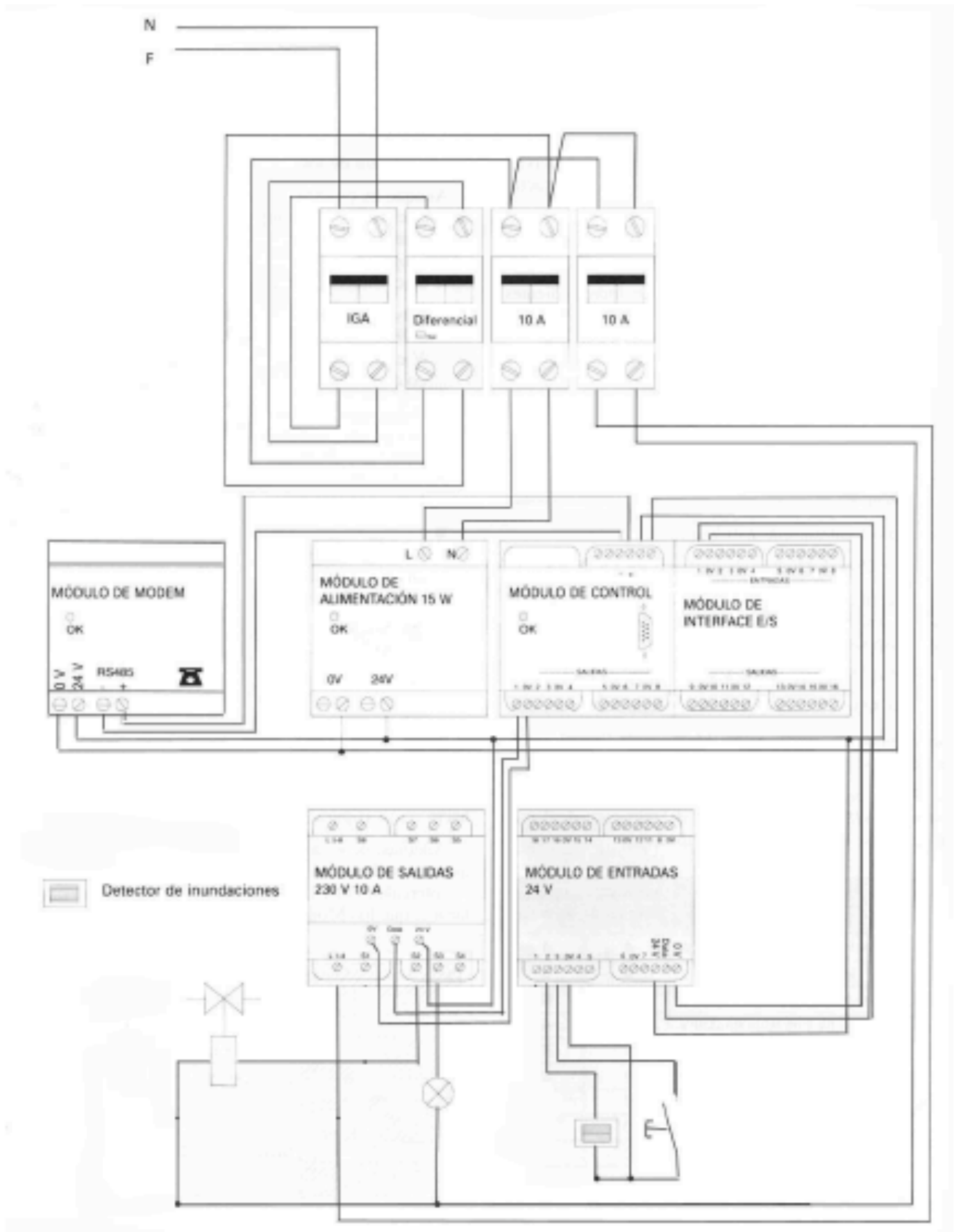
Aunque es posible colocar los módulos fuera de los cuadros eléctricos (por ejemplo, en aberturas registrables en el falso techo, dentro de cajas de derivación, etc.), nosotros los alojaremos dentro del cuadro eléctrico de planta, donde se deberán tener en cuenta una serie de consideraciones:

Hay que conservar la distancia de seguridad de 10 mm entre los conductores de línea de 230 V c.a. y los 24 V c.c. Los cables tienen que sujetarse al cuadro eléctrico de manera que la distancia mutua no pueda cambiarse. Si esto es imposible, los cables de 24 V c.c. deberán tener el mismo aislamiento que los cables de alimentación (230 V c.a.).

- Es recomendable la colocación de los módulos SimonVIS en un panel independiente.
- Se recomienda que los componentes con desarrollo térmico mas alto esten colocados en la parte superior del cuadro eléctrico. Los componentes pueden clasificarse según el desarrollo térmico de los mismos:
 - Módulo de Control, Modulo de Temporizadores y Módulo de MODEM.
 - Módulos de Entradas y Salidas de 24 V c.c.,
 - Módulo de Alimentación. Módulos de Entradas y Salidas de 230Vc.a. diferenciales, magnetotérmicos e interruptores de grupo.

Los componentes con el nivel mas bajo se colocan de abajo hacia arriba. Además debería hacerse un gran esfuerzo para conseguir que en las líneas en que hay módulos de salida de 230 V c.a., se intercalen entre dos de ellos uno de entradas. Esto facilitaría el que los Módulos de Salidas liberen el calor producido.

Figura 6.4. Conexión General de Módulos con el Cuadro Eléctrico de Planta



ANEXO 4

GENERALIDADES Y ENTORNO LEGAL DE LOS SERVICIOS PROPUESTOS

1. RADIOBÚSQUEDA

- Alcance Nacional:

Seguidamente vemos una tabla que hace referencia al Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) donde aparecen los parámetros de la interfaz radioeléctrica reglamentada para los servicios de Radiobúsqueda de cobertura nacional:

Figura 5.7. Especificaciones. Cuadro Nacional de Atribución de frecuencias

Parámetro		Datos técnicos
1	Frecuencia/Banda de frecuencias.	26,200 MHz 26,350 MHz 26,500 MHz. 27,425 MHz 27,450 MHz 27,475 MHz. 40,875 MHz 40,900 MHz 40,925 MHz. 40,950 MHz. 461,300 MHz 461,700 MHz. 461,775 MHz 461,825 MHz.
2	Canalización/Anchura de banda.	25 kHz.
3	Modulación.	No se especifica.
4	Separación dúplex.	No hay.
5	Nivel de potencia.	Potencia máxima 5 W.
6	Servicio radioeléctrico/tipo de dispositivo.	Usos propios del servicio de radiobúsqueda.
Parámetros de información opcional		
7	Licencia/uso.	Sí.
8	Evaluación/notificación.	Clase II.
9	Norma técnica de referencia.	ETSI ETS 300 224.
10	Otras observaciones.	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF): UN-2, UN-12 y UN-34.

