

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

***DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE  
INFRAESTRUCTURA COMÚN DE  
TELECOMUNICACIONES (ICT) PARA UN  
EDIFICIO RESIDENCIAL***

**Estudiante**  
**Director/Directora**  
**Departamento**  
**Curso académico**

*Fontán Sologuren, Laura*  
*Ibarrola Armendariz, Ana Eva*  
Ingeniería de Comunicaciones  
*2021-2022*

*Bilbao, 16 septiembre 2022*

## RESUMEN TRILINGÜE (CASTELLANO/EUSKERA/INGLÉS)

### **RESUMEN**

Debido al incremento de los usuarios y de sus necesidades básicas, es necesario adaptar las telecomunicaciones a los nuevos cambios además de proporcionar un mercado de libre competencia. Por lo tanto, por un lado, las ICT sirven para garantizar el derecho de todos los ciudadanos a acceder a los diferentes servicios de telecomunicación dotando a los edificios de infraestructuras adecuadas. Por otro lado, procuran el mismo derecho de uso de dichas infraestructuras a todos los operadores. Este trabajo de fin de máster tiene como objetivo principal la definición, análisis y diseño de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones.

Una ICT permite la distribución de señales de telecomunicación la cual engloba la instalación de Radio y Televisión Terrestre y Satélite, instalación de Telecomunicaciones para los servicios de Telefonía Disponible al Público y servicios de Banda Ancha.

Para este proyecto, se ha seleccionado un edificio residencial de seis plantas lo más cercano a un caso real. Previo al diseño, se ha hecho un estudio exhaustivo de la normativa vigente, definiendo cada elemento de la infraestructura.

El diseño de la ICT se ha desarrollado en base a la normativa y con los conocimientos adquiridos en el grado y máster se ha desarrollado un diseño de lo que puede ser una ICT. Para ello, se ha realizado un estudio de alternativas en el que se han analizado las diferentes topologías (eligiéndose la más adecuada), los diferentes elementos y toda la infraestructura que constituye la ICT. De esta forma, se ha diseñado una ICT y se ha desarrollado una documentación lo más similar a un caso real de proyecto de ICT, apoyándose en el software AUTOCAD para el diseño de la infraestructura, y en el software ICTEasy para los cálculos necesarios.

**Palabras clave:** ICT, banda ancha, Telefonía Disponible al Público, Televisión Terrestre y Satélite.

## **LABURPENA**

Erabiltzaileen oinarrizko beharrak eta horien hazkundera direla eta, beharrezkoa da telekomunikazioak aldaketa berrietara egokitzea, eta, gainera, lehia askeko merkatu bat eskaintzea. Beraz, alde batetik, telekomunikazio-azpiegitura komunek herritar guztiek telekomunikazio-zerbitzuak erabiltzeko duten eskubidea bermatzeko balio dute, eraikinei azpiegitura egokiak emanez. Bestalde, azpiegitura horiek erabiltzeko eskubide bera ematen diete operadore guztiei. Master amaierako lan honen helburu nagusia zera da Telekomunikazioen Azpiegitura Komuna definitzea, aztertzea eta diseinatzea.

Telekomunikazio-azpiegitura komun batek hurrengo zerbitzuak biltzen ditu: Lurreko eta Satelite bidezko Irrati eta Telebistaren instalazioa, Telekomunikazioen instalazioa Telefonía Publikoen zerbitzuetarako eta Banda Zabaleko zerbitzuak.

Proiektu honetarako, kasu erreal batekin antzekotasun ahalik eta handiena duen sei solairuko egoitza-eraikin bat aukeratu da. Diseinua egin aurretik, indarrean dagoen araudia sakon aztertu da eta azpiegiturako elementu bakoitza definitu da.

Telekomunikazio-azpiegitura komunaren diseinua araudian oinarrituta garatu da, eta graduan eta masterrean eskuratutako ezagutzak baliatuta telekomunikazio-azpiegitura komun bat izan daitekeenaren diseinua garatu da. Horretarako, alternatibek azterketa bat egin da non topologia desberdinak (egokiena aukeratu egin da), elementu desberdinak eta TAK delakoaren azpiegitura osoa aztertu diren. Horrela, telekomunikazio-azpiegitura komun bat diseinatu da eta TAK delakoaren, proiektuaren kasu erreal baten antzekoena den dokumentazioa garatu da, azpiegitura diseinatzeko AUTOCAD softwarean eta beharrezko kalkuluertarako ICTEasy softwarean oinarrituta.

**Gako-hitzak:** Telekomunikazio-azpiegitura komuna (TAK), banda zabala, Telefonía Publikoen zerbitzuak, Lurreko eta Satelite bidezko Telebista.

## ***ABSTRACT***

Due to the basic increase of the users and their basic needs, it is necessary to adapt telecommunications to the new changes as well as provide a free competition market. Therefore, on the one hand, CTIs are used to guarantee the right of all citizens to access the different telecommunication services by providing buildings with adequate infrastructures. On the other hand, they provide the same right of use of these infrastructures to all operators. The main objective of this master's thesis is the definition, analysis and the design of a Common Telecommunications Infrastructure.

A CTI allows the distribution of telecommunication signals which encompasses the installation of Radio and Television Terrestrial and Satellite, Telecommunications installation for Publicly Available Telephony services and Broadband services.

For this project, a six-floor residential building has been selected as close to a real case as possible. Prior to the design, an exhaustive study of the current regulations was carried out, defining each element of the infrastructure.

The design of a real case of the CTI has been developed based on the regulations and with the knowledge acquired in the degree and master's degree.

For this purpose, a study of alternatives has been carried out in which the different topologies have been analysed (choosing the most suitable one), the different elements and all the infrastructure that makes up the CTI. In this way, an CTI has been designed and a documentation as similar as possible to a real case of an CTI project has been developed, using AUTOCAD software for the design of the infrastructure, and ICTEasy software for the necessary calculations.

**Keywords:** CTI, broadband, Publicly Available Telephony, Terrestrial and Satellite Television.

## ÍNDICE

1.- Introducción.....	1
2.- Contexto .....	3
2.1.- Definición .....	3
2.2.- Contextualización del proyecto .....	5
3.- Objetivos y alcance del trabajo.....	6
4.- Beneficios que aporta el trabajo.....	7
4.1.- Beneficios técnico-científicos .....	7
4.2.- Beneficios económicos .....	7
4.3.- Beneficios sociales.....	8
5.- Estado del arte .....	9
5.1.- Estructura de una ICT .....	9
5.2.- Topología de la ICT.....	10
5.3.- Normativas ICT.....	13
6.- Análisis de alternativas .....	15
6.1.- Estudio de las diferentes topologías de red .....	15
6.2.- Desarrollo de la topología elegida en las distintas redes que forman la ICT .....	19
7.- Metodología .....	20
7.1.- Planificación, documentación y análisis previo .....	20
7.2.- Diseño de la ICT .....	22
8.- Descripción de tareas.....	29
8.1.- Equipo de trabajo .....	29
8.2.- Definición de paquetes de trabajo.....	29
8.3.- Diagrama de Gantt.....	32
9.- Descripción del presupuesto .....	33
9.1.- Costes debido a recursos humanos.....	33
9.2.- Costes debido a amortizaciones .....	33
9.3.- Gastos de trabajo .....	34
9.4.- Balance final de los costes.....	34
10.- Análisis de riesgos previo .....	35
10.1.- Tipos de riesgos.....	35
10.2.- Matriz de probabilidad-impacto .....	37

11.- Conclusiones .....	38
12.- Bibliografía.....	39
Referencias .....	39
<b>ANEXOS</b> .....	<b>41</b>
<b>ANEXO I: MEMORIA</b> .....	<b>42</b>
<b>ANEXO II: PLANOS</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXO III: PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	<b>106</b>
<b>ANEXO IV: PRESUPUESTO DEL PROYECTO ICT</b> .....	<b>145</b>
<b>ANEXO V: CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	<b>165</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Topología de la ICT [5] .....	12
Ilustración 2: Esquema general de canalizaciones de un edificio [6] .....	13
Ilustración 3: Topologías de red [9] .....	18
Ilustración 4: Prototipo del edificio elegido .....	21
Ilustración 5: Estructura general de la ICT: red de alimentación, distribución y dispersión .....	23
Ilustración 6: Red de cable de par trenzado .....	24
Ilustración 7: Red de cable coaxial .....	24
Ilustración 8: Red de fibra óptica .....	25
Ilustración 9: Distribución interior del RTR .....	25
Ilustración 10: Ejemplo de diseño de la red interior de usuario en AUTOCAD .....	26
Ilustración 11: Red Interior de Usuario en la vivienda Izquierda .....	28
Ilustración 12: Diagrama de Gantt .....	32

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1: Resumen final del presupuesto total de la ICT .....	22
Tabla 2: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable coaxial.....	27
Tabla 3: Equipo de trabajo asociado al TFM .....	29
Tabla 4: Costes de recursos humanos.....	33
Tabla 5: Costes de amortizaciones .....	33
Tabla 6: Costes de trabajo .....	34
Tabla 7: Presupuesto final .....	34
Tabla 8: Matriz de probabilidad-impacto.....	37



## ACRÓNIMOS

<b>BAT</b>	Base de Acceso Terminal
<b>BOE</b>	Boletín Oficial del Estado
<b>CTI</b>	Common Telecommunications Infrastructure
<b>SE-AE</b>	Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la edificación
<b>FM</b>	Frecuencia Modulada
<b>F.O</b>	Fibra óptica
<b>ICT</b>	Infraestructura común de telecomunicaciones
<b>PAU</b>	Punto de Acceso de Usuario
<b>RD</b>	Real Decreto
<b>RDSI</b>	Red digital de servicios integrados
<b>REBT</b>	Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
<b>RITS</b>	Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones superior
<b>RITU</b>	Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones único
<b>RITI</b>	Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones inferior
<b>RTR</b>	Registros de Terminación de Red
<b>RTV</b>	Servicio de radio y televisión
<b>SAFI</b>	Servicio de acceso fijo inalámbrico
<b>SAI</b>	Servicios de acceso inalámbrico
<b>STDP</b>	Servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público
<b>TB</b>	Telefonía básica
<b>TBA</b>	Telecomunicaciones de banda ancha
<b>TLCA</b>	Televisión por cable
<b>TFM</b>	Trabajo de fin de máster

***TVSAT*** Televisión por satélite

***UHF*** Ultra High Frequency

***UIT-T*** Unión Internacional de Telecomunicaciones – Telecomunicación

## 1.- Introducción

A consecuencia de un largo proceso de innovaciones, descubrimientos y expansión del conocimiento del ser humano, hoy en día el nivel de desarrollo tecnológico es cada vez más elevado. Las telecomunicaciones desempeñan un papel importante en la sociedad, economía y en otros muchos ámbitos de la actualidad. Por ello, las infraestructuras comunes de telecomunicaciones son una herramienta esencial de comunicación para el ser humano, además de proporcionar una comodidad, rapidez y facilidad a la hora de comunicarse.

Con la liberación de las telecomunicaciones, la instalación de las Infraestructura Comunes de Telecomunicaciones (ICT) supone adaptarse a la nueva situación de libre competencia en este sector. Es un paso muy importante al facilitar la incorporación a las viviendas, sobre todo, las de nueva construcción, nuevas tecnologías a través de estas infraestructuras de calidad. Se crearon para facilitar las instalaciones de los edificios colectivos, oficinas y viviendas en una situación de libre competencia.

Este proyecto, tiene como objetivo principal analizar y diseñar una Infraestructura Común de Telecomunicación (ICT) para un edificio residencial, desarrollando el correspondiente Proyecto de ICT, como si de un caso real se tratase. Inicialmente, se desarrolla un estado del arte relacionado con el concepto de ICT: su nacimiento, la evolución, el contexto y el alcance del mismo. Para ello, es de vital importancia un exhaustivo análisis de las normativas vigentes, dado que la normativa de ICTs es una normativa de obligado cumplimiento en el estado español para todos los edificios que contempla la Ley de Propiedad Horizontal [1].

De este modo, cabe destacar que cualquier proyecto de ICT o instalación de ICT, se rige por el Real Decreto 346/2011, 11 de marzo [2], por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones. Mediante la orden ICT/1644/2011, de 10 de junio [3], se desarrolla el reglamento regulador de las ICT. Se ha de tener en cuenta, además, el Real Decreto 1/1998 [4] establece que no se concederá autorización para la construcción de nuevos edificios o rehabilitación integral de los existentes si al Proyecto de Edificación no se acompaña el Proyecto Técnico de ICT, por lo que es obligatoria su instalación en edificios.

Dicho esto, como ya se ha mencionado, será necesario un proyecto de ICT en todas aquellas promociones que consten de más de una vivienda (de nueva construcción o rehabilitadas) que se acojan a la Ley de Propiedad Horizontal. Es decir, todas aquellas viviendas que compartan zonas comunes por donde se encuentren las diferentes canalizaciones y que tengan compartido los servicios de telecomunicación. Como se especifica en el anteriormente nombrado Real Decreto 1/1998, el proyecto de infraestructura común de telecomunicaciones se debe presentar en el Ayuntamiento, junto con el proyecto Arquitectónico. Es estrictamente necesario, que el

proyecto arquitectónico esté unido el correspondiente proyecto de ICT para que pueda ser validado.

Por otro lado, una vez definidas las normativas, y la estructura de las ICT, se plantea el diseño de un proyecto de ICTs cercano a un caso real. Partiendo de la arquitectura de una vivienda habitable de 6 plantas, se procede a desarrollar una arquitectura completa de una infraestructura común de telecomunicaciones especificándose los servicios requeridos y las instalaciones necesarias para llevar a cabo este proyecto. Entre ellos, se proporciona servicio de telefonía tradicional (TB + RDSI), servicio de comunicaciones por cable (TLCA + SAFI), servicio de radio y televisión (tanto terrestre como satélite) y, por último, servicios de banda ancha.

Para llevar a cabo este proyecto, se ha hecho uso de la herramienta de diseño AutoCAD. Este software permite el diseño y caracterización de los planos del edificio objeto. Además, se ha utilizado el software ICTEasy diseñado y desarrollado por un alumno de la ESI de Bilbao. Este software permite el cálculo de ciertos parámetros necesarios a tener en cuenta en un proyecto ICT, cumpliendo siempre con la normativa vigente.

## 2.- Contexto

En este apartado se procede a definir las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones, así como otros conceptos importantes de los proyectos ICT como las circunstancias en la que se lleva a cabo esta clase de proyectos, además de nombrar las titulaciones habilitadas para poderlo llevarlo a cabo. También se hace referencia brevemente a la estructura de las ICT debido a que en los posteriores apartados será analizada más detalladamente.

### 2.1.- Definición

Con la liberalización del mercado de las telecomunicaciones en 1998, para favorecer la libre competencia y a la entrada de todos los operadores se estableció una nueva regulación. Es decir, se favorece a que independientemente del edificio se pueda contratar a cualquier operador de telecomunicaciones. Así surgen, por tanto, el comienzo de las ICT.

Una ICT es la infraestructura común de telecomunicaciones, es decir, el conjunto de equipos, cables, y medios técnicos desde los puntos de interconexión de los diferentes servicios (radio, televisión, teléfono y comunicaciones de banda ancha) hasta las tomas de usuarios en el interior de las viviendas. También comprende las canalizaciones por donde discurren los cables y los armarios de distribución o registro en los que se instala el equipamiento técnico.

Más concretamente engloba los siguientes aspectos:

- Instalación de Radio y televisión terrestre y satélite.
- Instalación de telecomunicaciones para los servicios de telefonía disponibles al público.
- Instalación de telecomunicaciones para los servicios de Banda Ancha.
- Instalación de las infraestructuras que dan soporte al hogar digital.
- Regulación de la obra civil en el interior de los edificios.

Es necesario que, en todas las promociones de más de una vivienda, rehabilitada o de nueva construcción que se acojan a la Ley de Propiedad Horizontal, es decir, las que compartan zonas comunes por donde discurren las canalizaciones y que dispongan de infraestructuras comunes para el acceso desde las viviendas a los servicios de telecomunicación. Este es el caso de las viviendas residenciales, los centros comerciales y las oficinas.

El proyecto de ICT se deberá presentar junto al Proyecto de ejecución del edificio en el Ayuntamiento, a la hora de solicitar la licencia de obra. No se podrán iniciar las obras de construcción sin el correspondiente proyecto de ICT. Además, será necesario presentar el Proyecto de Infraestructura Común de Telecomunicaciones en la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones correspondiente.

Los proyectos deben presentarse acompañados de un escrito, con copia, la cual será sellada a los efectos oportunos, que puede ser presentado por:

- El promotor.
- El promotor con firma por delegación.
- El proyectista.