Siguiendo con la tabla anterior,

- Según la nota **UN-2: Radiobúsqueda en 27 MHz**

Los canales cuyas frecuencias se indican a continuación se destinan exclusivamente para el servicio de radiobúsqueda en recintos cerrados y sus inmediaciones.

26,200 MHz 26,500 MHz 27,450 MHz
26,350 MHz 27,425 MHz 27,475 MHz

La potencia radiada aparente máxima será de 5 W y la anchura de banda de emisión máxima la correspondiente a una canalización de 25 kHz.

- Según la nota **UN-12: Radiobúsqueda en 40 MHz**

Los canales cuyas frecuencias se indican a continuación también se destinan exclusivamente para el servicio de radiobúsqueda en recintos cerrados y sus inmediaciones:

40,875 MHz 40,900 MHz
40,925 MHz 40,950 MHz

La potencia radiada aparente máxima será de 5 W y la anchura de banda de emisión máxima la correspondiente a una canalización de 25 kHz.

- Según la nota **UN-34: Radiobúsqueda en 460 MHz**

Los canales cuyas frecuencias se indican a continuación se destinan exclusivamente para servicios de radiobúsqueda en recintos cerrados y sus inmediaciones.

461,300 MHz 461,700 MHz 461,775 MHz 461,825 MHz

La potencia radiada aparente máxima será de 5 W y la anchura de banda de emisión máxima la correspondiente a una canalización de 25 kHz.

- Alcance Europeo

*“DIRECTIVA DEL CONSEJO de 9 de octubre de 1990 sobre las bandas de frecuencia designadas para la introducción coordinada de un sistema **paneuropeo** público terrestre de radiobúsqueda en la Comunidad (90/544/CEE)*

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por « Sistema paneuropeo público terrestre de radiobúsqueda » el servicio público de radiobúsqueda basado en una infraestructura terrestre en los Estados miembros, con arreglo a una especificación común, que permita a las personas que lo deseen enviar y/o recibir un aviso y/o un mensaje numérico o alfanumérico en cualquier lugar de la Comunidad situado en la zona de cobertura del servicio.

- ❖ *De acuerdo con la Recomendación CEPT T/R 25-07, los Estados miembros deberán asignar cuatro canales prioritarios y protegidos en la banda 169.4 a 169.8 MHz, preferentemente:*

- 169.6 MHz - 169.65 MHz - 169.7 MHz - 169.75 MHz al sistema paneuropeo público terrestre de radiobúsqueda

- ❖ *Los Estados miembros deberán asegurarse de que se establezcan lo más pronto posible los planes que permitan al sistema paneuropeo público terrestre de radiobúsqueda ocupar, de acuerdo con la demanda comercial, la totalidad de la banda 169.4 a 169.8 MHz.”*

La Recomendación CEPT T/R 25-07 relativa a la coordinación de las frecuencias para el sistema europeo de radiomensaje ha designado los canales europeos para el sistema ERMES (Sistema Europeo de Radiomensajes), el cual según la Directiva anteriormente expuesta, es el sistema de radiobúsqueda más avanzado, especificado por el Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones (ETSI).

La Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) ha señalado que la banda de frecuencias de los **169.4 a 169.8 MHz** es la más adecuada para la radiobúsqueda pública y que dicha elección se atiene a las disposiciones de los reglamentos de radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

2. DOMOTICA

2.1. Generalidades

2.1.1. Legislación de aplicación a las instalaciones de Domótica

- ❖ REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN (NTE).
 - IPP Instalación de Pararrayos
 - IEP Puesta a tierra de edificios
- ❖ REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

2.1.2. De seguridad entre instalaciones

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de domótica y las del resto de servicios.

Los requisitos mínimos de seguridad entre instalaciones serán los siguientes:

- La separación entre una canalización de Domótica con bus de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm. para trazados paralelos y de 3 cm. para cruces.
- La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones conjuntas deberá tener un valor mínimo de 15 KV/mm (UNE 21.316). Si son metálicas, se pondrán a tierra.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las conducciones de domótica por encima de las de otro tipo.
- En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente, o de humo, las canalizaciones de domótica se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o pantallas calóricas.
- Las canalizaciones para los servicios de domótica, no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las precauciones para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

Las conducciones de control de la instalación de domótica, las eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.

b) Las canalizaciones de control de la instalación de domótica estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones y especialmente se tendrá en cuenta:

- La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente. - La condensación. - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstos.
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo. - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

2.1.3. De accesibilidad

Las canalizaciones de domótica se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

2.1.4. De compatibilidad electromagnética

2.1.4.1. Tierra local.

El sistema general de tierra del inmueble debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10 Q respecto de la tierra lejana. El sistema de puesta a tierra del armario de instalación domótica constará esencialmente de una barra colectora de cobre sólida, será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectada directamente al sistema general de tierra del inmueble en uno o más puntos. A él se conectará el conductor de protección o de equipotencialidad y los demás componentes o equipos que han de estar puestos a tierra regularmente. El cable de conexión de la barra colectora al terminal general de tierra del inmueble estará formado por conductores flexibles de cobre de 25 mm² de sección. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc. metálicos de los RIT estarán unidos a la tierra local.

Si en el inmueble existe más de una toma de tierra de protección, deberán estar eléctricamente unidas.

2.1.4.2. Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.

Se supone que el inmueble cuenta con una red de interconexión común, o general de equipotencialidad, del tipo mallado, unida a la puesta a tierra del propio inmueble. Esa red estará también unida a las estructuras, elementos de refuerzo y demás componentes metálicos del inmueble. Todos los cables con portadores metálicos de domótica procedentes del exterior del edificio serán apantallados, estando el extremo de su pantalla conectado a tierra local en un punto tan próximo como sea posible de su entrada al recinto que aloja el punto de interconexión y nunca a más de 2 m. de distancia.

2.1.4.3. *Accesos y cableados.*

Con el fin de reducir posibles diferencias de potencial entre sus recubrimientos metálicos, la entrada de los cables de domótica y de alimentación de energía se realizará a través de accesos independientes, pero próximos entre sí, y próximos también a la entrada del cable o cables de unión a la puesta a tierra del edificio.