Una vez visto por quién puede ser presentado el proyecto, se procede a nombrar los lugares donde se debe hacerlo:

- En el **Ayuntamiento**, junto con el Proyecto Arquitectónico (Real Decreto-Ley 1/98 Artículo 3). Según el Real Decreto-Ley 1/98 Artículo 3, no se concederá autorización para la construcción o rehabilitación integral de ningún edificio si al correspondiente proyecto arquitectónico no se une el que prevea la instalación de una infraestructura común propia.
- En la **Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones** (Real Decreto-Ley 279/99 Artículo 8). Según el Real Decreto-Ley 279/99 Artículo 8, otro ejemplar del proyecto, acompañado de copia en soporte informático, habrá de presentarse en la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones que corresponda, a los efectos que se pueda inspeccionar la instalación, cuando la autoridad competente lo considere oportuno.
- A la **propiedad**: promotor durante la fase de construcción y (comunidad) del edificio cuando ésta se haya constituido.

En cuanto a lo que el Proyecto Técnico se refiere, según el Real Decreto 346/2011 [2], inicialmente determinaba que solo un Ingeniero de Telecomunicación o un Ingeniero técnico de Telecomunicación serían los únicos habilitados para poder llevar a cabo esta clase de proyectos. Sin embargo, posteriormente, esta normativa fue modificada a efectos de tres sentencias. En la primera de ellas con fecha 9 octubre de 2012, eliminaba la obligatoriedad de verificar los proyectos ICT. La segunda y tercera con fecha 17 de octubre, abren la posibilidad a otros titulados ingenieros entre ellos los siguientes mencionados:

- Ingeniero de Telecomunicación.
- Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
- Ingeniero Industrial.
- Ingeniero Técnico Industrial en Electricidad.
- Ingeniero Técnico Industrial en Electrónica Industrial.

## 2.2.- Contextualización del proyecto

En este contexto se enmarca este trabajo de fin de máster donde pretende diseñar un proyecto de ICTs para un edificio residencial en el ámbito de la zona de Leioa, Bizkaia. El trabajo en sí contempla los siguientes puntos a seguir.

En primer lugar, se hace una breve introducción a lo que el proyecto se refiere de manera que queden claras las intenciones del proyecto. En segundo lugar, se contextualiza el proyecto en este apartado, explicando brevemente la definición y otros aspectos importantes de las ICTs. En tercer lugar, se hace mención al objetivo principal del proyecto, de manera que se definen una serie de objetivos parciales que permiten lograr este objetivo final. En cuarto lugar, se mencionan los beneficios del proyecto, clasificándolos en distintos ámbitos. En quinto lugar, se procede a entrar más en detalle acerca de los componentes y topologías de las ICTs, además de analizar las normativas vigentes relacionadas en el estado del arte.

Continuando con la segunda parte del proyecto, se encuentra el apartado de análisis de alternativas, donde se analizan las diferentes topologías de las redes. Posterior a este apartado, se detalla la metodología seguida a lo largo del proyecto. También se identifican una serie de paquetes de trabajos, compuestos varias tareas que ayudan a lograr los objetivos anteriormente definidos.

Por último, se encuentran los siguientes apartados: presupuesto del TFM, el análisis de riesgos, las conclusiones y los Anexos. Este último apartado, es el núcleo principal del proyecto ICT ya que contiene todo el desarrollo extenso siguiendo el índice general marcado por el BOE en el Real Decreto [2], además de los planos de la ICT. Asimismo, en este apartado se realiza el presupuesto entero de todo el proyecto ICT, es decir, del coste de cada elemento y material necesario para llevarlo a cabo.

### 3.- Objetivos y alcance del trabajo

El objetivo principal de este trabajo es el diseño y desarrollo de una infraestructura de telecomunicaciones para un caso real, es decir, aplicado edificio residencial. Concretamente en este documento el diseño se compone de una vivienda de seis plantas. Dentro de este objetivo principal, se han definido una serie de objetivos individuales para lograr la finalidad buscada. Por ello, a continuación, se especifican cuáles son dichos objetivos parciales:

- Descripción del edificio o complejo urbano, tratándose de un edificio residencial se establecerán las diferentes ubicaciones para tener identificados los puntos de acceso del edificio.
- Definición de los servicios requeridos, que, en este caso, como se ha mencionado anteriormente, son servicios de telefonía tradicional, servicio de comunicaciones por cable, servicio de radio y televisión y servicios de banda ancha.
- Análisis y elección de los planos de un edificio residencial.
- Descripción de los elementos y materiales de la instalación, clasificando primero las diferentes zonas de la infraestructura y definiendo los elementos que lo componen.
- Estudio exhaustivo del reglamento ICT, de las normas anexas, del reglamento de prevención de riesgos laborales, de las normativas sobre protección a campos electromagnéticos y de las normas básicas de seguridad y salud.
- Análisis de riesgos.
- Familiarización y diseño mediante el software AutoCAD para el diseño de los planos.
- Cálculo de parámetros básicos de la instalación gracias al software ICTEasy.



## 4.- Beneficios que aporta el trabajo

En este apartado, se proceden a describir los distintos beneficios que aporta este proyecto, además de los ámbitos en los que influye. Los beneficios se clasifican en tres categorías:

- Técnico-científicos.
- Económicos.
- Sociales.

### 4.1.- Beneficios técnico-científicos

El beneficio técnico principal es garantizar el funcionamiento del servicio de telecomunicación de forma adecuada y además que estén disponibles de una forma sencilla. Técnicamente, está mejor ideada y diseñada la infraestructura, y garantiza funcionalmente los servicios con pleno rendimiento y con una calidad de servicio adecuada.

### 4.2.- Beneficios económicos

Existe un gran beneficio desde el punto económico del establecimiento de estructuras comunes de telecomunicación. Al no haber competencia, permite una economía estable de manera que no haya un continuo incremento de los precios y ello hace que los usuarios finales, proveedores y los reguladores salgan favorecidos. Por un lado, el regulador tiene controlado el mercado de libre competencia. Por otro lado, los usuarios tienen una mayor oferta de servicios y una mayor libertad de escoger al mejor proveedor, además de favorecer a los proveedores debido que tienen acceso a cualquier topología de usuarios. Por lo tanto, un mercado de libre competencia tiene un buen impacto en la economía.

Además, permite que cualquier operador garantice unos servicios adecuados, teniendo acceso a cualquier servicio de cualquier operador con toda la libertad debido a que el cableado ya está preparado.

La mayor ventaja desde el punto de vista económico es que los nuevos edificios están dotados de todos los servicios, con pequeños habitáculos para ello. Al tener las infraestructuras bien diseñadas, el ahorro es mayor debido a que el despliegue ya hecho. Sin embargo, aquellos edificios más antiguos que necesitan de servicios de telecomunicaciones siendo el coste del despliegue en estos casos mayor.

## 4.3.- Beneficios sociales

Las continuas transformaciones que experimenta la sociedad han provocado profundos cambios en el modo de vida de las personas. Estos cambios, son sustanciales e importantes, y han logrado proporcionar a los ciudadanos acceso a mayor información y comodidad.

Desde el punto de vista laboral, ha permitido que las personas puedan desarrollar sus actividades desde cualquier ubicación con el requisito de estar conectados a Internet desde un ordenador o dispositivo móvil. Por ello, es necesario adecuar las infraestructuras de telecomunicaciones a los nuevos cambios de manera que estén unificadas y libres de competencia.

A medida que pasa el tiempo, entre las necesidades básicas de los usuarios se encuentran la velocidad, rapidez, comodidad, una mayor capacidad... etc. Además, es notable un mayor incremento del número de usuarios en la red por lo que es de vital importancia diseñar y establecer una estructura robusta de telecomunicaciones. La instalación de ICT ha supuesto un avance decisivo para la incorporación a las viviendas de las nuevas tecnologías (internet, TV por cable...) de forma económica y transparente para el usuario.

La existencia de una infraestructura común de telecomunicaciones facilita, por un lado, a los operadores el acceso a sus usuarios en igualdad de oportunidades y les posibilita ofrecer nuevos productos y servicios de comunicaciones a los ciudadanos. Por otro lado, a los ingenieros, ya que encuentran un marco reglamentario adecuado para una de sus actividades profesionales, la industria porque este reglamento es un incentivo al despliegue de la red y al impulso de la demanda de nuevos servicios. Por último, a los ciudadanos, que verán multiplicado el abanico de servicios de telecomunicación, ofrecidos con máximos niveles de calidad y en plena competencia.

## 5.- Estado del arte

A continuación, se procede a tratar el estado del arte sobre el tema objeto sobre el cual está enfocado el proyecto. Primeramente, se pasa a mencionar la topología de las ICT, así como los distintos componentes que lo forman. Posteriormente, se desarrolla la normativa o legislación bajo las cuales se rige el proyecto.

### 5.1.- Estructura de una ICT

La estructura principal de una ICT se divide en distintas redes [5]:

- La **red de alimentación**: Permite a los distintos operadores introducir sus redes de alimentación en la ICT. Existen dos vías de acceso:
  - Por la parte inferior del inmueble, a través de la arqueta de entrada y de las canalizaciones externa y de enlace, atravesando el punto de entrada general del inmueble.
  - Cuando el enlace se produce por medios radioeléctricos. Es la parte de la red de la edificación formada por los elementos de captación de las señales emitidas por las estaciones base de los operadores, equipos de recepción y procesado de dichas señales y de los cables necesarios para dejarlas disponibles para el servicio en el correspondiente punto de interconexión de la edificación.
- La **red de distribución**: Permite llevar a cada planta del inmueble las señales necesarias para conectarlas con la red de dispersión. Está compuesta por la canalización principal, que une los recintos de instalaciones de telecomunicaciones inferior y superior y por los registros principales.
- La **red de dispersión**: Lleva a cada planta del inmueble las señales de los diferentes servicios de telecomunicación hasta los puntos de acceso a usuario. Está formada por la canalización secundaria y los registros secundarios.
- La **red interior de usuario**: Distribuye las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de cada vivienda o local, desde los PAU hasta las diferentes bases de toma de cada usuario.

## 5.2.- Topología de la ICT

Se distinguen tres zonas [3] en lo que al edificio se refiere, compuestas por distintos elementos.

- **Zona exterior de la edificación:** Conjunto de elementos que se encuentran fuera del edificio; la arqueta de entrada y la canalización externa.
  - ✓ **Arquetas:** punto de interconexión de las instalaciones de los proveedores situadas en las inmediaciones del edificio a dar servicio
- **Zona común de la edificación:** se sitúan todos los elementos de la ICT comprendidos entre el punto de entrada general de la edificación y los puntos de acceso al usuario (PAU). Una vez que los tubos se encuentran en el edificio se denomina canalización de enlace. Comienza en el punto de entrada del edificio y se extiende hasta los recintos de telecomunicaciones.

Se distinguen distintos tipos de recintos de instalaciones de telecomunicación:

**Recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior (RITS)** → Se puede definir como el local o habitáculo donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los servicios de RTV y, en su caso, elementos de los servicios de acceso inalámbrico (SAI). Por lo tanto, el RITS contendrá los elementos para adecuar las señales procedentes de los sistemas de captación de emisiones radioeléctricas de RTV, para su distribución por canalización principal del inmueble o, en el caso de otros servicios, los elementos necesarios para trasladar las señales recibidas hasta el RITI.

**Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior (RITI)** → es el local o habitáculo donde se instalarán los registros principales correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha, y los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios. Asimismo, de este recinto arranca la canalización principal de la ICT de la edificación. Es el origen de la red de distribución, un cableado vertical que va por sus conductos.

**Recinto de Infraestructuras de Telecomunicaciones Único (RITU)** → Para el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios de hasta tres alturas y planta baja y un máximo de diez PAU y para conjuntos de viviendas unifamiliares, se establece la posibilidad de construir un único recinto de instalaciones de telecomunicación (RITU), que acumule la funcionalidad de los dos descritos anteriormente.

Existen dos canalizaciones, la del enlace superior y la del enlace inferior.

- **Canalización principal** → Es la que soporta la red de distribución de la ICT de la edificación, conecta el RITI y el RITS entre sí y éstos con los registros secundarios.

En ella se intercalan los registros secundarios, que conectan la canalización principal y las secundarias. También se utilizan para seccionar o cambiar de dirección la canalización principal.

Los **registros principales** para los servicios de telefonía disponible al público y de banda ancha son las envolventes que contienen los puntos de interconexión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores y la de distribución de la edificación. A la entrada del edificio se encuentra el registro de entrada. Es el lugar por el que la canalización externa accede a la zona común del inmueble.

- **Canalización secundaria** → Es la que soporta la red de dispersión de la edificación, une los registros secundarios con los registros de terminación de red. En ella se intercalan los registros de paso, que son los elementos que facilitan el tendido de los cables entre los registros secundarios y de terminación de red.

Los **registros secundarios**: Tienen una misión doble. Por un lado, conectan la canalización principal y las secundarias. Por otro lado, permiten seccionar o cambiar de dirección la canalización principal.

Será necesario colocar un Registro Secundario en los siguientes casos:

1. En los puntos de encuentro entre una canalización principal y una secundaria. Deberán disponer de espacios delimitados para cada uno de los servicios. Alojarn, al menos, los derivadores de la red de RTV y de la red de cables coaxiales de TBA cuando proceda, así como las regletas o cajas de segregación que constituyen el punto de distribución de cables de pares y de fibra óptica (cuando proceda) y el paso de cables de pares trenzados, coaxiales (cuando proceda) y de fibra óptica (cuando proceda).
2. En cada cambio de dirección o bifurcación de la canalización principal.
3. En cada tramo de 30 metros de canalización principal.
4. En los casos de cambio en el tipo de conducción.

Dentro de un registro secundario se encuentran los derivadores de la red de RTV y de la red de cables coaxiales de TBA, así como las regletas o cajas de segregación que constituyen el punto de distribución de cables de pares y de fibra óptica (cuando proceda).

- **Zona privada de la edificación**: 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 que son los elementos que facilitan el tendido de los cables de la red interior de usuario.

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. Dichas tomas, son las que permiten al usuario establecer la conexión de los equipos terminales de telecomunicación o los módulos de abonado con la ICT, y así, hacerlos accesibles a los usuarios.

Los **registros de paso** son cajas cuadradas que facilitan el tendido de cables hasta que llegan a los RTR donde se colocan los PAU y las tomas de usuarios o registros de tomas

Los **registros de Terminación de Red** tienen como misión la de conectar las canalizaciones secundarias con las canalizaciones interiores de usuario. La ubicación de estos registros será siempre en el interior de la vivienda, oficina o local comercial. Irán empotrados en la pared y en montaje superficial cuando sea mediante canal y en su interior se colocan los correspondientes puntos de acceso a los usuarios

**Punto de acceso al usuario (PAU)**, permite la delimitación de responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad del inmueble o la comunidad de propietarios y el usuario final del servicio. Se ubicará en el interior de cada domicilio de usuario. Previo acuerdo entre las partes podrá ser suministrado por el operador del servicio.

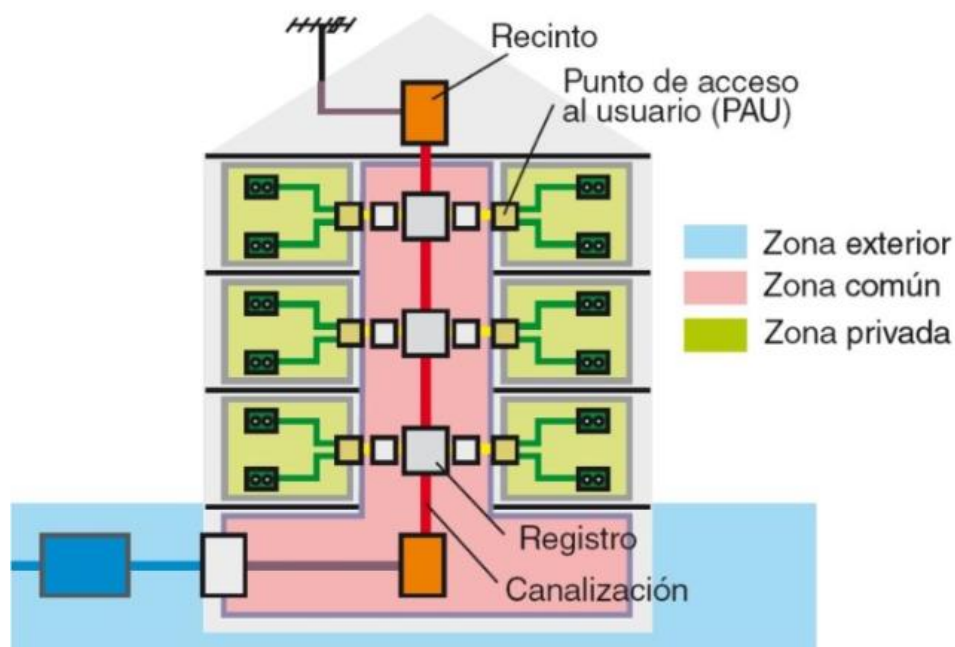
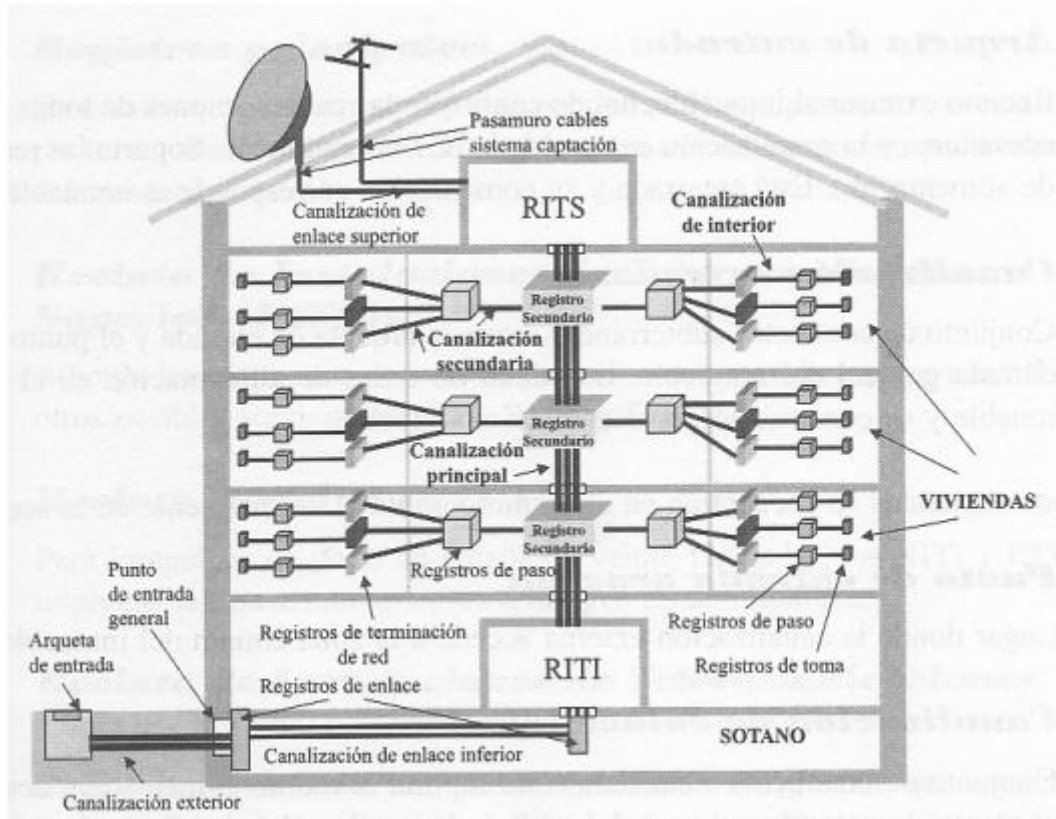


Ilustración 1: Topología de la ICT [5]



*Ilustración 2: Esquema general de canalizaciones de un edificio [6]*

### 5.3. -Normativas ICT

A día de hoy, la sociedad está siendo testigo de numerosos avances y cambios en lo que a las telecomunicaciones se refiere. Es necesario adaptar el despliegue de las Redes de Nueva Generación. Para ello, primero ha de establecerse una normativa sólida sobre la que partir.

En cuanto a la legislación en España, es la siguiente:

- **1998:** Ley 11/1998, de 24 de abril, Ley General de Telecomunicaciones: estableció el modelo regulatorio para el nuevo mercado liberalizado. (Vigente hasta el 11 de mayo 2014)
- **1999:** Real Decreto 279/99 y Orden Ministerial del 26-oct-99, primer Reglamento de ICT.
- **2003:** La Ley 32/2003, de 3 de noviembre, Ley General de Telecomunicaciones, Real Decreto 401/2003 y Orden Ministerial CTE 1296-2003, modificación del primer Reglamento de ICT.
- **2011:** Real Decreto 246/2011 y Orden ITC 1644-2011, nuevo reglamento ICT



- **2014:** Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones. Derogadas Ley 11/1998 & Ley 32/2003

Toda la normativa de las ICT queda contemplada en estas regulaciones:

- **Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre las infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.** [4]
- **Orden ITC/1077/2006, de 6 de abril, por la que se establece el procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre.** [7]
- **Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.** [2]

En cuanto al ámbito de aplicación de las normativas contenidas en este reglamento se aplicarán en los siguientes casos:

1. 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, sobre Propiedad Horizontal.

2. 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.

- **Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el real decreto 346/2011.** [3]
- **Orden ECE/983/2019, de 26 de septiembre, por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento.** [8]

Los cables de telecomunicaciones que se instalen en los edificios, fincas y conjuntos inmobiliarios deberán respetar los requisitos mínimos de seguridad frente al fuego que se recogen en el anexo de esta orden ministerial.



## 6.- Análisis de alternativas

Este apartado se enfoca en las distintas alternativas a elegir en relación con la topología de red. Para ello, se va a hacer un análisis previo de las ventajas y desventajas de cada una de ellas, y posteriormente se detallará la opción elegida para cada caso.

### 6.1.- Estudio de las diferentes topologías de red

#### **Topología árbol-rama:**

La topología de árbol es la combinación de la topología de bus y la topología en estrella. Se construye conectando varias topologías de estrella a través de un cable principal. Esta topología es muy útil para poder llevar a cabo una expansión de la red. A continuación, se pueden observar las distintas ventajas y desventajas de esta topología:

#### **Ventajas:**

- Reduce el tráfico de red.
- Cableado punto a punto para segmentos individuales.
- Proporciona un fácil mantenimiento y se puede realizar una fácil identificación de los fallos. Los dispositivos en las otras jerarquías de la red no se ven perjudicados si se daña alguno de los dispositivos de una de las ramas de la red.
- Combinación de estrella y bus: La conexión que se crea en este modelo de dichas redes independientes, permite aprovechar lo mejor de ambas en un entorno más grande y extenso. En este aspecto, permite un desarrollo y expansión que no se alcanzaría individualmente.
- Como los nodos hoja pueden agregar uno o más nodos en la jerarquía, esta topología proporciona una alta escalabilidad.

#### **Desventajas:**

- Se requiere una enorme cantidad de cableado en comparación con la topología de estrella y de bus.
- Cada vez que se agregan más nodos, el mantenimiento se hace más difícil.

- Punto de falla único: Si se rompe el cable troncal de toda la red, ambas partes de la red no se podrán comunicar entre sí, aunque una parte sí podrá continuar comunicándose.
- Debido a la presencia de una gran cantidad de nodos, el rendimiento de la red de la topología del árbol se vuelve un poco lento.
- El costo de establecimiento también aumenta.

### **Topología en Estrella:**

Es el tipo de configuración más común. La red está organizada de modo que los nodos estén conectados a un dispositivo central. Cualquier dato enviado a través de la red viaja a través del dispositivo central antes de terminar en su destino. A continuación, se pueden observar las distintas ventajas y desventajas de esta topología:

#### **Ventajas:**

- Centralización de la red.
- Fácil de prevenir daños y/o conflictos, ya que no afecta a los demás equipos si ocurre algún fallo.
- Los dispositivos se pueden agregar o apartar sin interrumpir la red.
- Más fácil de identificar y aislar los problemas de rendimiento.
- Reconfiguración rápida.

#### **Desventajas:**

- Si el dispositivo central falla, toda su red dejará de funcionar.
- El rendimiento y el ancho de banda están limitados por el nodo central.
- Puede ser costoso de operar ya que requiere de más cableado que otras topologías.

### **Topología en Bus:**

También llamada topología de red troncal, bus o línea, guía los dispositivos a lo largo de un solo cable que se extiende desde un extremo de la red hasta el otro. Los datos fluirán a lo largo del cable a medida que viaja a su destino. A continuación, se pueden observar las distintas ventajas y desventajas de esta topología:

#### **Ventajas:**

- Económico para redes más pequeñas.
- Simplicidad en la arquitectura; todos los dispositivos conectados a través de un cable.
- Facilidad de implementación y crecimiento; se pueden agregar más nodos alargando la línea.

- Red que no ocupa mucho espacio.

#### **Desventajas:**

- La red es vulnerable a fallos de cables.
- Cada nodo agregado disminuye la velocidad de transmisión.
- Los datos solo se pueden enviar en una dirección a la vez. Altas pérdidas en la transmisión debido a colisiones entre mensajes.
- El canal requiere ser correctamente cerrado (camino cerrado).
- Complejidad de reconfiguración y aislamiento de fallos.
- Un problema en el canal usualmente degrada toda la red.
- Alta demanda.

#### **Topología en Anillo**

Los nodos se configuran en un patrón circular. Los datos viajan a través de cada dispositivo a medida que viajan a través del anillo. Las topologías de anillo se pueden configurar como anillo único (half-dúplex) o anillo doble (full-dúplex) para permitir que el tráfico fluya en ambas direcciones simultáneamente. A continuación, se pueden observar las distintas ventajas y desventajas de esta topología:

#### **Ventajas:**

- Barato de instalar.
- Problemas de rendimiento fáciles de identificar.
- Facilidad para la fluidez de datos.
- El rendimiento no decae si muchos usuarios hacen uso de la red.

#### **Desventajas:**

- Una estación de trabajo defectuosa puede crear problemas para toda la red.
- Todos los dispositivos comparten ancho de banda, lo que puede limitar el rendimiento de transferencias.
- Agregar o eliminar nodos significa tiempo de inactividad para toda la red.
- La transmisión de datos es más lenta que en las otras topologías (Estrella, Malla, Bus, etc), ya que la información debe pasar por todas las estaciones intermedias antes de llegar al destino.
- Difícil de diagnosticar y reparar los problemas.

## Topología de Malla (Mesh)

Los nodos están interconectados. Los modos full-mesh conectan todos los dispositivos en la red directamente. En una topología de malla parcial, la mayoría de los dispositivos se conectan directamente. Esto proporciona múltiples rutas para la entrega de datos. Los datos se envían a la distancia más corta disponible para la transmisión.

### **Ventajas:**

- Confiable y estable.
- Mayor redundancia, pues existen múltiples caminos para que los datos lleguen a su destino. Si falla una conexión o un nodo, se encontrará un camino alternativo.
- No requiere un nodo (o servidor) central, reduciendo el coste de mantenimiento.

### **Desventajas:**

- Grado complejo de interconectividad entre nodos. Son difíciles de gestionar y solucionar problemas.
- Mano de obra intensiva para instalar.
- La topología malla es muy cara de mantener, ya que se necesita mucho cableado.

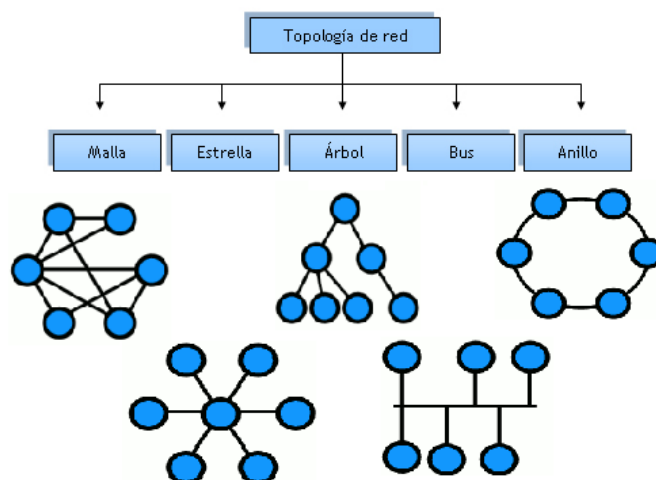


Ilustración 3: Topologías de red [9]

## 6.2.- Desarrollo de la topología elegida en las distintas redes que forman la ICT

En primer lugar, la topología elegida en la red de dispersión y distribución en el caso de la distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestre, es la estructura árbol-rama. La elección queda condicionada ya que al ser una edificación con un número de PAU superior a 20, la normativa indica que se debe de elegir esta topología.

Como anteriormente se ha explicado en este apartado, esta topología es la indicada por sus múltiples ventajas. Al ser un edificio con varias plantas, se necesita en caso de fallo, una fácil identificación de estos, de manera que no afecte al resto de viviendas. Además, el tráfico de la red será alto por cada vivienda al proporcionarse distintos servicios por lo que esta estructura permite reducirlo. La estructura de la ICT tiene como nodo central el RIT, a partir del cual los operadores proporcionan los distintos servicios a cada usuario. Por lo tanto, el conjunto de red de dispersión y distribución viene ya definida como una estructura árbol-rama. Cabe destacar que la inversión en cableado será mayor, sin embargo, evaluando las diferentes opciones no supone un gran coste gracias a sus múltiples beneficios y a que es la que mejor se adecúa a la estructura del edificio.

En segundo lugar, para el acceso y distribución de los servicios de telefonía disponible al público y de banda ancha se ha utilizado una topología en estrella para la red interior de usuario. Esta estructura se ha elegido tanto para la red de pares trenzados, como la red de cables coaxiales y la red de cables de fibra óptica. De nuevo esta elección viene definida por la normativa [2].

La estructura en estrella, como se ha mencionado anteriormente, es la adecuada en este caso por su facilidad de prevenir daños y/o conflictos, ya que si en alguna vivienda se produce algún fallo las demás quedan aisladas. Su reconfiguración es rápida. Presenta casi las mismas ventajas que la estructura árbol-rama ya que ésta última combina la topología en estrella con la estructura de bus.

## 7.- Metodología

En este apartado se procede a detallar el proceso seguido para llevar a cabo este proyecto. Para ello, se requiere un gran estudio en profundidad de la bibliografía relacionada con el tema, ya que principalmente un proyecto ICT se basa en la normativa vigente.

Los dos pilares fundamentales de este proyecto son los siguientes; por un lado, la planificación, documentación y el análisis previo, y, por otro lado, el diseño de la ICT mediante un análisis exhaustivo de la normativa y con la ayuda de software asociado. A continuación, se procede a detallar cada uno de estos procesos.

### 7.1.- Planificación, documentación y análisis previo

Antes de comenzar a documentarse sobre el tema, se define el planteamiento de la metodología a seguir. En este primer planteamiento inicial, se desarrollan los objetivos del proyecto. Para este fin, se establecen una serie de tareas a realizar de manera que se realizan controles, revisiones y reuniones continuamente.

Posteriormente, se define un plan de trabajo y la metodología a seguir, para cumplimentar las tareas que garanticen la consecución de los objetivos. Comienza de esta forma, una de las partes fundamentales para el desarrollo del proyecto, la búsqueda bibliográfica sobre ICTs. En esta tarea, se busca identificar toda la bibliografía y normativas asociadas que nos ayude a definir el concepto de ICT (su finalidad y su alcance) así como la estructura y componentes de un proyecto ICT, dado que su elaboración es el objetivo final del presente proyecto.

Una vez entendidos los conceptos fundamentales y el alcance de un proyecto de ICTs, comienza el estudio de la normativa vigente. Para ello, se desarrolla un estudio cronológico desde las primeras normativas establecidas de ICTs hasta la regulación actual. Todo ello queda reflejado en el apartado del estado del arte, donde se describen las diferentes normativas que ha habido a lo largo de la historia hasta la actualidad. La consulta de las normativas es una tarea que permanece muy activa durante todo el desarrollo del diseño de la ICT ya que, constantemente, se necesita realizar consultas para el correcto desarrollo del proyecto.

Tras un estudio de la regulación actual de las ICTs, se elige un prototipo de edificación sobre el cual realizar el proyecto. Por consiguiente, se hace un análisis del entorno a edificar y de los diferentes planos edificables. Se opta por elegir una topología de edificio lo más común posible al ámbito residencial con una topología de plantas lo más usual posible y que además se adapte bien al Proyecto-Guía [10] de cara a la consecución de los resultados de aprendizaje planteados para el trabajo fin de máster. El edificio que se elige es un edificio de seis plantas con dos viviendas por planta situado en Langilearia Kalea, Leioa, Bizkaia.