2.1.4.4. *Compatibilidad electromagnética entre sistemas.*

Al ambiente electromagnético que cabe esperar en el cuadro de instalaciones domótico, la normativa internacional (E.T.S.I. y U.I.T.) le asigna la categoría ambiental Clase 2.

Por tanto, los requisitos exigibles a los equipamientos de domótica del cuadro de instalaciones domóticas con sus cableados específicos, por razón de la emisión electromagnética que genera, figuran en la norma ETS 300 386 del E.T.S.I. El valor máximo aceptable de emisión de campo eléctrico del equipamiento o sistema para un ambiente de Clase 2 se fija en 40 dB_{N/m} dentro de la gama de 30 MHz-230 MHz y en 47 dB (V/m) en la de 230 MHz-1000 MHz, medidos a 10 m. de distancia.

2.1.4.5. *Cortafuegos.*

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas en el interior de los tubos. En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas. En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50 mm.

Si en un determinado conjunto, el equipo que pueda producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, estos se montarán lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 mm. de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900 mm. o menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuego entre ellas a 450 mm. o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 900.
- El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igualo mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16 mm.
- Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.
- Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.
- Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto.

2.1.5. Prevención de Riesgos Laborales

2.1.5.1. Disposiciones legales de aplicación.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Vigente el arto 24 y el capítulo VII del título II.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto)
- Real decreto 1316/1989 de 27 de Octubre. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 1407/92 de 20 de Noviembre sobre regulación de las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual. Modificado por R.D. 159/ 1995 de 3 de Febrero y la Orden 20/02/97.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco formativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de Riesgos Laborales. Real Decreto 614/2001, de 18 de junio, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo electrónico.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención. .
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Reglamento de régimen interno de la empresa constructora, caso de existir y que no se oponga a ninguna de las disposiciones citadas anteriormente.

2.1.5.2. Características específicas de seguridad.

La ejecución de un Proyecto de instalación domótica, tiene dos partes claramente diferenciadas que se realizan en dos momentos diferentes de la construcción.

Así se tiene:

- Instalación de la infraestructura y canalización de soporte del sistema.
- Instalación de los elementos activos del sistema domótico.

2.1.5.3. Instalación de la infraestructura y canalización soporte.

Esta infraestructura consta de:

- Un armario de instalación domótica.
- Una red de tubos que unen el armario con el resto de dispositivos de la instalación.

La instalación de esta infraestructura plantea riesgos específicos, que deben ser tenidos en cuenta además de aquellos inherentes del entorno en el que se realiza la misma.

Esta instalación se suele realizar durante la fase albañilería y cerramientos.

2.1.5.4. Instalación de los elementos activos del sistema domótico.

Esta instalación consiste en:

- La instalación en el cuadro del sistema domótico de los diferentes módulos así como la instalación y conexionado de las estaciones remotas ubicadas en los registros pertinentes a lo largo del edificio.
- Una instalación eléctrica en el interior del cuadro del sistema domótico, consistente en, cuadro de protección, enchufes y fuente de alimentación para los sensores.
- El tendido de los diferentes cables de conexión a través de los tubos y registros y el conexionado de los mismos.

Normalmente se realiza durante la fase INSTALACIONES.

2.1.5.5. Riesgos generales que se pueden derivar del proyecto de instalación de un sistema domótico.

Teniendo en cuenta lo referido anteriormente no existen riesgos generales derivados de la instalación de este proyecto.

2.1.5.6. *Riesgos debidos al entorno.*

Teniendo en cuenta que los operarios transitan por zonas en construcción, se encuentran expuestos a los mismos riesgos debidos al entorno que el resto de los operarios de la obra, siendo de señalar que los que esta presenta son:

- Atrapamiento y aplastamiento en manos durante el transporte de andamios. Atrapamientos por los medios de elevación y transporte. Caídas de operarios al vacío. Caída de herramientas, operarios y materiales transportados a nivel y a niveles inferiores.
- Caída de materiales de cerramiento por mala colocación de los mismos. Caída de andamios.
- Desplome y hundimiento de forjados.
- Electrocuaciones o contactos eléctricos, directos e indirectos, con instalaciones eléctricas de la obra.
- Incendios o explosiones por almacenamiento de productos combustibles.
- Irritaciones o intoxicaciones: piel, ojos, aparato respiratorio, etc.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies. Salpicaduras a los ojos de pastas y morteros.

2.1.5.7. *Riesgos debidos a la instalación de infraestructura y canalización de soporte del sistema en el interior del edificio.*

Los trabajos que se realizan en el interior son:

- Tendido de tubos de canalización y su fijación
- Realización de rozas para conductos y registros.
- Colocación de los diversos registros.

Estos trabajos se realizan durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra siendo los riesgos específicos de la actividad a realizar los siguientes:

- Caídas de escaleras o andamios de borriquetas.
- Proyección de partículas al cortar materiales.
- Electrocuaciones o contactos eléctricos, directos e indirectos, con pequeña herramienta. Golpes o cortes con herramientas.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos.

2.1.5.8. *Riesgos debidos a la instalación de los elementos activos del sistema domótico.*

Estas obras se realizan durante la Fase de Obra instalaciones.

El riesgo de estas unidades de obra no es muy elevado ya que se realizan en el interior del edificio.

Riesgos específicos de la actividad a realizar:

- Debidos al vértigo en operarios propensos a sufrir estos efectos.
- Resbalones en las superficies inclinadas.
- Pérdida de equilibrio o caídas en caso de vientos superiores a 50 Km./h.
- Caída en altura de personal y materiales.
- Caída de andamios o escaleras.

- Caída por huecos de ventilación no cerrados.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Electroclusiones por contactos de antenas o elementos captadores con líneas de alta o baja tensión que discurran sobre la cubierta.
- Electroclusiones por contactos directos con líneas de energía o indirectos con pequeña maquinaria.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.

Especial cuidado y atención debe tenerse cuando se realicen trabajos de mantenimiento o sustitución de los elementos inicialmente instalados ya que puede haber cambios en los elementos del entorno, una vez realizada la instalación inicial que obliguen o aconsejen la toma de precauciones adicionales.

2.1.5.9. Riesgos debidos a las instalaciones eléctricas en el cuadro domótico.

La instalación eléctrica en el cuadro consiste en:

- Canalización directa desde el cuadro de contadores hasta el cuadro de protección. Instalación del cuadro de protección con las protecciones correspondientes.
- Montaje en el interior del mismo de los interruptores magnetotérmicos y diferenciales. Instalación de alumbrado normal y de emergencia.
- Montaje de la red de alimentación de los equipos que así lo requieran.