Ilustración 4: Prototipo del edificio elegido

A la par de la realización de las anteriores tareas mencionadas, se comienza a desarrollar la documentación asociada al Proyecto de ICT. Como se recoge en la normativa, todo proyecto de ICTs debe constar de una serie de documentos, como son:

- Memoria
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Condiciones seguridad y salud

Por tanto, el primer documento a considerar en el proyecto de ICTs es la memoria, detallada en el Anexo I. En él se describen las características del edificio sobre el que se desea diseñar la infraestructura de telecomunicaciones y todos los detalles de esta instalación. De esta forma, en este documento se definen todos los elementos necesarios para proporcionar los distintos servicios. Se contemplan, por tanto, los siguientes servicios especificados en la normativa: captación y distribución de Radiodifusión sonora y Televisión Terrestre y por Satélite, acceso y distribución de servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y Telecomunicaciones de Banda Ancha. Además, en este apartado se entra en detalle en cada parte de la red. Seguidamente, se diseñan los planos del edificio (Anexo II). Éstos serán explicados más detalladamente en el siguiente apartado (Diseño de la ICT).

En cuanto al siguiente documento, Anexo III: Pliego de Condiciones, explica más en detalle cada material y su instalación necesaria para poder proporcionar los anteriormente citados servicios. En este apartado último, se explica de forma extensa los siguientes conceptos: condiciones particulares de cada servicio, los cuadros de medidas en cada caso, analiza algunas condiciones generales. Estas condiciones generales, incluyen los

siguiente reglamentos y normas anexas de ICT: prevención de riesgos laborales, campos electromagnéticos, protección contra incendios, y cumplimientos de las normas de comunidad autónoma y de ordenanzas municipales.

Seguidamente, se desarrolla el presupuesto en detalle de toda la ICT. En este apartado se detalla en extensión el coste de cada elemento de la ICT. Se analizan los siguientes capítulos:

<b>TOTAL CAPÍTULO 1: Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión.</b>	10686.34
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: Infraestructura y Redes Interiores de Usuario.</b>	15581.1
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>26267.44</b>

*Tabla 1: Resumen final del presupuesto total de la ICT*

En cada capítulo se detallan los costes de los servicios proporcionados, es decir, se desglosan los gastos de la red de RTV, la red de cable de pares trenzados, la red de cable coaxial y la red de fibra óptica. Además, también se detallan las infraestructuras en cada caso. Todo ello queda bien reflejado en el Anexo IV: Presupuesto. Por último, se detallan las condiciones de seguridad y salud a tener en cuenta en el Anexo V.

Destacar, de nuevo, que para el diseño de esta infraestructura (metodología que recoge el siguiente apartado), ha sido necesario tener muy presente y analizar toda la normativa mencionada en el apartado Normativas ICT. Así mismo, dada la complejidad de la documentación que acompaña al diseño de ICT, se ha tomado como referencia para la redacción de la misma el Proyecto-Guía de ICT definido por el Colegio Oficial de Ingenieros de telecomunicación (COIT) [10]. Tanto este proyecto como el Proyecto-Guía del COIT, se basan en el índice estipulado por el Real Decreto que regula estos proyectos [2]. Por lo tanto, aunque en este apartado no queda bien reflejado el trabajo exhaustivo que conlleva la documentación de un proyecto de ICT, en el apartado de Anexos, concretamente en el Anexo I, se recoge esta documentación al completo y se puede observar en la misma la complejidad que conlleva reflejar en una serie de documentos el detalle del diseño del proyecto ICT.

## 7.2.- Diseño de la ICT

Una vez elegidos los planos del edificio sobre el que se aborda la ICT, se procede a diseñar toda la infraestructura mediante el software AUTOCAD. Se ha elegido este software de diseño debido a su gran flexibilidad y versatilidad a la hora de diseñar, ya que permite la creación y edición profesional de geometría 2D y modelos 3D con sólidos, superficies y objetos. Es uno de los softwares más reconocidos internacionalmente debido a la gran variedad de posibilidades de edición que se pueden encontrar. Por esta razón, es un programa muy utilizado por arquitectos, ingenieros y diseñadores industriales, entre





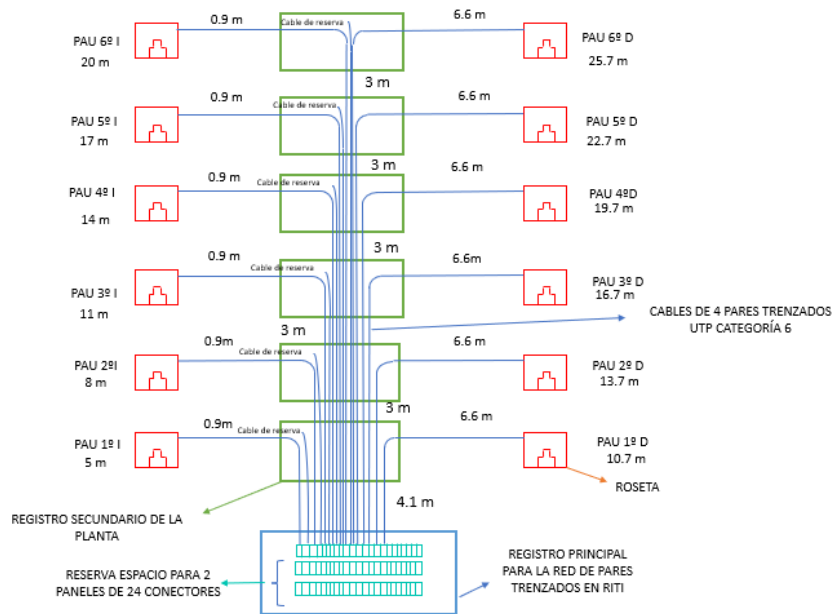


Ilustración 6: Red de cable de par trenzado

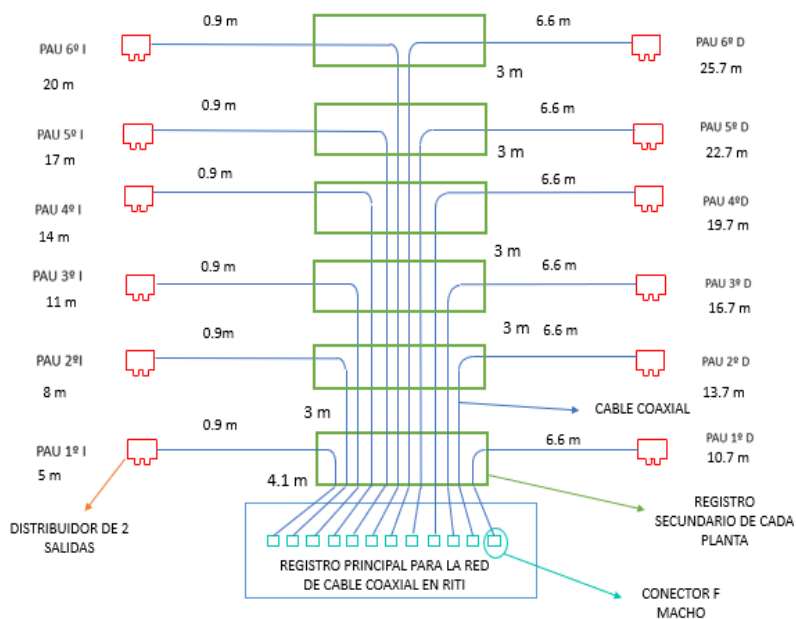


Ilustración 7: Red de cable coaxial

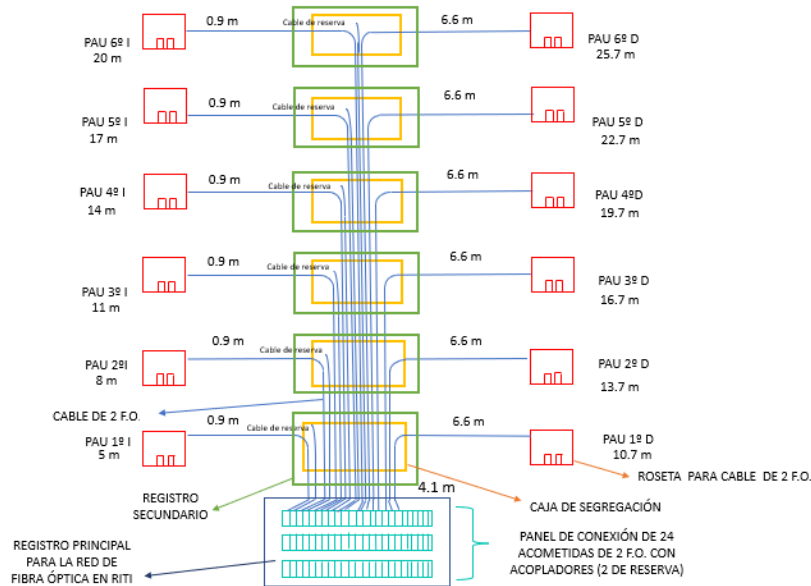


Ilustración 8: Red de fibra óptica

Asimismo, se han diseñado algunos elementos como son los RTR, RITS Y RITI. Se muestra seguidamente un ejemplo en concreto:

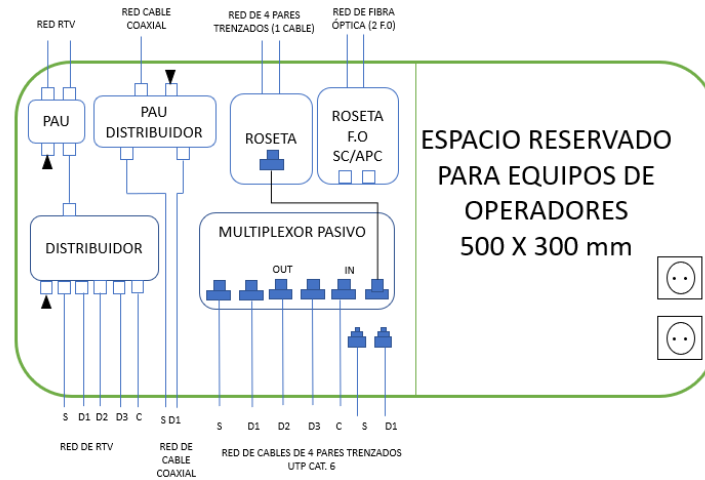
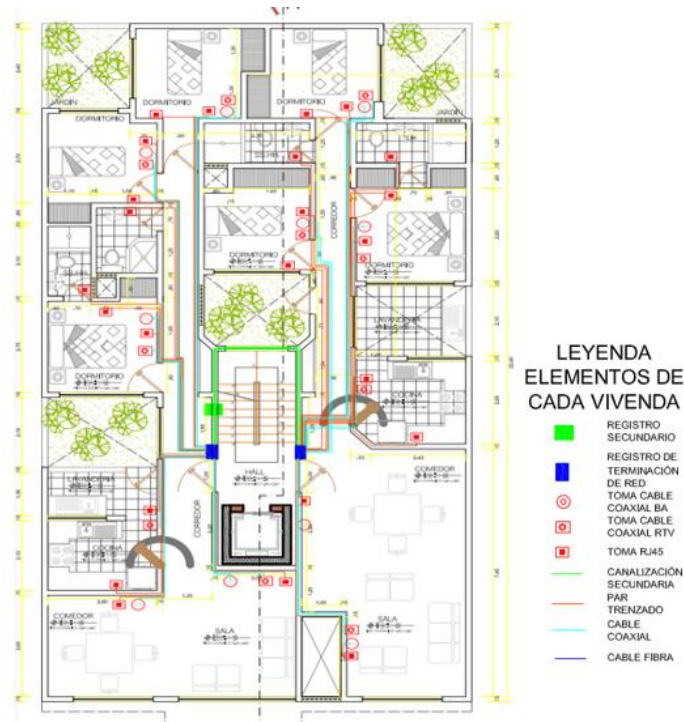


Ilustración 9: Distribución interior del RTR

Los diseños de AUTOCAD (que son los más elaborados), se encuentran en el apartado ANEXO II: Planos. Debido a su tamaño y dificultad de encuadre en el documento, se muestran más en detalle en el anteriormente citado apartado, aunque continuación se muestra un ejemplo de uno de los diseños.



*Ilustración 10: Ejemplo de diseño de la red interior de usuario en AUTOCAD*

A la par que se va diseñando en AUTOCAD la infraestructura, se comienza detallando los datos más generales del edificio en la memoria: descripción del complejo urbano, se nombra la Ley de Propiedad Horizontal [1] y se detalla el objeto del Proyecto Técnico. Una vez tenidos en cuenta estos aspectos generales. Se analiza cada servicio anteriormente citado en detalle.

En primer lugar, se realiza un estudio de alternativas de los elementos que constituyen la ICT. En el caso de radiodifusión sonora, televisión terrestre y satélite, se hace un análisis de los canales existentes en el emplazamiento de la vivienda. Una vez analizados, se hace un estudio y selección de los parámetros de las antenas, se elabora un plan de frecuencias y se calculan parámetros básicos para su instalación. Además, cabe destacar que, según la topología de red elegida, es necesario que el número de derivadores por planta, el número de repartidores, el tipo de cables, el número de tomas, los amplificadores, distribuidores y otros complementos necesarios se adecúen a este. Por lo tanto, hay que hacer un estudio y selección de cada uno de ellos. La selección de cada material requiere de un estudio extenso de normativas y catálogos propios del servicio. En este caso, la topología corresponde con una distribución árbol rama. Esta topología queda condicionada por la normativa, al ser una edificación con un número de PAU superior a 20. Todo este desarrollo se realiza en la memoria por separado, por un lado, para el servicio de radiodifusión y televisión terrestre, y, por otro lado, para el servicio de radiodifusión y televisión satélite.

En segundo lugar, se encuentra el servicio de telefonía disponible al público y de banda ancha. En este caso, se comienza definiendo las redes de distribución y dispersión siendo su topología en estrella. Para ello, se analiza la red de par trenzado, la red de cable coaxial y finalmente la red de fibra óptica.

En cada una de estas redes se definen los componentes de la red de alimentación y de la red interior del edificio, aunque posteriormente son analizadas más en detalle. Tras la definición de las redes, se procede a realizar el cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión en cada caso, además de algunos parámetros básicos de la instalación, una recopilación de los materiales necesarios y un estudio de la estructura de distribución y conexión en cada caso.

Asimismo, en cada red son necesarios realizar ciertos cálculos de parámetros. Entre ellos, cálculos de atenuaciones producidas por distintos elementos de la ICT, niveles de señal recibidos, pérdidas, etc. Para poder realizar estos cálculos de manera sencilla, se ha hecho uso del proyecto gratuito en depuración software ICTEasy diseñado por uno de los alumnos de la Escuela de Ingeniería de Bilbao, bajo el mando de la profesora Ana Eva Ibarrola Armendáriz (directora de este proyecto también). Este software, no sólo se adapta perfectamente a este proyecto, sino que ha sido especialmente diseñado siguiendo la normativa actual vigente utilizada durante todo el proyecto. De este modo, una de las aportaciones de este trabajo ha consistido también en servir para la depuración software del diseño de ICTEasy.

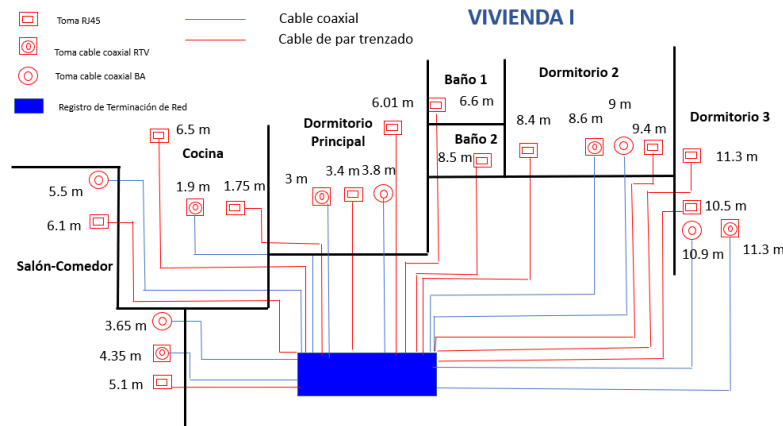
A continuación, se muestran algunos ejemplos de cálculos realizados con el software ICTEasy:

Nº del piso	Letra	Atenuaciones por $\lambda$ (dB)		
		1310 nm	1490 nm	1550 nm
1	A	0.0020	0.0020	0.0025
1	B	0.0044	0.0044	0.0055
2	A	0.0032	0.0032	0.0040
2	B	0.0056	0.0056	0.0070
3	A	0.0044	0.0044	0.0055
3	B	0.0068	0.0068	0.0085
4	A	0.0056	0.0056	0.0070
4	B	0.0080	0.0080	0.0100
5	A	0.0068	0.0068	0.0085
5	B	0.0092	0.0092	0.0115
6	A	0.0080	0.0080	0.0100
6	B	0.0104	0.0104	0.0130

Tabla 2: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable coaxial

Una vez analizados tanto las redes de distribución, dispersión, se analizan las redes interiores de usuario en detalle. De nuevo el procedimiento a seguir es similar: se realiza el cálculo y dimensionamiento de cada red (en este caso del cable par trenzado y cable coaxial), se detallan los tipos de cables, la distribución de los BAT, y se recopilan los materiales necesarios. En cada red quedan calculadas las longitudes de cable necesarias

y la distribución de las mismas por planta. Para más detalle de nuevo se ha de consultar el Anexo II: Planos, sin embargo, a continuación, se muestra un ejemplo de ello:



*Ilustración 11: Red Interior de Usuario en la vivienda Izquierda*

Como continuación, se desarrolla un estudio sobre la canalización e infraestructura de distribución. Estos son los elementos de la ICT que se definen en esta sección de la memoria: Arqueta de entrada y canalización externa, registros de enlace inferior y superior, canalizaciones de enlace inferior y superior, los recintos de instalaciones de telecomunicación, los registros principales, las canalizaciones y registros principales y secundarios, los registros de terminación de red, la canalización interior de usuario y por último los registros de toma. En cada uno de ellos además se detallan sus dimensiones, longitudes y distribuciones interiores. Asimismo, en este apartado se realiza un cuadro resumen de todos los materiales necesarios para la realización de la ICT.

Todo este proceso, corresponde al Anexo I: Memoria. Sin embargo, es imprescindible también el Anexo III Pliego de Condiciones donde se particulariza las condiciones de la instalación de cada elemento aún más en detalle. Se hace por tanto un análisis más profundo de cada elemento de la ICT. Este apartado se encuentra más enfocado a detallar los niveles de señal permitidos en cada caso, cuadros de medidas, accesibilidad, precauciones a tomar en su instalación u otros parámetros necesarios para que se cumpla con la normativa vigente.

Para finalizar la descripción de la metodología seguida en el desarrollo de este trabajo, cabe destacar, una vez más, que una vez que se obtienen los parámetros necesarios en base al diseño establecido para ICT y se comprueba que, efectivamente, se cumple en todo momento con la normativa con esos parámetros y las medidas resultantes, es necesario trasladar todo ese diseño a los documentos que constituyen el proyecto de ICTs. Esta documentación, como ya se ha comentado, se recoge en los Anexos y constituye el resultado del Proyecto de ICT elaborado.

## 8.- Descripción de tareas

En este apartado se explica la organización de las tareas llevadas a cabo durante este TFM. Este proyecto, se divide en varios paquetes de trabajo, en este caso cuatro, y en cada uno de ellos se describen las tareas realizadas.

En primer lugar, se cita a los miembros que forman parte del proyecto además de destacar cual es la función de cada uno de ellos. En segundo lugar, describen los paquetes de trabajo y tareas realizadas a lo largo del proyecto. Por último, se recogerá mediante el diagrama de Gantt un esquema global de todo el conjunto de tareas y paquetes junto con la duración que ha tenido cada uno de ellos.

### 8.1.- Equipo de trabajo

Definición de los miembros que forman parte de este proyecto:

Nombre	Cargo
Ana Eva Ibarrola Armendariz	Ingeniera Senior / Directora del TFM
Laura Fontán Sologuren	Ingeniera Junior / Desarrolladora del TFM

*Tabla 3: Equipo de trabajo asociado al TFM*

La directora de este TFM es una doctora en Ingeniería de Telecomunicación y es la encargada de gestionar el proyecto. Asimismo, toma las decisiones del proyecto, determina los pasos a seguir, corrige y supervisa el trabajo realizado.

La desarrolladora del TFM se encarga de realizar el proyecto. Para ello investiga sobre el tema, recopila la información necesaria y la emplea para realizar el proyecto. También se encarga del diseño y desarrollo del proyecto. En cada contribución del proyecto solicita la supervisión de la directora para asegurar que el trabajo, la búsqueda y los resultados obtenidos son los adecuados.

### 8.2.- Definición de paquetes de trabajo

#### **P.T.1: Planificación y documentación**

Este paquete de medidas constituye la búsqueda bibliográfica de información necesaria previa a realizar el proyecto. Por un lado, se realiza un estudio de la legislación actual vigente y, por otro lado, se desarrolla el estado del arte o definición de las ICT.

- **T.1.1 Planteamiento de la metodología a seguir**

En un principio se plantearon las diferentes opciones a llevar a cabo para realizar este proyecto, además de las diferentes tareas que ello requería. Cabe destacar que, en este primer planteamiento, se definen los objetivos a lograr durante su realización.

- **T.1.2 Búsqueda bibliográfica sobre el estudio de las ICT**

Antes de entrar en materia es necesario obtener un buen conocimiento sobre que son las ICT, para que sirven y con qué fin surgen. Además, en esta búsqueda bibliográfica también se deben de conocer y analizar los elementos que componen una ICT.

- **T.1.3 Estudio de la normativa vigente**

A lo largo de la historia, la legislación de las ICT ha ido cambiando. En un principio no existía la obligación de definir una estructura siguiendo una normativa. Sin embargo, a lo largo de los años esto se ha ido adaptando el entorno de las ICT a las nuevas tecnologías y servicios que los usuarios requieren en beneficio tanto de los operadores como de los mismos.

Debido a ello, se hizo un análisis en detenimiento de la normativa vigente durante toda la realización del proyecto.

- **T.1.4 Análisis de diferentes prototipos**

Se valoraron distintos prototipos de proyectos oficiales de ICTs para tomarlos como referencia y así poder ajustar este proyecto a la realidad. Se hizo además una comparativa de éstos para valorar diferentes opciones.

## **P.T.2: Desarrollo del proyecto ICT**

- **T.2.1 Instalación y familiarización con el software elegido**

Debido a que este proyecto es un TFM y no un proyecto a gran escala como podría ser el proporcionado por una empresa que se dedica a este sector, el software elegido es más sencillo que en un proyecto real.

En este caso se ha optado para el diseño por utilizar el software AUTOCAD, de manera que se pueda hacer un sencillo pero completo diseño de los planos del edificio objeto. Además, este software es actualmente bastante utilizado en esta clase de proyectos.

En cuanto a los cálculos de ciertos parámetros de las ICT, se ha optado por elegir el software ICTEasy diseñado por un alumno de la propia universidad a cargo de la directora de este mismo proyecto. Este software ha sido una herramienta adaptada y especialmente diseñada para la realización de cálculos de proyectos ICT cumpliendo siempre con la normativa vigente.

- **T.2.2 Estudio y selección de un edificio prototipo**

Antes de comenzar con el diseño, fue necesario elegir un emplazamiento donde construir el edificio de este proyecto. Una vez elegida la localización, se evaluaron diferentes planos de referencia y finalmente se escogió uno que se adecuaba a la localización y características del entorno.

- **T.2.3 Desarrollo del diseño de la ICT**



Esta tarea es la más densa del proyecto debido que trata de analizar, elegir y finalmente describir toda la topología que compone una ICT: las redes, definición de los diferentes habitáculos, definición de elementos que lo componen, la estructura, los cálculos de los parámetros necesarios para su instalación, dimensiones de los elementos...etc.

- **T.2.5 Diseño de la ICT con el software AUTOCAD**

Una vez que se entendió a estructura a la perfección, se procedió al diseño de dicha infraestructura en un plano real.

- **T.2.6 Cálculos de los parámetros necesarios**

Tras el diseño de toda la estructura y elementos que componen una ICT, fue necesario realizar ciertos cálculos sobre parámetros necesarios como por ejemplo pérdidas o atenuaciones de cada habitáculo.

Anteriormente, ya se ha mencionado que para ello se hizo uso del software ICTEasy diseñado por un alumno de la escuela de Ingenieros de Bilbao a cargo de la directora de este mismo proyecto.

### **P.T.3 Análisis de datos y conclusiones finales**

- **T.3.1 Conclusiones finales**

Una vez finalizado el proyecto se obtienen las conclusiones y se comprueba que los objetivos inicialmente definidos se han completado adecuadamente.

### **P.T.4 Memoria y revisión**

- **T.1.5 Redacción de la memoria**

A la par que se han ido realizando las diferentes tareas anteriormente definidas, la redacción de la memoria ha estado presente a lo largo de todo el proyecto.

- **T.1.6 Supervisión y reuniones con la directora del proyecto**

Este apartado puede definirse como uno de los más importantes del proyecto ya que constantemente se han ido realizando reuniones con la directora del proyecto ya sea tanto para consultas como para su aprobación. Es de vital necesidad ir supervisando el trabajo realizado de manera que se evite cometer errores.

### 8.3.- Diagrama de Gantt

Se muestra en este apartado una gráfica con la duración en semanas de este trabajo de fin de máster. La duración total ha sido un total de 28 semanas donde se engloban todas las tareas realizadas y anteriormente nombradas en este capítulo.

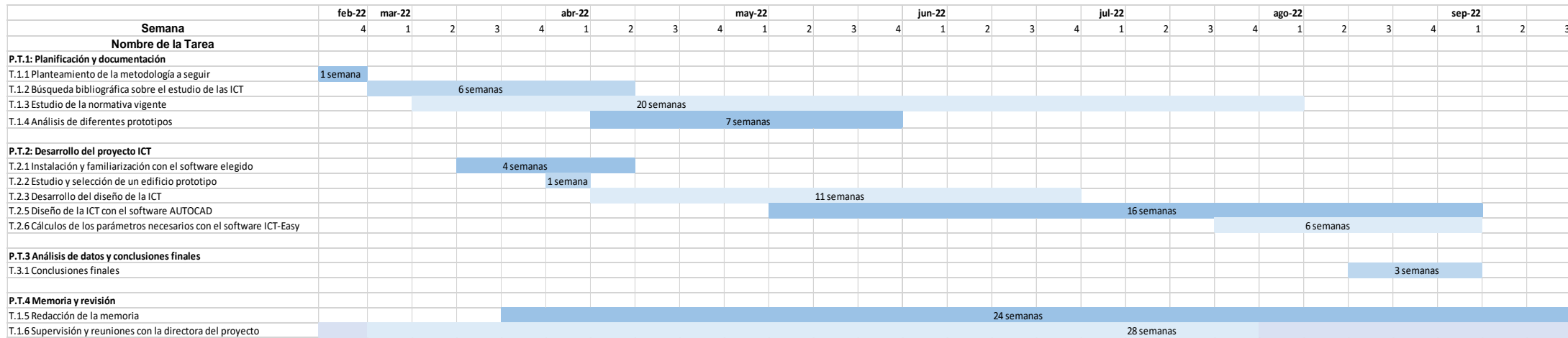


Ilustración 12: Diagrama de Gantt

## 9.- Descripción del presupuesto

En este apartado, se va a desglosar el coste total aplicado a diferentes secciones de este proyecto. Para ello los gastos totales se dividen en varios apartados: costes debido a recursos humanos, costes debido a amortizaciones y costes materiales.

### 9.1.- Costes debido a recursos humanos

A continuación, se muestra una tabla detallada con los costes generados por cada miembro del grupo. Se evalúa el número de horas dedicadas y con ello se calcula el coste final de cada miembro.

Nombres	Cargo	Coste unitario (€/h)	Horas	Coste final (€)
<b>Ana Eva Ibarrola Armendariz</b>	Directora del TFM	50	90	4500
<b>Laura Fontán Sologuren</b>	Ingeniera Junio	15	670	10050
<b>Total</b>				<b>14550</b>

*Tabla 4: Costes de recursos humanos.*

### 9.2.- Costes debido a amortizaciones

Este apartado, detallan los activos fijos utilizados en este proyecto. Por un lado, hay costes de hardware, que en este caso es un ordenador y por otro lado de software, como los dos programas con licencia que se han utilizado: AUTOCAD 2022 y Office (este último se considera amortizado).

Concepto	Vida útil (sem)	Coste inicial (€)	Coste unitario (€/sem)	Utilización (sem)	Coste final (€)
<b>Ordenador portátil</b>	336	500	1.49	28	41.72
<b>Impresora</b>	400	280	0.7	3	2.1
<b>Licencia AUTOCAD</b>	28	2342	83.64	20	1672.8
<b>TOTAL</b>					<b>1716.62</b>

*Tabla 5: Costes de amortizaciones*

### 9.3.- Gastos de trabajo

Los gastos de trabajo son gastos específicos para este trabajo y que no se pueden utilizar posteriormente.

Concepto	Coste (€)
<b>Material de Oficina</b>	30
<b>Conexión a Internet</b>	80
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>

Tabla 6: Costes de trabajo

### 9.4.- Balance final de los costes

Por último, en la siguiente tabla se encuentra el cálculo del coste final del proyecto. Además, se añade un 7 % de gastos indirectos.

Concepto	Importe (€)
<b>Recursos humanos</b>	14550
<b>Recursos materiales</b>	1716.62
<b>Gastos de trabajo</b>	110
<b>Subtotal</b>	16376.62
<b>TOTAL (teniendo en cuenta los costes indirectos del 7%)</b>	<b>17522.98</b>

Tabla 7: Presupuesto final

El coste final de este trabajo de fin de máster asciende a un total de 17522.98€.

## 10.- Análisis de riesgos previo

A la hora de realizar este trabajo, hubo una sucesión de eventos que se denominan riesgos, que podían tener una influencia negativa sobre éste. Para comenzar, hubo que identificar los tipos de riesgos que existían, que serán explicados a continuación. Así mismo, fue importante analizar cuáles eran las alternativas y las soluciones.

Por último, se analizarán los riesgos mencionados, gráficamente mediante una matriz de probabilidad-impacto.

Para analizar los riesgos de forma porcentual se clasificarán de la siguiente manera:

Bajo = 0.2

Medio = 0.5

Alto = 0.9

### 10.1.- Tipos de riesgos

#### A) Riesgo debido a un cambio en la normativa

A lo largo de los años, las normativas aplicadas a los proyectos ICT han ido evolucionando. Por ello, cabe la posibilidad de que haya alguna modificación que implique un gran cambio en la estructura de este proyecto.

Aunque las normativas cambien cada cierto tiempo, es imprescindible hacer un estudio exhaustivo de todas las normativas vigentes actualizadas.

Probabilidad = 0.1

Impacto = 0.5

#### B) Riesgo debido a una avería en el ordenador

La herramienta principal ha sido el ordenador. Sin él es imposible llevar a cabo el proyecto, por lo que una avería en el sistema o un mal funcionamiento de éste supone un gran impacto en él. Además, en este caso el ordenador utilizado está bastante obsoleto por lo que la probabilidad de avería es mayor.

Asimismo, cabe destacar que es un elemento imprescindible en varios ámbitos, como se puede observar a continuación:

- Estudio de la normativa.
- Redacción de la memoria.
- Uso del software AUTOCAD.
- Uso del software utilizado para hacer los cálculos necesarios de los parámetros de

la ICT (ICTEasy-win32-x64).

Probabilidad = 0.7

Impacto = 0.9

### **C) Riesgo debido a demoras**

En todos los proyectos hay una gran posibilidad de incumplimiento con los plazos acordados. Esto además conlleva a posteriores retrasos en las tareas a realizar o una mayor utilización de recursos.

Para evitar este problema es imprescindible definir al comienzo del proyecto junto con la directora del proyecto fechas y tareas de entrega. La directora se ocupa además de hacer un seguimiento del trabajo elaborado además de la supervisión del trabajo realizado.

Probabilidad = 0.2

Impacto = 0.7

### **D) Riesgo debido a una mala elección en el diseño**

Una ICT tiene múltiples redes, materiales y elementos que la componen. Debido a ello, una mala elección en alguno de estos elementos tiene un gran impacto en el proyecto ya que al tratarse de un edificio residencial no puede haber fallos que pongan en peligro la seguridad de los usuarios. Además, una mala elección de algún elemento, como por ejemplo los materiales, podría suponer un mayor costo en el proyecto final.

Probabilidad = 0.5

Impacto = 0.9

## 10.2.- Matriz de probabilidad-impacto

En la siguiente matriz se puede ver una visión global de los riesgos mencionados en este apartado.

Como se puede observar, en la parte superior izquierda de la matriz, que se encuentra destacada en naranja, se presentan los riesgos de mayor importancia. Sin embargo, en la diagonal principal, coloreada en verde, se sitúan los riesgos medios. Por último, se encuentra destacado en azul aquellos riesgos que tienen una menor importancia o aquellos riesgos más bajos.

Quedan resumidas a continuación las probabilidades y el impacto que tiene cada riesgo.

		IMPACTO		
		ALTO	MEDIO	BAJO
PROBABILIDAD	ALTO	B (0.63)		
	MEDIO	D (0.45)		
	BAJO	C (0.14)	A (0.05)	

*Tabla 8: Matriz de probabilidad-impacto*

## 11.- Conclusiones

Una vez desarrollado todo el proyecto, se procede a evaluar si se ha cumplido con los objetivos inicialmente descritos y establecidos al comienzo de este. El resultado principal del TFM es desarrollar y entender las fases de aprendizaje de un proyecto ICT real. Para ver si se ha cumplido con este objetivo principal, en este apartado, se procede a comprobar que se han cumplido todos los objetivos parciales.