Riesgos específicos de la actividad a realizar:

- Caída de andamios o escaleras.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Electroclusiones por contactos directos con directos con líneas de energía o indirectos con pequeña maquinaria.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.

2.2. Entorno Legal

Norma Europea EN50090: "Sistemas electrónicos para viviendas y edificios".

Consta de las siguientes partes:

Parte 1: Estructura de normalización.

- Da una visión de conjunto.
- Clasifica los sistemas domóticos; según el ancho de banda, en 3 Clases:
 - Clase 1: Aplicaciones de control remoto 0 distribuido. Utilización de ordenes cortas.
 - Clase 2: Aplicaciones que requieren anchos entre 144 Kbps y 200 Kbps.
 - Clase3: Aplicaciones relacionadas con la distribución de múltiples canales de información, tanto sonido como datos o vídeo.

Parte 2: Esquema general del sistema.

- Esta dividida en dos partes:
 - EN 50090-2-1: Generalidades del sistema. Arquitectura (1994).
 - EN 50090-2-2: Requisitos técnicos generales (1996).
- Traducida al castellano por AENOR como norma UNE-EN.

Parte 3: Detalles sobre aplicación.

- Estructurada en 4 partes:
 - EN 50090-3-1: Introducción a la estructura de la aplicación (1994).
 - EN 50090-3-2: Proceso de usuario (1995).
 - CLCR205-007: Capa de aplicación (1996).
 - EN 50090-3-4: Capa de aplicación común.
- Actualmente, la norma UNE-EN 50090-3-1 esta traducida al castellano por AENOR.

Parte 4: Capa de transporte y capa de red de trabajo.

- Define las funciones de las capas de red y transporte en los sistemas domóticos.
- En cuanto a la capa de red, ésta proporciona:
 - Medios para un servicio orientado o no orientado a la conexión. Independencia de ruta y topología.
 - Control de errores.
 - Control de flujo.
 - Identificación de las direcciones de red o Acuses de recibo.
- En cuanto a la capa de red, esta garantiza:
 - Transferencia completa de datos a nivel de sesión.
 - Función de transporte orientada a la conexión en una función de red no orientada a la conexión.
 - Segmentación de los datos.

Parte 5: Capas de comunicaciones y dependientes de estas.

- Define las características físicas de los soportes, tanto las ondas guiadas o no guiadas.
- Los soportes físicos que se tienen en cuenta son:
 - EN 50090-5-1: Línea de alimentación (PL) (1996).
 - EN 50090-5-2: Par trenzado (PT) (1996).
 - EN 50090-5-3: Cable coaxial (CX).
 - EN 50090-5-4: Infrarrojo (IR).
 - EN 50090-5-5: Radiofrecuencia (RF).
 - EN 50090-5-6: Fibra óptica (FO)

Parte 6: Interfaces.

- Define 3 tipos de interfaces:
 - Interfaz de soporte (MI).
 - Interfaz universal (UI).
 - Interfaz de proceso (PI).

Parte 7: Gestión del sistema.

- Trata los problemas de inicialización, ensayo, cierre, control de actividades y anomalías del sistema HBES:
 - Interfaz universal (UI).
 - Interfaz de soporte (MI).
 - Interfaz de proceso (PI).

Parte 8: Conformidad de productos.

- Establece los estándares que se aplican a los productos HBES para permitir la normalización de los tests y la conformidad de productos.
- Define los requisitos de valoración de conformidad para los protocolos de comunicación.

Parte 9: Requerimientos de la instalación.

- Este documento establece los requisitos necesarios para establecer buses domóticos a través de par trenzado.
- Asimismo define las posibilidades de coexistencia con otras redes (voz, video, potencia, etc.) mediante una infraestructura común.
- Esta estructurada en dos apartados:
 - Cableado genérico en par trenzado clase 1.
 - Inspección y pruebas de control en una instalación HBES.
- La idea general por tanto, es la de que no se instalen independientemente todo este tipo de redes, sino que exista una cooperación entre todos los instaladores para implementar conjuntamente todos los servicios en un hogar.

3. CABLEADO ESTRUCTURADO

3.1. Normas y estándares aplicables

3.1.1. Normas y Estándares Sobre Cableado Estructurado

El estándar **CEN/CENELEC** a nivel europeo para el cableado de telecomunicaciones en edificios está publicado en la norma **EN 50173** (*Performance requirements of generic cabling schemes*) sobre cadenas de enlace (o conjunto de elementos que constituyen un subsistema: toma de pares, cables de distribución horizontal...). Esta especificación recoge la reglamentación **ISO/IEC 11801** (*Generic Cabling for Customer Premises*) excepto en aspectos relacionados con el apantallamiento de diferentes elementos del sistema y la norma de Compatibilidad Electromagnética.

El objetivo de este estándar es proporcionar un sistema de cableado normalizado de obligado cumplimiento que soporte entornos de productos y proveedor múltiple.

La norma internacional **ISO/IEC 11801** está basada en el contenido de las normas americanas **EIA/TIA-568** (Estándar de cableado para edificios comerciales) desarrolladas por la *Electronics Industry Association* (EIA) y la *Telecommunications Industry Association* (TIA).

La normativa presentada en la **EIA/TIA-568** se completa con los boletines **TSB-36** (Especificaciones adicionales para cables UTP) y **TSB-40** (Especificaciones adicionales de transmisión para la conexión de cables UTP).

En dichos documentos se dan las diferentes especificaciones divididas por "Categorías" de cable UTP así como los elementos de interconexión correspondientes (módulos, conectores, etc). También se describen las técnicas empleadas para medir dichas especificaciones.

La norma central que especifica un género de sistema de cableado para telecomunicaciones que soporte un ambiente multi producto y multi proveedor, es la norma ANSI/TIA/EIA-568-A, "Norma para construcción comercial de cableado de telecomunicaciones". Esta norma fue desarrollada y aprobada por comités del Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), y la Asociación de la Industria Electrónica, (EIA), todos de los E.U.A. Estos comités están compuestos por representantes de varios fabricantes, distribuidores, y consumidores de la industria de redes. La norma establece criterios técnicos y de rendimiento para diversos componentes y configuraciones de sistemas.

Además, hay un número de normas relacionadas que deben seguirse con apego para asegurar el máximo beneficio posible del sistema de cableado estructurado. Dichas normas incluyen la ANSI/EIA/TIA-569, "Norma de construcción comercial para vías y espacios de telecomunicaciones", que proporciona directrices para conformar ubicaciones, áreas, y vías a través de las cuales se instalan los equipos y medios de telecomunicaciones.

También detalla algunas consideraciones a seguir cuando se diseñan y construyen edificios que incluyan sistemas de telecomunicaciones.

Otra norma relacionada es la ANSI/TIA/EIA-606, "Norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales". Proporciona normas para la codificación de colores, etiquetado, y documentación de un sistema de cableado instalado. Seguir esta norma, permite una mejor administración de una red, creando un método de seguimiento de los traslados, cambios y adiciones. Facilita además la localización de fallas, detallando cada cable tendido por características tales como tipo, función, aplicación, usuario, y disposición.

ANSI/TIA/EIA-607, "Requisitos de aterrizado y protección para telecomunicaciones en edificios comerciales", que dicta prácticas para instalar sistemas de aterrizado que aseguren un nivel confiable de referencia a tierra eléctrica, para todos los equipos de telecomunicaciones subsecuentemente instalados.

Cada uno de estas normas funciona en conjunto con la 568-A. Cuando se diseña e instala cualquier sistema de telecomunicaciones, se deben revisar las normas adicionales como el código eléctrico nacional (NEC) de los E.U.A., o las leyes y previsiones locales como las especificaciones NOM (Norma Oficial Mexicana). Este documento se concentra en la norma 568-A y describe algunos de los elementos básicos de un sistema genérico de cableado, tipos de cable y algunas de sus ventajas y desventajas, así como prácticas y requisitos de instalación.

Otras especificaciones de interés son las normas **EIA/TIA-569** que definen los diferentes tipos de cables que han de ser instalados en el interior de edificios comerciales, incluyendo el diseño de canalizaciones, y la **EIA/TIA-569**, enfocada a cableado de edificios residenciales y pequeños comercios.

Por su parte, la normativa europea **CENELEC** recoge otras especificaciones entre las que destacan:

- **EN 50167** Cables de distribución horizontal (Especificación intermedia para cables con pantalla común para utilización en cableados horizontales para la transmisión digital).
- **EN 50168** Cables de parcheo y conexión a los terminales (Especificación intermedia para cables con pantalla común para utilización en cableados de áreas de trabajo para la transmisión digital).
- **EN 50169** Cables de distribución vertical (Especificación intermedia para cables con pantalla común para utilización en cableados troncales (campus y verticales) para la transmisión digital).
- **EN 50174** Guía de instalación de un proyecto precableado.
- **EN 50098-1** Norma sobre instalación de un usuario de acceso básico a la RDSI (completa la ETS 300012).
- **EN 50098-2** Norma sobre acceso primario a la RDSI (completa la ETS 30011).
- **EN 50098-3** Norma sobre instalación del cable.
- **EN 50098-4** Norma sobre cableado estructurado de propósito general.

3.1.2. Otras Normas y Estándares aplicables a Cableado Estructurado

3.1.2.1. *Compatibilidad Electromagnética*

A partir de 1996 es de obligado cumplimiento la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/EEC reflejada en el Real Decreto 444/1994 donde se establecen los procedimientos de evaluación de la conformidad y los requisitos de protección relativos a Compatibilidad Electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones. Son de referencia las siguientes normas:

- **EN 50081** Norma genérica de emisión sobre compatibilidad electromagnética.
- **EN 50082-1** Norma genérica de inmunidad sobre compatibilidad electromagnética.
- **EN 55022** Norma de producto sobre la emisión de las Tecnologías de la Información (en elaboración)
- **EN 55024** Norma de producto sobre inmunidad de la Tecnologías de la Información.

3.1.2.2. *Seguridad*

Con relación a seguridad son de referencia las siguientes normas:

- **IEC 332** Norma sobre propagación de incendios.
- **IEC 754** Norma sobre emisión de gases tóxicos.
- **IEC 1034** Norma sobre emisión de humo.

4. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA (EMC)

4.1. Normativa de EMC

La reglamentación sobre compatibilidad electromagnética se desarrolla en el Real Decreto 444/94, de 11 de marzo, por el que se establecen los procedimientos de evaluación de la conformidad y los requisitos de protección relativos a la compatibilidad electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones, modificado por el Real Decreto 1950/1995 de 1 de diciembre (BOE 28/12/95).

Dicho Real Decreto transpone a la legislación española la Directiva 89/336/CEE del Consejo, de 3 de mayo, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros de la Unión Europea relativas a la compatibilidad electromagnética, modificada por las Directivas 91/263/CEE, 92/31/CEE, 93/68/CEE, 93/97/CEE y 98/13/CEE.

El principal objetivo de la Directiva 89/336/CEE es garantizar la libre circulación de aparatos en el Área Económica Europea y crear un ambiente EMC aceptable. El nivel de protección requerido está especificado en la Directiva de EMC mediante objetivos de protección en el campo de la compatibilidad electromagnética. Los principales objetivos son:

- Asegurar que dispositivos, aparatos y sistemas, así como servicios de radiocomunicación cuyo funcionamiento pudiera ser afectado por perturbaciones electromagnéticas causadas por aparatos eléctricos o electrónicos, estén adecuadamente protegidos frente a tales perturbaciones.
- Asegurar que los aparatos tienen un adecuado nivel de inmunidad intrínseca a las perturbaciones electromagnéticas de manera que puedan funcionar de acuerdo con su propósito.

Para lograr estos objetivos, la Directiva de EMC establece requisitos de protección y procedimientos bajo los cuales el fabricante pueda evaluar por sí mismo sus aparatos en relación a esos requisitos o los pueda hacer evaluar por terceras partes.

Obviamente el objetivo no es conseguir un nivel de emisión cero, o total inmunidad. Los requisitos acomodan hechos físicos y razones prácticas. Con objeto de que este proceso permanezca abierto a futuros desarrollos técnicos, la Directiva de EMC describe sólo requisitos de protección en sus líneas generales.

Los aparatos eléctricos y electrónicos que cumplan las disposiciones de la Directiva de EMC pueden ser puestos en el mercado del Área Económica Europea, tener libre circulación y ser utilizados según su diseño y función en el entorno EMC previsto.

4.1.1. Procedimientos para la evaluación de la conformidad

La aplicación de las normas armonizadas apropiadas a un producto le confiere presunción de conformidad con los requisitos de protección de la Directiva.

La declaración de conformidad citada la realizará el fabricante o su representante establecido en la Unión Europea tras haber finalizado uno de los procedimientos para el cumplimiento de la legislación en materia de compatibilidad electromagnética establecidos a tal efecto, debiendo tener en cuenta el tipo de aparatos a los cuales es aplicable cada uno de ellos.