En primer lugar, se ha analizado toda la normativa exhaustivamente durante todo el proyecto junto con el aprendizaje de todas las normas relacionadas con los proyectos ICT. En segundo lugar, se han descrito detalladamente los servicios requeridos según la normativa además de explicar en detalle cada uno de los elementos que lo componen. Además, se han analizado y elegido los planos del edificio de manera que se adecúen a las necesidades del proyecto ICT. Todo ello queda reflejado en el apartado final de Anexos.

En tercer lugar, se han descrito todos los componentes y materiales necesarios para la instalación, además de las diferentes zonas de la infraestructura. En cuarto lugar, se han utilizado herramientas que utilizan los ingenieros que se dedican al diseño de ICTs como el software AUTOCAD y, además, se ha desarrollado depuración software de prototipos de compañeros de trabajo, como es el caso del software ICTEasy. Mediante este programa se han desarrollado los cálculos adecuados para poder realizar el proyecto a escala real.

Con todo ello se ha obtenido como resultado el proyecto ICT, objeto del este trabajo de fin de máster con unos resultados totalmente adecuados a lo que especifica la normativa. Se concluye, por lo tanto, que resultado final de este proyecto es el propio proyecto ICT al uso real.



## 12.- Bibliografía

### Referencias

- [1] J. d. Estado, «Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal.» de «BOE» *núm. 176, de 23/07/1960.*
- [2] «Real Decreto 346/2011,» BOE. Núm.78, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 1 de abril de 2011, p. 33811 a 33943.
- [3] «BOE Núm.143, Orden ITC/1644/2011,» Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 10 de Junio 2011.
- [4] B.-A.-1.-4. Jefatura del Estado, «Real Decreto-ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.» de «BOE» *núm. 51, páginas 7071 a 7074, 28 de febrero de 1998.*
- [5] Televes, «Legislación, Reglamento ICTs,» R.D. 346/2011, Orden ITC /1644/2011, 2011.
- [6] D. Carballal. Available: <https://diegocarballal.webcindario.com/ICT.pdf>.
- [7] T. y. C. B.-A.-2.-6. Ministerio de Industria, «Orden ITC/1077/2006, de 6 de abril, por la que se establece el procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de su adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre y se modifican determinados,» de «BOE» *núm. 88, de 13 de abril de 2006, páginas 14310 a 14326 (17 págs.)*.
- [8] «Orden ECE/983/2019,» de *BOE Núm. 238, Ministerio de Economía y Empresa, 26 de Septiembre de 2019.*
- [9] A. B. Piña. Available:  
[http://uhu.es/antonio.barragan/files/archivos\\_usuarios/125/ethernet13.png](http://uhu.es/antonio.barragan/files/archivos_usuarios/125/ethernet13.png).
- [10] G. E. Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación, «Proyecto-guía de ICT,» 1/07/2011.

- [11] L. A. d. R. d. I. UIT, «Mínima intensidad de campo que puede ser necesario proteger al,» de *UIT-R BT.417-5*, 1963-1966-1970-1986-1992-2002.
- [12] Available: <https://www.tdt1.com/canales-getxo/>.
- [13] HISPASAT. Available: <https://www.hispasat.com/es/informacion-util/apunta-tu-antena-a-hispasat>.
- [14] ASTRA. Available: <https://es.astra.ses/>.
- [15] M. G. H. Education. Available: <https://docplayer.es/63932245-Seminario-de-electronica-ict-recintos-canalizaciones-y-redes.html>.
- [16] «Normativa de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (I.C.T),» BOE. núm. 143, junio de 2011.
- [17] Available: <https://artchist.blogspot.com/2018/10/anexo-iii-de-la-ict-especificaciones.html>.
- [18] Available: <https://www.tdt1.com/canales-getxo/>.

---

# ANEXOS

---

## ANEXO I: MEMORIA

<b>1. DATOS GENERALES.</b>	49
<b>1.A. Datos del promotor.</b>	49
<b>1.B. Descripción del edificio o complejo urbano, con indicación del número bloques, portales, escaleras, plantas, viviendas por planta, dependencias de cada vivienda, locales comerciales, oficinas, etc.</b>	49
<b>1.C. Aplicación de la Ley de la Propiedad Horizontal.</b>	49
<b>1.D. Objeto del Proyecto Técnico</b>	49
<b>2. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIÓN.</b>	50
<b>2.A. Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestres.</b>	50
a) Consideraciones sobre el diseño.	50
b) Señales de radiodifusión sonora y televisión terrestre que se reciben en el emplazamiento de las antenas receptoras.	51
c) Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras.	53
d) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras.	54
e) Plan de frecuencias.	54
f) Número de tomas.	55
g) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.	55
1) Número de repartidores, derivadores, según su ubicación en la red, PAU y sus características, así como de los cables utilizados.	55
2) Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 5 MHz - 862 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).	56
3) Respuesta amplitud-frecuencia (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias desde la salida de la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y en el peor caso).	59
4) Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida).	59
5) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.	59
6) Relación señal / ruido en la peor toma.	59
7) Productos de intermodulación (relación señal/intermodulación).	60
h) Descripción de los elementos componentes de la instalación.	60

1) Sistemas captadores.....	60
2) Amplificadores .....	61
3) Mezcladores.....	61
4) Distribuidores, derivadores, PAUs.....	61
5) Cables.....	61
6) Materiales complementarios. ....	61
<b>2.B. Distribución de radiodifusión sonora y televisión satélite.....</b>	<b>62</b>
a) Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal satélite.....	62
b) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal satélite.....	63
c) Previsión para incorporar las señales de satélite. ....	63
d) Mezcla de señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrestres.....	63
e) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.....	63
1) Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 MHz - 2400 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).63	
2) Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950 MHz a 2150 MHz (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso). ....	66
3) Amplificadores necesarios. ....	66
4) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.....	66
5) Relación señal/ruido en la peor toma.....	66
6) Productos de Intermodulación (relación señal/intermodulación). ....	66
<b>2.C Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA). ....</b>	<b>66</b>
<b>2.C.1. Redes de Distribución y de Dispersión.....</b>	<b>66</b>
a) Redes de Cables de Pares o Pares trenzados.....	66
1) Establecimiento de la topología de la red de cables de pares. ....	66
2) Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de pares y tipos de cables.....	68
3) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación. ....	69
3.i) Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable de pares (para el caso de pares trenzados). ....	69

4)	<b>Estructura de distribución y conexión.</b>	70
5)	<b>Dimensionamiento de:</b>	70
5.i)	<b>Punto de Interconexión.</b>	70
5.i.i)	<b>Puntos de Distribución de cada planta</b>	70
6)	<b>Resumen de los materiales necesarios para la red de cable de pares trenzados.</b>	71
6.i)	<b>Cables.</b>	71
6.ii)	<b>Regletas o paneles de salida del Punto de Interconexión.</b>	71
6.iii)	<b>Regletas de los Puntos de Distribución.</b>	71
6.iv)	<b>Conectores.</b>	71
6.v)	<b>Puntos de Acceso al Usuario (PAU).</b>	71
b)	<b>Redes de Cables Coaxiales.</b>	71
1)	<b>Establecimiento de la topología de la red de cables coaxiales.</b>	71
2)	<b>Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales y tipos de cables.</b>	73
3)	<b>Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.</b>	73
3.i)	<b>Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales.</b>	73
4)	<b>Estructura de distribución y conexión.</b>	74
5)	<b>Dimensionamiento de:</b>	74
5.i)	<b>Punto de interconexión.</b>	74
5.ii)	<b>Puntos de distribución de cada planta.</b>	75
6)	<b>Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales.</b>	75
6.i)	<b>Cables.</b>	75
6.ii)	<b>Elementos pasivos.</b>	75
6.iii)	<b>Conectores.</b>	75
6.iv)	<b>Puntos de Acceso al usuario (PAU).</b>	75
c)	<b>Redes de Cables de Fibra Óptica.</b>	75
1)	<b>Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica.</b>	75
2)	<b>Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de cables de fibra óptica y tipos de cables.</b>	76
3)	<b>Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.</b>	77

3.i) Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de fibra óptica.....	77
4) Estructura de distribución y conexión.....	78
5) Dimensionamiento.....	78
5.i) Punto de interconexión.....	78
5.ii) Puntos de distribución de cada planta.....	78
6) Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica.....	79
6.i) Cables.....	79
6.ii) Panel de conectores de salida.....	79
6.iii) Cajas de segregación.....	79
6.iv) Conectores.....	79
6.v) Puntos de Acceso al Usuario (PAU).....	79
2.C.2. Redes de Interiores de Usuario.....	79
a) Red de Cables de Pares Trenzados.....	79
1) Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de pares trenzados.....	79
2) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación: .....	80
2.i) Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cable de pares trenzados.....	80
3) Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal.....	80
4) Tipos de cables.....	80
5) Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables de pares trenzados.....	81
5.i) Cables.....	81
5.ii) Conectores.....	81
5.iii) BATs.....	81
b) Redes de Cables Coaxiales.....	81
1) Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de cables coaxiales.....	81
2) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación: .....	81
2.i) Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales.....	81
3) Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal.....	82

4) Tipos de cables.....	82
5) Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables coaxiales. ....	82
5.i) Cables.....	82
5.ii) Conectores. ....	83
5.iii) BATs.....	83
2.D. Infraestructuras de Hogar Digital .....	83
2.E. Canalización e infraestructura de distribución .....	83
a) Consideraciones sobre el esquema general del edificio.....	83
b) Arqueta de entrada y canalización externa.....	83
c) Registro de enlace inferior y superior .....	84
d) Canalizaciones de enlace inferior y superior.....	85
e) Recintos de Instalaciones de Telecomunicación.....	85
1) Recinto Inferior.....	85
2) Recinto Superior.....	86
3) Equipamiento de los mismos .....	87
f) Registros Principales.....	87
g) Canalización Principal y Registros Secundarios. ....	88
h) Canalización Secundaria y Registros de Paso. ....	89
i) Registros de Terminación de Red. ....	90
j) Canalización Interior de Usuario.....	90
k) Registros de Toma.....	91
i) Cuadro resumen de los materiales necesarios .....	91



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de estancias por vivienda .....	49
Tabla 2: Canales radiodifusión sonora y televisión terrestre [12] .....	53
Tabla 3: Parámetros básicos de las antenas receptoras .....	53
Tabla 4: Canales ocupados e interferentes en las distintas bandas.....	54
Tabla 5: Clasificación de los canales utilizables y las bandas correspondientes .....	55
Tabla 6: Número de tomas total de RTV .....	55
Tabla 7: Clasificación de los derivadores por plana utilizados en RTV.....	56
Tabla 8: Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 5 MHz - 862 MHz .....	58
Tabla 9: Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor en RTV .....	59
Tabla 10: Características de los sistemas captadores del RTV .....	61
Tabla 11: Relación tipo y cantidad de distribuidores, derivadores y PAUs.....	61
Tabla 12: Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 MHz - 2400MHz .....	66
Tabla 13: Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor en radiodifusión sonora y televisión satélite .....	66
Tabla 14: Dimensionamiento en las redes de distribución y dispersión de cable de par trenzado .....	68
Tabla 15: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable de par trenzado .....	69
Tabla 16: Dimensionamiento en las redes de distribución y dispersión de cable coaxial .....	73
Tabla 17: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable coaxial..	74
Tabla 18: Dimensionamiento en las redes de distribución y dispersión de fibra óptica .....	77
Tabla 19: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable coaxial..	78
Tabla 20: Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cable de pares trenzados .	80
Tabla 21: Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales a una frecuencia de 860 MHz.....	82
Tabla 22: Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales a una frecuencia de 86 MHz.....	82
Tabla 23: Cuadro resumen de los materiales necesarios.....	93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Parámetros obtenidos mediante el software ICT-Easy de la respuesta amplitud-frecuencia en RTV.....	59
Ilustración 2: Restricciones establecidas de la relación Portadora/Ruido aleatorio en RTV.....	60
Ilustración 3: Restricciones establecida de la relación Portadora/Interferencia a frecuencia única .....	60
Ilustración 4: Restricciones a seguir en cuanto a los productos de intermodulación.....	60

## 1. DATOS GENERALES.

### 1.A. Datos del promotor.

No se incluyen al tratarse de un proyecto con fines académicos.

### 1.B. Descripción del edificio o complejo urbano, con indicación del número bloques, portales, escaleras, plantas, viviendas por planta, dependencias de cada vivienda, locales comerciales, oficinas, etc.

#### Edificio con:

1 vivienda residencial de 6 plantas más planta baja.

Locales comerciales: 0

Viviendas/Planta: 2

**Situado en:** Langilearia Kalea, 48940 Leioa, Bizkaia

Se componen de las siguientes estancias:

Número de estancias /vivienda		
	I	D
<b>Planta semisotano</b>	2	
<b>Planta 1<sup>a</sup></b>	7	7
<b>Planta 2<sup>a</sup></b>	7	7
<b>Planta 3<sup>a</sup></b>	7	7
<b>Planta 4<sup>a</sup></b>	7	7
<b>Planta 5<sup>a</sup></b>	7	7
<b>Planta 6<sup>a</sup></b>	7	7
<b>Azotea</b>	1	

*Tabla 1: Número de estancias por vivienda*

### 1.C. Aplicación de la Ley de la Propiedad Horizontal.

Se aplica la Ley 49/1960 de 21 de Julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999 de 6 de abril a la edificación de este proyecto. La edificación constituye una única comunidad de propietarios.

### 1.D. Objeto del Proyecto Técnico

Este proyecto tiene como objeto el diseño y planificación de una infraestructura de telecomunicaciones de una vivienda de seis plantas dando cumplimiento a la legislación definida en estos casos.

En primer lugar, se da cumplimiento al Real Decreto-ley 1/1998 de 27 de febrero sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones.

En segundo lugar, cumplir con las condiciones técnicas para una instalación ICT. Se tienen en cuenta en este caso, el Real Decreto 346/2011, 11 de marzo, el cual regula las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de edificios. La orden que desarrolla el anterior reglamento es la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria y Turismo.

La infraestructura común de telecomunicaciones realiza las siguientes funciones:

- a) La captación y adaptación de las señales digitales, terrestres, de radiodifusión sonora y televisión y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas, y la distribución de las señales, por satélite, de radiodifusión sonora y televisión hasta los citados puntos de conexión.
- b) Proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha prestados a través de redes públicas de comunicaciones electrónicas por operadores habilitados para el establecimiento y explotación de las mismas, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

La ICT está sustentada por la infraestructura de canalizaciones dimensionada según el Anexo III del Real Decreto 346/2011, que garantiza la posibilidad de incorporación de nuevos servicios que puedan surgir en un próximo futuro.

Se ha establecido un plan de frecuencias para la distribución de las señales de televisión y radiodifusión terrestre de las entidades con título habilitante que, sin manipulación ni conversión de frecuencias, permita la distribución de señales no contempladas en la instalación inicial por los canales previstos, de forma que no se afecten los servicios existentes y se respeten los canales destinados a otros servicios que puedan incorporarse en un futuro.

## **2. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIÓN.**

### **2.A. Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestres.**

#### **a) Consideraciones sobre el diseño.**

Antes de comenzar con el diseño de las antenas y elementos necesarios para dar servicio de radiodifusión sonora y televisión terrestres es necesario analizar el entorno donde se procede a ubicar el edificio objeto. Para ello, es necesario evaluar los

niveles de campo incidentes sobre las antenas, de manera que a su salida se obtenga un nivel de señal adecuado a las emisiones del servicio. Los niveles de señal a la salida, la figura de ruido y la ganancia seguirán los establecido en el apartado 4.5 del Anexo I del Real Decreto 346/2011.

Las redes de distribución y dispersión se han diseñado para obtener un balance de equilibrio entre las tomas de usuario y los elementos de red establecidos en el apartado de Pliego de Condiciones. La distribución se realiza en árbol-rama para así garantizar un mayor equilibrio en toda la red.

**b) Señales de radiodifusión sonora y televisión terrestre que se reciben en el emplazamiento de las antenas receptoras.**

A continuación, se procede a determinar los programas que reciben las antenas en el emplazamiento, indicando el canal, la frecuencia y la emisión de cada una de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales.

En función del nivel de señal medido en la zona del emplazamiento del Proyecto, y en función de la altura prevista para la ubicación de las antenas y de sus ganancias, se prevén unos valores de señal de entrada. No se recibe ningún programa de entidad sin título habilitante, no existiendo, por tanto, canales interferentes.