Las normas permiten tres caminos para demostrar que un equipo cumple las normas (declaración de conformidad):

- Autocertificación: El fabricante (o su autorizado, por ejemplo una empresa especializada en certificación) realiza sus propios tests de compatibilidad y declara que el producto cumple los estándares relevantes.
- Obtener de un organismo competente (laboratorios acreditados) un expediente técnico de construcción en el que se certifique que el equipo cumple la normativa europea sobre EMC.
- Certificado CE de tipo. Este certificado es el documento por el cual se certifica que un ejemplar representativo de la producción cumple con las especificaciones técnicas que le son aplicables. El fabricante deberá ser independiente del laboratorio que vaya a realizar las pruebas. El organismo competente (la Dirección General de Telecomunicaciones) designará los laboratorios a los que podrá dirigirse el solicitante del certificado de examen de tipo.

La declaración de conformidad es una condición para que el fabricante pueda utilizar el marcado CE en el producto.

La declaración CE de conformidad deberá constar de los siguientes elementos:

- Descripción del aparato o aparatos de que se trate.
- Referencia de las normas o especificaciones técnicas en relación a las cuales se declara la conformidad y, en su caso, resultado documental de los ensayos efectuados y medidas internas aplicadas para garantizar la conformidad de los aparatos con las disposiciones del Real Decreto 444/19994.
- Identificación del signatario habilitado para representar al fabricante o a su representante legal establecido en la Unión Europea.
- En su caso, la referencia del certificado CE de tipo expedido por un organismo de control notificado.

4.1.2. Ensayos de compatibilidad electromagnética

El nivel máximo de perturbaciones electromagnéticas generadas por los aparatos deberá ser tal que no dificulte la utilización, en particular, de los siguientes aparatos:

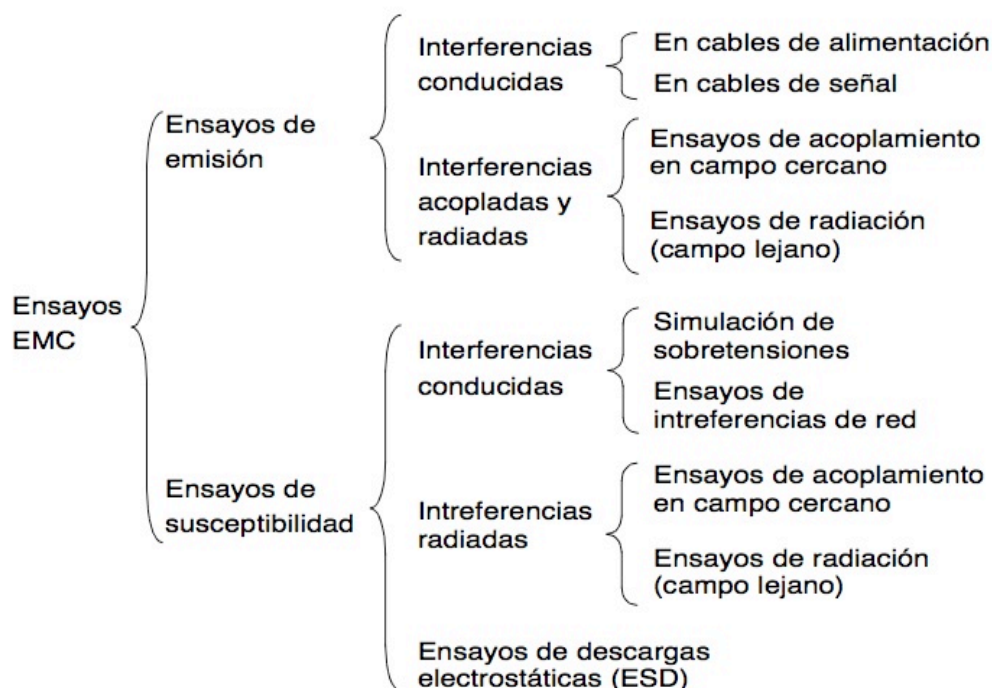
- Receptores de radio y televisión privados.
- Equipos industriales.
- Equipos de radio móviles.
- Equipos de radio móviles y radiotelefónicos comerciales.
- Aparatos médicos y científicos.
- Equipos de tecnologías de la información.
- Aparatos domésticos, equipos electrónicos domésticos y herramientas portátiles.
- Aparatos de radio para la aeronáutica y la marina.
- Equipos educativos electrónicos.
- Redes y aparatos de telecomunicaciones.
- Emisoras de radio y de teledifusión.

Al medir el nivel de EMI conducidas o radiadas que produce un equipo en su entorno (ensayos de emisión), o el nivel de EMI conducidas o radiadas que puede soportar un equipo sin que se produzca un fallo o un mal funcionamiento (ensayos de susceptibilidad), nos encontramos con los siguientes problemas:

- Las perturbaciones EMI que se producen en condiciones reales de trabajo son difícilmente reproducibles. Debemos recurrir entonces a equipos simuladores que generen EMI estándar para nuestras pruebas.
- Las mediciones se ven afectadas por el inevitable entorno electromagnético, lo que dificulta la repetibilidad de las medidas. Hay que definir cuidadosamente las condiciones de medida a fin de mejorar esta repetibilidad.

La normativa sobre EMC debe especificar las características de los recintos y equipos de simulación y medida de EMI.

Figura 9.18. Ensayos EMC



5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

5.1. Generalidades sobre Seguridad eléctrica en Hospitales

A los Hospitales se les aplica la Directiva 93/42/CEE - Productos Sanitarios. En ella se pueden encontrar entre otras cosas, requisitos de seguridad eléctrica en el entorno hospitalario. Seguidamente veremos algunos.

5.1.1. Choques eléctricos

Los choques eléctricos son debidos al paso de corriente a través del cuerpo humano por contacto con partes del equipo cargadas eléctricamente.

Los equipos deberán ser construidos y cerrados de forma que haya una protección suficiente contra el contacto accidental con las partes activas (partes a tensión peligrosa), de forma que el usuario sólo tenga acceso a partes con un aislamiento doble o reforzado.

En determinados aparatos, por propia construcción, es imposible impedir que algunas zonas queden inaccesibles, como palas de desfibriladores, electrodos de estimuladores, electrodos de electrobisturís, etc. Por tanto, para permitir su accesibilidad, deben cumplir con unos determinados requisitos tales como límites de tensión, de corriente, capacidad, energía, etc. Además del cumplimiento con estos límites, deberán estar marcadas con el símbolo de choque eléctrico, de forma que el usuario sea consciente del riesgo de dicha zona.

Un caso particular de protección contra choque eléctrico lo constituyen aquellos equipos que deben estar protegidos contra descargas de un desfibrilador cardíaco.