Denominación canal	Canal	Frecuencia (MHz)	Emisión	Sentrada (dBμV/m) [11]
<b>Telecinco</b>	21	474	16:9	65
<b>Telecinco HD</b>	21	474	HD	65
<b>Cuatro</b>	21	474	16:9	65
<b>Cuatro HD</b>	21	474	HD	65
<b>FDI</b>	21	474	16:9	65
<b>Divinity</b>	21	474	16:9	65
<b>La 1</b>	22	482	16:9	65
<b>La 1 HD</b>	22	482	HD	65
<b>La 2</b>	22	482	16:9	65
<b>La 2 HD</b>	22	482	HD	65
<b>24h</b>	22	482	16:9	65
<b>24h HD</b>	22	482	HD	65
<b>Radio Nacional</b>	22	482	Radio	65
<b>Radio 5 RNE</b>	22	482	Radio	65
<b>Atresseries HD</b>	26	514	HD	65
<b>BeMad tv HD</b>	26	514	HD	65
<b>Realmadrid TV HD</b>	26	514	HD	65

<b>TEN</b>	26	514	16:9	65
<b>Los40 Classic</b>	26	514	Radio	65
<b>Los40 Urban</b>	26	514	Radio	65
<b>Radiolé</b>	26	514	Radio	65
<b>Boing</b>	27	522	16:9	65
<b>Energy</b>	27	522	16:9	65
<b>Mega</b>	27	522	16:9	65
<b>TRECE</b>	27	522	16:9	65
<b>Onda Cero</b>	27	522	Radio	65
<b>Europa FM</b>	27	522	Radio	65
<b>Melodia FM</b>	27	522	Radio	65
<b>Cope</b>	27	522	Radio	65
<b>Rock FM</b>	27	522	Radio	65
<b>tdp</b>	28	530	16:9	65
<b>tdp HD</b>	28	530	HD	65
<b>Clan</b>	28	530	16:9	65
<b>Clan HD</b>	28	530	HD	65
<b>DKISS</b>	28	530	16:9	65
<b>Radio Clásica HQ RNE</b>	28	530	Radio	65
<b>Radio 3 HQ RNE</b>	28	530	Radio	65
<b>Radio Exterior RNE</b>	28	530	Radio	65
<b>Kiss FM</b>	28	530	Radio	65
<b>Hit FM</b>	28	530	Radio	65
<b>esRadio</b>	28	530	Radio	65
<b>SER</b>	28	530	Radio	65
<b>Los 40</b>	28	530	Radio	65
<b>Dial</b>	28	530	Radio	65
<b>ETB1</b>	35	586	16:9	65
<b>ETB2</b>	35	586	16:9	65
<b>ETB3</b>	35	586	16:9	65
<b>ETB4</b>	35	586	16:9	65
<b>ETB1 HD</b>	35	586	HD	65
<b>ETB2 HD</b>	35	586	HD	65
<b>Euskadi Irratia</b>	35	586	Radio	65
<b>Radio Euskadi</b>	35	586	Radio	65
<b>Gaztea</b>	35	586	Radio	65
<b>EITB Musika</b>	35	586	Radio	65
<b>EITB Kantak</b>	35	586	Radio	65
<b>Radio Vitoria</b>	35	586	Radio	65
<b>GOL</b>	36	594	16:9	65
<b>DMAX</b>	36	594	16:9	65
<b>Disney Channel</b>	36	594	16:9	65

<b>Paramount Network</b>	36	594	16:9	65
<b>Cadena 100</b>	36	594	Radio	65
<b>Radio María</b>	36	594	Radio	65
<b>Radio Marca</b>	36	594	Radio	65
<b>Vaughan Radio</b>	36	594	Radio	65
<b>Antena3</b>	38	610	16:9	65
<b>Antena3 HD</b>	38	610	HD	65
<b>La Sexta</b>	38	610	16:9	65
<b>La Sexta HD</b>	38	610	HD	65
<b>neox</b>	38	610	16:9	65
<b>nova</b>	38	610	16:9	65
<b>Tele 7</b>	48	690	-	65
<b>Hamaika</b>	48	690	-	65
<b>Canal Bizkaia</b>	48	690	Sin emisión en la actualidad.	65
<b>TeleBilbao</b>	48	690	-	65
<b>Radio 7</b>	48	690	Radio	65
<b>Radio Nervión</b>	48	690	Radio	65
<b>FM</b>	Canales en la banda 87.5 a 108 MHZ			70 (valor típico)

Tabla 2: Canales radiodifusión sonora y televisión terrestre [12]

### c) Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras.

Para evitar que en la recepción de las señales haya desviaciones, es necesario el correcto posicionamiento de éstas, así como una altura adecuada. Por lo tanto, en este caso, las antenas se sitúan en la azotea del edificio, como se puede observar en el Anexo II: Planos, en la ilustración 6, en concreto en el tejado ya que, al ganar altura, se evita el choque con obstáculos en la transmisión.

La altura de las antenas debe de elevarse en este caso, al menos 2 m por encima del tejado, con lo que, si el edificio mide 22.9 m, las antenas estarán a una altura mínima de 24.9 m.

Se han de tener en cuenta, además, una serie de parámetros básicos de las antenas como se ve a continuación en la siguiente tabla:

Servicios	FM-radio	COFDM-TV (UHF)	DAB (VHF)
<b>Tipo</b>	Circular	Directiva	Directiva
<b>Ganancia</b>	0 dB	> 12 dB (UHF)	> 8 dB (VHF)
<b>Carga al viento</b>	< 40 Newtons	< 100 Newtons	< 60 Newtons

Tabla 3: Parámetros básicos de las antenas receptoras

Sus especificaciones completas quedan recogidas en el apartado de Pliego de Condiciones.

#### d) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras.

Para un sistema situado por encima de los 20 metros del suelo, los cálculos para definir la misma se han realizado para velocidades de 150 Km/h como se indica en la normativa [2]

El sistema de antenas receptoras se compone de los siguientes elementos:

- **Torreta:** metálica en celosía de 3 metros de altura
- **Mástil:** de 3 metros que fijará la torreta
- **Placa base rígida:** compatible con la torreta que permitirá su fijación sobre la cubierta del edificio mediante una zapata de hormigón.

Sus características quedarán más detalladas en el apartado de Pliego de condiciones (apartado 3.1.A.b).

Asimismo, en este último apartado mencionado, en concreto en el punto 3, se especificarán los esfuerzos y momentos que podrá soportar la estructura. En cuanto a la zapata de hormigón, deberá cumplir con las dimensiones y composición definidas por el arquitecto.

#### e) Plan de frecuencias.

Se establece un plan de frecuencias a partir de las frecuencias utilizadas por las señales que se reciben en el emplazamiento de las antenas, sean útiles o interferentes:

	<b>BANDA III</b>	<b>Banda IV</b>	<b>Banda V</b>
<b>Canales ocupados</b>	No hay	21,22,26,27,28,35,36	38,48
<b>Canales interferentes</b>	No hay	No hay	No hay

Tabla 4: Canales ocupados e interferentes en las distintas bandas

Con las restricciones técnicas a que está sujeta la distribución de canales, resulta el siguiente cuadro de plan de frecuencias:

<b>Banda</b>	<b>Canales Utilizados</b>	<b>Canales utilizables</b>	<b>Servicio recomendado</b>
Banda I	No utilizada		
Banda II			FM Radio
Banda S (alta y baja)		Todos menos S1	TVSAT A/D
Banda III		Todos	TVSAT A/D Radio D terrestre



Hiperbanda		Todos	TVSAT A/D
Banda IV	21, 22, 26, 27, 28, 35, 36	Todos menos 21, 22, 26, 27, 28, 35 y 36	TDT
Banda V	38, 48	Todos menos 38, 48 y los ya utilizados	TDT
950-1446 MHz		Todos	TVSAT A/D (FI)
1452-492 MHz		Todos	Radio D satélite
1494-2150 MHz		Todos	TVSAT A/D (FI)

Tabla 5: Clasificación de los canales utilizables y las bandas correspondientes

#### f) Número de tomas.

El número de tomas será de una por cada estancia, excluidos baños. Por lo tanto, al haber 5 estancias por vivienda, el número de tomas será también de 5.

<b>Total tomas en Viviendas</b>	60
<b>Total tomas en locales comerciales</b>	0
<b>Total de tomas</b>	60

Tabla 6: Número de tomas total de RTV

No existen estancias comunes en la edificación

#### g) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

##### 1) Número de repartidores, derivadores, según su ubicación en la red, PAU y sus características, así como de los cables utilizados.

Las redes de distribución y dispersión están formadas por una estructura árbol-rama. Como se ha mencionado anteriormente, la red de distribución comienza a la salida del elemento de mezcla de las señales terrestres y de satélite y finaliza en el derivador de la planta baja de locales. Se intercalan en ella los derivadores de cada planta.

##### • Derivadores de Planta

	<b>Derivador</b>	<b>Salidas</b>	<b>Pérdida de acoplamiento</b>
Planta 6 <sup>a</sup>	Tipo C	2	20 dB
Planta 5 <sup>a</sup>	Tipo B	2	20 dB
Planta 4 <sup>a</sup>	Tipo B	2	20 dB
Planta 3 <sup>a</sup>	Tipo A	2	20 dB
Planta 2 <sup>a</sup>	Tipo A	2	20 dB

Planta 1 <sup>a</sup>	Tipo TA	2	20 dB
-----------------------	---------	---	-------

Tabla 7: Clasificación de los derivadores por planta utilizados en RTV

- **PAU's**

La red de dispersión comienza en los derivadores que proporcionan la señal procedente de la red de distribución y finaliza en los puntos de acceso de usuario de cada vivienda. Se instalará, por lo tanto, un PAU por vivienda.

- **Repartidores interiores de viviendas**

En cada vivienda se colocará además de un PAU un repartidor de 8 salidas integrado en el mismo dispositivo debido a que según el catálogo de Televés no existen de 7 salidas. Se conectarán a dichas salidas los cables de la red interior de usuario correspondientes a cada estancia.

- **Cables**

Se utilizará un cable de 7 mm de diámetro exterior cumpliendo la norma UNE-EN 50117-2-4.

Sus características se especifican en el apartado de Pliego de Condiciones.

- **Tomas**

En cada vivienda el número de tomas instaladas es de cinco. Debido a que no hay locales comerciales ni estancias comunes a la edificación no se instalarán más tomas.

Las características técnicas específicas de todos los elementos se incluyen en el punto de 3.1.A.d) Pliego de Condiciones.

## 2) Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 5 MHz - 862 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).

A continuación, en la siguiente tabla se muestra los valores calculados a las frecuencias extremas de la banda, desde la salida de los amplificadores a las tomas. La letra A corresponde con la vivienda izquierda y la B con la vivienda derecha siendo la distribución de tomas la siguiente:

1º Salón-Comedor	4º Baño 1	7º Dormitorio 3
2º Cocina	5º Baño 2	
3º Dormitorio Principal	6º Dormitorio 2	

<b>TOMA</b>	<b>PISO</b>	<b>Atenuación (dB) 5 a MHZ</b>	<b>Atenuación (dB) a 862 MHZ</b>
1º	1ºA	18.51	28.47
2º	1ºA	18.48	27.96
3º	1ºA	21.49	30.13
4º	1ºA	21.53	30.81
5º	1ºA	20.55	29.15
6º	1ºA	20.55	29.15
7º	1ºA	24.58	30.66
1º	1ºB	18.53	28.81
2º	1ºB	18.49	28.13
3º	1ºB	21.53	30.81
4º	1ºB	21.57	31.49
5º	1ºB	20.55	29.15
6º	1ºB	20.58	29.66
7º	1ºB	24.53	29.81
1º	2ºA	17.48	26.96
2º	2ºA	17.45	26.45
3º	2ºA	20.46	28.62
4º	2ºA	20.50	29.30
5º	2ºA	19.52	27.64
6º	2ºA	19.52	27.64
7º	2ºA	23.55	29.15
1º	2ºB	17.50	27.30
2º	2ºB	17.46	26.62
3º	2ºB	20.50	29.30
4º	2ºB	20.54	29.98
5º	2ºB	19.52	27.64
6º	2ºB	19.55	28.15
7º	2ºB	23.50	28.30
1º	3ºA	16.45	25.45
2º	3ºA	16.42	24.94
3º	3ºA	19.43	27.11
4º	3ºA	19.47	27.79
5º	3ºA	18.49	26.13
6º	3ºA	18.49	26.13
7º	3ºA	22.52	27.64
1º	3ºB	16.47	25.79
2º	3ºB	16.43	25.11
3º	3ºB	19.47	27.79
4º	3ºB	19.51	28.47
5º	3ºB	18.49	26.13
6º	3ºB	18.52	26.64
7º	3ºB	22.47	26.79

1º	4ºA	15.92	22.74
2º	4ºA	15.89	22.23
3º	4ºA	18.90	24.4
4º	4ºA	18.94	25.08
5º	4ºA	17.96	23.42
6º	4ºA	17.96	23.42
7º	4ºA	21.99	24.93
1º	4ºB	15.94	23.08
2º	4ºB	15.90	22.40
3º	4ºB	18.94	25.08
4º	4ºB	18.98	25.76
5º	4ºB	17.96	23.42
6º	4ºB	17.99	23.93
7º	4ºB	21.94	24.08
1º	5ºA	15.39	20.03
2º	5ºA	15.36	19.52
3º	5ºA	18.37	21.69
4º	5ºA	18.41	22.37
5º	5ºA	17.43	20.71
6º	5ºA	17.43	20.71
7º	5ºA	21.46	22.22
1º	5ºB	15.41	20.37
2º	5ºB	15.37	19.69
3º	5ºB	18.41	22.37
4º	5ºB	18.45	23.05
5º	5ºB	17.43	20.71
6º	5ºB	17.46	21.22
7º	5ºB	21.41	21.37
1º	6ºA	14.86	19.02
2º	6ºA	19.02	20.34
3º	6ºA	17.84	20.68
4º	6ºA	17.88	21.36
5º	6ºA	16.90	19.70
6º	6ºA	16.90	19.70
7º	6ºA	20.93	21.21
1º	6ºB	14.88	19.36
2º	6ºB	14.84	18.68
3º	6ºB	17.88	21.36
4º	6ºB	17.92	22.04
5º	6ºB	16.90	19.70
6º	6ºB	16.93	20.21
7º	6ºB	20.88	20.36

Tabla 8: Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 5 MHz - 862 MHz

### 3) Respuesta amplitud-frecuencia (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias desde la salida de la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y en el peor caso).

A partir de los parámetros establecidos en el software ICTEasy siguiendo la normativa, se han de tener en cuenta los siguientes parámetros según este:

Respuesta en amplitud y frecuencia:

FM-Radio, AM-TV\* y 64QAM-TV:

±3 dB en toda la banda; ± 0,5 dB en un ancho de banda de 1 MHz.

FM-TV y QPSK-TV:

≤ 6dB en la banda 47 MHz - 882 MHz y ± 4 dB en toda la banda , ± 1,5 dB en un ancho de banda de 1 MHz para el rango 950 MHz - 2150 MHz.

COFDM-DAB y COFDM-TV:

±3 dB en toda la banda

Respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red:

≤16dB en la banda 47 MHz - 862 MHz, ≤20 en la banda 950MHz - 2150 MHz

*Ilustración 1: Parámetros obtenidos mediante el software ICT-Easy de la respuesta amplitud-frecuencia en RTV*

### 4) Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida).

Se ha de garantizar en la peor toma 47 dBμV de señal de TV digital terrestre además de asegurar que en la mejor toma no se superan 70 dBμV el nivel de salida. Se seleccionan por tanto unos amplificadores de nivel de salida máximo 110 dBμV para los monocanales del servicio de TDT.

### 5) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.

Se muestra a continuación los valores obtenidos en el caso de la mejor y peor toma en la banda 5-862 MHz, utilizando la herramienta ICTEasy.