Dicha protección deberá ser tal que después de la exposición a la tensión del desfibrilador, no aparezcan energías eléctricas peligrosas sobre partes accesibles del equipo, cables de paciente, cables conectores y partes de entrada/salida de señal.

Los aparatos y su entorno no deberán alcanzar temperaturas excesivas en uso normal o en condición de primer defecto, de modo que se eviten los riesgos por calentamiento del propio aparato, riesgos al entorno del aparato y riesgos directos sobre las personas. Para ello, se miden las temperaturas máximas alcanzadas en las distintas partes o componentes del equipo, mientras se encuentra en las condiciones de funcionamiento más desfavorables (a plena carga).

En los ensayos correspondientes a condiciones anormales o condiciones de fallo se comprobará que tras sobrecargas, cortocircuitos, etc., el equipo no incumple ningún requisito esencial de seguridad.

5.1.2. Corrientes de fuga

Sin duda alguna, este es uno de los puntos más críticos en el diseño de los equipos electromédicos.

Mediante el ensayo de corrientes de fuga se pretende determinar la corriente que circularía por el cuerpo humano cuando éste entra en contacto con el equipo. La sensibilidad del cuerpo humano a las corrientes eléctricas depende del grado y naturaleza del contacto con el equipo, lo que lleva a la clasificación de los equipos de acuerdo con el grado y calidad de la protección (equipos tipo B, BF y CF).

Esta clasificación se describe en términos de la máxima corriente de fuga permisible, y al realizarla se han formulado implícitamente los requisitos para la corriente de fuga permisible.

Mediante los ensayos de rigidez dieléctrica se consigue verificar que los aislamientos de los que consta el equipo son correctos y apropiados para el uso al que van a estar destinados.

De este modo se verifica la resistencia a la perforación del aislamiento (rigidez dieléctrica). Para ello, el aislamiento en cuestión es sometido a una tensión con una forma de onda y una frecuencia tal, que la sollicitación dieléctrica en el aislamiento sea al menos igual a aquella que ocurriría si la forma de onda y la frecuencia de la tensión de ensayo fueran iguales a las tensiones aplicadas a las distintas partes en utilización normal.

5.1.3. Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección de un equipo, constituye un método de aislamiento contra riesgos de choque eléctrico. En algunos equipos, se opta por conectar las partes metálicas a tierra de protección, proporcionando así una protección adicional a un aislamiento básico de las tensiones peligrosas, que siempre es necesario.

Esta puesta a tierra de protección deberá estar realizada de tal forma, que la impedancia entre cualquier parte metálica accesible y el borne de tierra de protección tenga un valor máximo, el cual estará en función de la parte en cuestión y del método de conexión del equipo a la red de alimentación.

Los bornes de tierra de protección deberán estar identificados con el símbolo correspondiente, y además los conductores que conectan las distintas partes del equipo con el borne de tierra, deberán ser de color verde y amarillo.

5.1.4. Resistencia a la Humedad

Las envolventes de los aparatos deberán proporcionar un grado de protección contra la humedad y penetración de agua, conforme a la clasificación que le corresponda. En el sentido de la clasificación de los equipos, ésta vendrá indicada por las cifras IPXX (IP12, IP04), donde la primera cifra indica el grado de penetración de polvo, y la segunda cifra indica el grado de penetración del agua.

Independientemente de la clasificación IP, todos los equipos deben estar diseñados de forma que resistan las condiciones de humedad susceptibles de producirse en uso normal.

Para ello los equipos son sometidos a un ambiente con una humedad relativa de 91-95% y una temperatura de 20-32 °C (durante 48 horas para equipos ordinarios IP20, y 168 horas para equipos con un grado especial de protección). Tras el acondicionamiento de humedad, el equipo deberá seguir cumpliendo todos los requisitos de seguridad (rigidez dieléctrica, corrientes de fuga, líneas de fuga y distancias en el aire).

5.2. Requisitos Particulares para la Instalación Eléctrica en Quirófanos y Salas de Intervención

Según el Reglamento de Baja Tensión describe en la ITC-BT-38, se tienen los siguientes requisitos:

5.2.1. Condiciones Generales de Seguridad e Instalación

Las salas de anestesia y demás dependencias donde puedan utilizarse anestésicos u otros productos inflamables, serán considerados como locales con riesgo de incendio o explosión Clase I, Zona 1, salvo indicación en contra, y como tales las instalaciones deberán satisfacer las indicaciones para ellas establecidas en la ITC-BT-29.

Las bases de toma de corriente para diferentes tensiones, tendrán separaciones o formas distintas para las espigas de las clavijas correspondientes.

Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2,5 metros, o cuando sus interruptores presenten partes metálicas accesibles, deberá ser protegida contra los contactos indirectos mediante un dispositivo diferencial, conforme a lo establecido en la ITC-BT-24.

Las características de aislamiento de los conductores, responderán a lo dispuesto en la ITC-BT 19 y, en su caso, la ITC-BT-29.

5.2.2. Medidas de protección

5.2.2.1. Puesta a Tierra de Protección

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos o salas de intervención, deberán disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección. Tanto el neutro como

el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano o sala de intervención y las conexiones a masa, o los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

5.2.2.2. Conexión de equipotencialidad

Todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad, mediante conductores de cobre aislados e independientes. La impedancia entre estas partes y el embarrado (EE) no deberá exceder de 0,1 ohmios.

Se deberá emplear la identificación verde-amarillo para los conductores de equipotencialidad y para los de protección.

El embarrado de equipotencialidad (EE) estará unido al de puesta a tierra de protección (PT en la figura 1) por un conductor aislado con la identificación verde- amarillo, y de sección no inferior a 16 mm² de cobre.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad (EE) no deberá exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

5.2.2.3. Suministro a través de un transformador de aislamiento

Es obligatorio el empleo de transformadores de aislamiento o de separación de circuitos, como mínimo uno por cada quirófano o sala de intervención, para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse.

Se realizará una adecuada protección contra sobreintensidades del propio transformador y de los circuitos por él alimentados. Se concede importancia muy especial a la coordinación de las protecciones contra sobreintensidades de todos los circuitos y equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento, con objeto de evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del citado transformador.

El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento, cumplirán la norma UNE 20.615.

Se dispondrá de un cuadro de mando y protección por quirófano o sala de intervención, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones.

Éste deberá incluir la protección contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento. Es muy importante que en el cuadro de mando y panel indicador del estado del aislamiento, todos los mandos queden perfectamente identificados y sean de fácil acceso. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento deberá estar en el interior del quirófano o sala de intervención y ser fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

5.2.2.4. Protección diferencial y contra sobreintensidades

Se emplearán dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad (≤ 30 mA) y de clase A, para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad.

Se dispondrán las correspondientes protecciones contra sobreintensidades.

Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador.

5.2.2.5. Empleo de muy baja tensión de seguridad

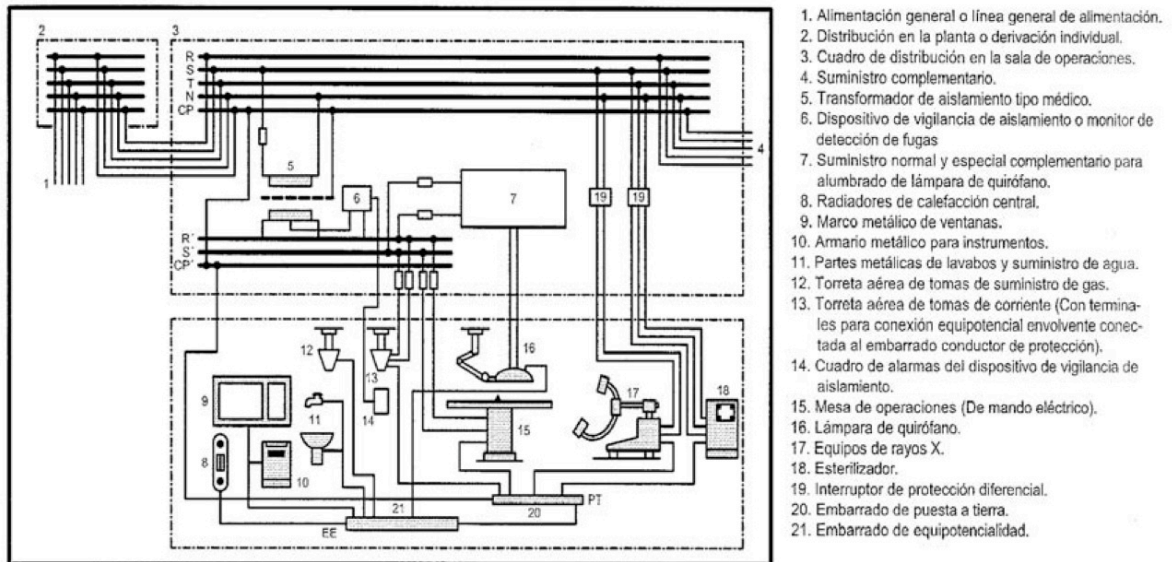
Las instalaciones con Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) tendrán una tensión asignada no superior a 24 V en corriente alterna y 50 V en corriente continua y cumplirá lo establecido en la ITC-BT-36.

5.2.3. Suministros complementarios

Además del suministro complementario de reserva requerido en la ITC-BT 28 será obligatorio disponer de un suministro especial complementario, por ejemplo con baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 segundos (corte breve) y con una autonomía no inferior a 2 horas. La lámpara de quirófano o sala de intervención siempre estará alimentada a través de un transformador de aislamiento.

Todo el sistema de protección deberá funcionar con idéntica fiabilidad tanto si la alimentación es realizada por el suministro normal como por el complementario.

Figura 10.2. Esquema eléctrico de un Quirófano



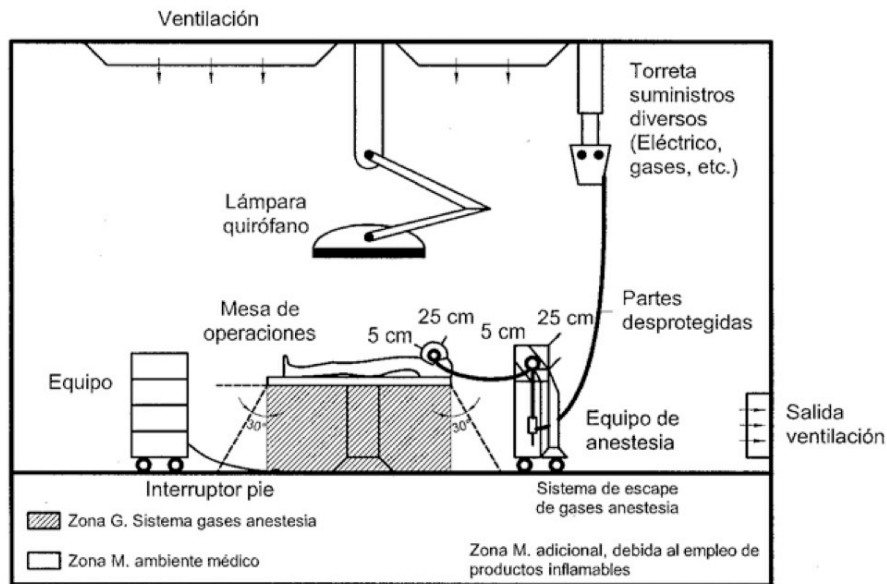
5.2.4. Medidas contra el riesgo de incendio o explosión

Para los quirófanos o salas de intervención en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la figura 10.3 muestra las zonas G y M, que deberán ser consideradas como zonas de la Clase I; Zona 1 y Clase I; Zona 2, respectivamente, conforme a lo establecido en la ITC-BT-29. La zona M, situada debajo de la mesa de operaciones, podrá considerarse como zona sin riesgo de incendio o explosión cuando se asegure una ventilación de 15 renovaciones de aire /hora.

Los suelos de los quirófanos o salas de intervención serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de $1 \text{ M}\Omega$, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a $100 \text{ M}\Omega$, no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

En general, se prescribe un sistema de ventilación adecuado que evite las concentraciones de los gases empleados para la anestesia y desinfección.

Figura 10.3. Partes de un Quirófano



5.3. Condiciones Especiales de Instalación de Receptores en Quirófanos y Salas de Intervención

Todas las masas metálicas de los receptores invasivos eléctricamente deben conectarse a través de un conductor de protección a un embarrado común de puesta a tierra de protección (PT en figura 1) y éste, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio.

Se entiende por receptor invasivo eléctricamente aquel que desde el punto de vista eléctrico penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal. Esto es, aquellos productos que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente. A título de ejemplo pueden citarse, electrobisturíes, equipos radiológicos de aplicación cardiovascular de intervención, ciertos equipos de monitorización, etc. Los receptores invasivos deberán conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La instalación de receptores no invasivos eléctricamente, tales como, resonancia magnética, ultrasonidos, equipos analíticos, equipos radiológicos no de intervención, se atenderán a las reglas generales de instalación de receptores indicadas en la ITC- BT-43.