Frecuencia	Mejor Toma	Peor Toma
5 MHz	Piso 6A toma 2: 14.83 dB	Piso 1A toma 7: 24.58 dB
862 MHz	Piso 6A toma 2: 18.51 dB	Piso 1B toma 4: 31.49 dB

*Tabla 9: Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor en RTV*

### 6) Relación señal / ruido en la peor toma.

A continuación, se estiman los rangos de valores que han de cumplir el sistema de RTV a instalar:

### Relación Port./Ruido aleatorio:

C/N FM-Radio:  $\text{dB} \geq 38$   
 C/N AM-TV:  $\text{dB} \geq 43$   
 C/N QPSK-TV QPSK DVB-S:  $\text{dB} > 11$   
 QPSK DVB-S2:  $\text{dB} > 12$   
 C/N 8PSK DVB-S2:  $\text{dB} > 14$   
 C/N 64QAM-TV:  $\text{dB} \geq 28$   
 C/N COFDM-DAB:  $\text{dB} \geq 18$   
 C/N COFDM TV:  $\text{dB} \geq 25$

*Ilustración 2: Restricciones establecidas de la relación Portadora/Ruido aleatorio en RTV*

### Relación portadora/interferencias a frecuencia única:

AM-TV:  $\text{dB} \geq 54$   
 64 QAM-TV:  $\text{dB} \geq 35$   
 QPSK-TV:  $\text{dB} \geq 18$   
 COFDM-TV:  $\text{dB} \geq 10$

*Ilustración 3: Restricciones establecida de la relación Portadora/Interferencia a frecuencia única*

## 7) Productos de intermodulación (relación señal/intermodulación).

En cuanto a los productos de intermodulación, siguiendo la normativa han de cumplir los siguientes valores con respecto al software ICTEasy utilizado para calcular los parámetros:

### Relación de intermodulación:

AM-TV:  $\text{dB} \geq 54$   
 64 QAM-TV:  $\text{dB} \geq 35$   
 QPSK-TV:  $\text{dB} \geq 18$   
 COFDM-TV:  $\text{dB} \geq 30$

*Ilustración 4: Restricciones a seguir en cuanto a los productos de intermodulación*

## h) Descripción de los elementos componentes de la instalación.

### 1) Sistemas captadores.

<b>FM B-II</b>	1 Antena omnidireccional
<b>VHF (DAB)</b>	1 Antena directiva $G > 8 \text{ dB}$
<b>UHF</b>	1 Antena directiva $G > 12 \text{ dB}$

<b>SOPORTES PARA ELEMENTOS CAPTADORES</b>	<p>Torreta metálica en celosía de 3m de altura.</p> <p>Mástil de 3m de altura fijado a la torreta. Para su fijación al suelo mediante una zapata de hormigón.</p> <p>Anclajes para fijar las antenas al mástil.</p> <p>Placa base.</p>
---	--

Tabla 10: Características de los sistemas captadores del RTV

## 2) Amplificadores .

Han de tener aproximadamente una  $G = 55$  dB y una  $V_{max} = 110$  dB $\mu$ V.

## 3) Mezcladores.

- Mediante técnica Z los amplificadores de cabecera.
- Dos mezcladores TIPO 1 para la mezcla con TVSAT
- Las entradas/ salidas no utilizadas se cierran con cargas de 75 Ohm

## 4) Distribuidores, derivadores, PAUs.

DISTRIBUIDORES		DERIVADORES		TOMAS		PAU's	
TIPO	Cantidad	TIPO	Cantidad	TIPO	Cantidad	TIPO	Cantidad
Tipo 1	1	A	2	Tipo 1	60	Tipo 1	12
Tipo 2	12	B	2				
		C	1				

Tabla 11: Relación tipo y cantidad de distribuidores, derivadores y PAUs

## 5) Cables.

TIPO	LONGITUD TOTAL (mts)
1	767

## 6) Materiales complementarios.

- 2 Fuentes de alimentación
- Resistencias de carga de 75 Ohm
- Puentes, Cofre para equipo, toma de tierra

## 2.B. Distribución de radiodifusión sonora y televisión satélite.

### a) Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal satélite.

No está prevista la incorporación de las señales satélite a la ICT por lo que no se instalan ni las parábolas ni los quipos de cabecera si bien se establecen las previsiones para que, con posterioridad pueda procederse a la instalación de dos antenas parabólicas con la orientación adecuada para captar los canales provenientes de los satélites Astra e Hispasat respectivamente.

El emplazamiento previsto para ubicar las mismas queda reflejado en el Anexo II: Planos, en la ilustración 6. La orientación de las antenas es la siguiente:

HISPASAT [13] : Acimut: 217° Elevación: 33°

ASTRA [14]: Acimut: 149° Elevación: 35°

- **Antena para HISPASAT**

Se toman los siguientes datos:

PIRE: 52 dBw

C/N: 17.5 dB

Se ofrecerá una calidad al usuario de 16.5 dB (1.5 dB mejor que la requerida) y se considerará una posible degeneración de hasta 1dB en el factor de ruido por efecto de las redes de distribución. Con estos datos el diámetro de la antena necesaria es de 90 cm.

- **Antena para ASTRA**

Se toman los siguientes datos:

PIRE: 50 dBw

C/N: 17.5 dB.

Se ofrecerá una calidad al usuario de 16.5 dB (1.5 dB mejor que la requerida) y se considerará una posible degeneración de hasta 1dB en el factor de ruido por efecto de las redes de distribución. Con estos datos el diámetro de la antena necesaria es de 120 cm. En ambos casos se seleccionarán conversores con una figura de ruido máxima de 0.7 dB y 55 dB de ganancia y alimentadores con polarización lineal.



### **b) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal satélite.**

Las antenas receptoras para la captación de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite se emplazarán en la azotea, en concreto en los planos reflejados en el Anexo II: Planos, en la ilustración 6, se indica exactamente el lugar de su instalación.

Para ello, se utilizarán antenas parabólicas, fijadas en dos zapatas donde el arquitecto definirá la dimensión y diseño final que serán detalladas posteriormente en el Pliego de Condiciones calculados para velocidades de viento de 150 km/h al estar situadas a más de 20 metros sobre el suelo.

### **c) Previsión para incorporar las señales de satélite.**

La normativa aplicable no exige la instalación de los equipos necesarios para recibir estos servicios, de manera que en este proyecto solo se refleja una previsión para su posterior instalación.

Se realiza, por tanto, a continuación, un estudio de la previsión, suponiendo que se distribuirán canales modulados en QPSK y suministrados por las actuales entidades habilitadas de carácter nacional. La introducción de otros servicios o la modificación de la técnica de modulación empleada para su distribución requerirá modificar algunas de las características indicadas, concretamente el tamaño de las antenas y el nivel de salida de los amplificadores de FI.

### **d) Mezcla de señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrestres.**

La señal terrestre (radiodifusión sonora y televisión) se distribuye mediante un repartidor para cada uno de los dos cables: "A" y "H". Cada una de las señales digitales de satélite correspondientes a los cables A y H se mezcla con las señales terrestres utilizando un mezclador y configurando así la señal completa para cada uno de los cables.

### **e) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.**

#### **1) Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 MHz - 2400 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).**

A continuación, en la siguiente tabla se muestra los valores calculados a las frecuencias extremas de la banda, desde la salida de los amplificadores a las tomas. La letra A corresponde con la vivienda izquierda y la B con la vivienda derecha siendo la distribución de tomas la siguiente:

1º Salón-Comedor

4º Baño 1

7º Dormitorio 3

2º Cocina  
 3º Dormitorio Principal

5º Baño 2  
 6º Dormitorio 2

TOMA	PISO	Atenuación (dB) 950 a MHZ	Atenuación (dB) a 2400 MHZ
1º	1ºA	26.38	38.80
2º	1ºA	25.84	37.90
3º	1ºA	28.02	40.20
4º	1ºA	28.74	41.40
5º	1ºA	26.10	39.00
6º	1ºA	26.10	39.00
7º	1ºA	27.64	40.90
1º	1ºB	26.74	39.40
2º	1ºB	26.02	38.20
3º	1ºB	28.74	41.40
4º	1ºB	29.46	42.60
5º	1ºB	26.10	39.00
6º	1ºB	26.64	39.90
7º	1ºB	26.74	39.40
1º	2ºA	24.82	35.70
2º	2ºA	24.30	34.80
3º	2ºA	26.48	37.10
4º	2ºA	27.20	38.30
5º	2ºA	24.56	35.90
6º	2ºA	24.56	35.90
7º	2ºA	26.10	37.80
1º	2ºB	25.20	36.30
2º	2ºB	24.48	35.10
3º	2ºB	27.20	38.20
4º	2ºB	27.92	39.50
5º	2ºB	24.56	35.90
6º	2ºB	25.10	36.80
7º	2ºB	25.20	36.30
1º	3ºA	23.30	32.60
2º	3ºA	22.76	31.70
3º	3ºA	24.94	34.00
4º	3ºA	25.66	35.20
5º	3ºA	23.02	32.80
6º	3ºA	23.02	32.80
7º	3ºA	24.56	34.70
1º	3ºB	23.66	33.20
2º	3ºB	22.94	32.00
3º	3ºB	25.66	35.20

4º	3ºB	26.38	36.40
5º	3ºB	23.02	32.80
6º	3ºB	23.56	33.70
7º	3ºB	23.66	33.20
1º	4ºA	22.66	29.50
2º	4ºA	21.72	28.60
3º	4ºA	23.90	30.90
4º	4ºA	24.62	32.10
5º	4ºA	21.98	29.70
6º	4ºA	21.98	29.70
7º	4ºA	23.52	31.60
1º	4ºB	22.62	30.10
2º	4ºB	21.90	28.90
3º	4ºB	24.62	32.10
4º	4ºB	25.34	33.30
5º	4ºB	21.98	29.70
6º	4ºB	22.52	30.60
7º	4ºB	22.62	30.10
1º	5ºA	21.22	26.40
2º	5ºA	20.68	25.50
3º	5ºA	22.86	27.80
4º	5ºA	23.58	29.00
5º	5ºA	20.94	26.60
6º	5ºA	20.94	26.60
7º	5ºA	22.48	28.50
1º	5ºB	21.58	27.00
2º	5ºB	20.86	25.80
3º	5ºB	23.58	29.00
4º	5ºB	24.30	30.20
5º	5ºB	20.94	26.60
6º	5ºB	21.48	27.50
7º	5ºB	21.58	27.00
1º	6ºA	20.18	23.30
2º	6ºA	19.64	22.40
3º	6ºA	21.82	24.70
4º	6ºA	22.54	25.90
5º	6ºA	19.90	23.50
6º	6ºA	19.90	23.50
7º	6ºA	21.44	25.40
1º	6ºB	20.54	23.90
2º	6ºB	19.82	22.70
3º	6ºB	22.54	25.90
4º	6ºB	23.26	27.10
5º	6ºB	19.90	23.50

6º	6ºB	20.44	24.40
7º	6ºB	20.54	23.90

Tabla 12: Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 MHz - 2400MHz

Los siguientes apartados quedan reflejados en el apartado 13.1.2.g) de la Memoria, excepto el apartado 5 ya que se trabaja en otro rango de frecuencias.

- 2) Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950 MHz a 2150 MHz (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso).
- 3) Amplificadores necesarios.
- 4) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso
- 5) Relación señal/ruido en la peor toma

Frecuencia	Mejor Toma	Peor Toma
5 MHz	Piso 6A toma 2: 14.83 dB	Piso 1A toma 7: 24.58 dB
862 MHz	Piso 6A toma 2: 18.51 dB	Piso 1B toma 4: 31.49 dB
950 MHz	Piso 6A toma 2: 19.64 dB	Piso 1B toma 4: 29.46 dB
2400 MHz	Piso 6A toma 2: 22.40 dB	Piso 1B toma 4: 42.60 dB

Tabla 13: Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor en radiodifusión sonora y televisión satélite

## 6) Productos de Intermodulación (relación señal/intermodulación).

### 2.C Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).

#### 2.C.1. Redes de Distribución y de Dispersión.

Se procede a describir en detalle en este apartado las características de la red que permitan el acceso y la distribución de los servicios de telefonía disponible al público de banda ancha.

En concreto en este apartado se detallarán y proyectarán la totalidad de las redes que forman la ICT de acuerdo con los operadores que despliegan la red en la ubicación de la futura edificación.

#### a) Redes de Cables de Pares o Pares trenzados.

##### 1) Establecimiento de la topología de la red de cables de pares.

##### Red de Alimentación

Los que los operadores de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha, accederán al edificio a

través de la red de alimentación ya sea mediante cables o vía radio. Cada operador será el responsable del diseño y dimensionado de esta parte de la red, así como de su instalación.

Se introduce por la parte inferior del inmueble a través de la arqueta de entrada y de las canalizaciones externa hasta el registro de enlace, hasta llegar al registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI), donde se ubica el punto de interconexión.

En el Registro Principal, se colocarán también las regletas o paneles de conexión desde las cuales partirán los cables 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 los paneles o regletas de entrada de los operadores.

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

### **Red interior del edificio**

Es la parte de la red formada por los cables de pares trenzados, cables coaxiales y demás elementos que transcurren por el interior de cada domicilio de usuario, soportando los servicios de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha. Da continuidad a la red de dispersión de la ICT comenzando en los puntos de acceso al usuario y, a través de la canalización interior de usuario configurada en estrella, finalizando en las bases de acceso de terminal situadas en los registros de toma. Su diseño y realización será responsabilidad de la propiedad de la edificación

- **Opción con Cable de Pares Trenzados**

Se utilizarán en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado es inferior a 100 metros, como ocurre en este caso y de acuerdo con lo establecido en el apartado 3.1.1 del Anexo II del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo [2].

La red interior del edificio se compone de:

- Red de distribución/dispersión
- Red de interior de usuario

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

- Punto de interconexión (entre la red de alimentación y la red de distribución/dispersión)
- Punto de distribución (entre la red de distribución y la red de dispersión). En este caso, no tiene implementación física en los registros secundarios ya que, al ser una topología en estrella, se dispondrá de un cable sin solución de continuidad desde el registro principal hasta cada PAU. El punto de distribución y de interconexión, coinciden en el registro principal.
- Punto de acceso de usuario (entre la red de dispersión y la red interior de usuario)

La red total se puede ver en el Anexo II: Planos, en la ilustración 8.

- **Opción con Cable de Pares**

Se utilizarán en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado es superior a los 100 metros. Por lo tanto, en este caso no se ha hecho uso de este cableado.

**2) Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de pares y tipos de cables.**

La edificación consta de 12 viviendas (dos por planta). En este proyecto, además, no se existen locales comerciales, ni previsión de oficinas ni estancias comunes en la edificación.

**Opción con Cable de Pares Trenzados**

	NÚMERO DE PAU	NÚMERO DE CABLES 4 PARES TRENZADOS
<b>VIVIENDAS</b>	12	12
<b>LOCALES COMERCIALES</b>	0	0
<b>CABLES PREVISTOS</b>		12
<b>CONEXIONES NECESARIAS</b>		14.4 → 15
<b>CONEXIONES PREVISTAS</b>		21

*Tabla 14: Dimensionamiento en las redes de distribución y dispersión de cable de par trenzado*

El número de cables previstos son 12 debido al número de viviendas. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta una reserva suficiente para prever posibles averías de alguna acometida o alguna desviación por

exceso en la demanda de acometidas. Este factor tiene un valor de 1.2 por lo que las conexiones necesarias son 15.

Además de este factor, se va a tener en cuenta un cable de reserva por cada planta por lo que finalmente las conexiones previstas son un total de 21 cables.

Puesto que la red de cables de pares trenzados tiene una topología en estrella, los cables de esta red se tienden directamente desde el punto de interconexión hasta el PAU de cada vivienda. En este caso, al utilizar un cable para cada vivienda quedarán 9 restantes finalizados uno en cada uno de los registros secundarios de cada planta con holgura suficiente para llegar al PAU más lejano. Por lo tanto, la red de distribución y dispersión estará formada por 21 cables UTP de cobre de 4 pares categoría 6 Clase E.

### 3) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

#### 3.i) Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable de pares (para el caso de pares trenzados).

En este apartado se considera un valor máximo de atenuación del cable de 34 dB/100 metros a 300 MHz y una pérdida máxima de 0.3 dB en la conexión del punto de interconexión.

Por consiguiente, se obtienen los siguientes valores:

Piso	ATENUACIÓN
1º I	2 dB
1º D	3.94 dB
2º I	3.02 dB
2º D	4.95dB
3º I	4.04dB
3ºD	5.98dB
4º I	5.06dB
4º D	7dB
5º I	6.08dB
5º D	8.01dB
6º I	7.1dB
6º D	9.03dB

Tabla 15: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable de par trenzado

#### **4) Estructura de distribución y conexión.**

A cada planta de viviendas se hará llegar dos cables puesto que hay dos viviendas por planta, además de uno adicional de reserva que permanecerá en el registro secundario con holgura suficiente para llegar al PAU más lejano.

Los cables se conectarán en su extremo inferior a conectores RJ45 hembra de panel de conexión situado en el registro principal de cable de pares, instalado en el RITI, y en su extremo superior finalizarán en la roseta (conector hembra RJ45) de cada vivienda y local salvo los de reserva que quedarán almacenados en el registro secundario de cada planta.

Cada cable deberá indicar a que planta y vivienda corresponde incluyendo los de reserva. Además, se etiquetarán ambos extremos.

#### **5) Dimensionamiento de:**

##### **5.i) Punto de Interconexión.**

En el panel de conexión o panel repartidor de salida en el Registro Principal de cables de pares, se encontrará un panel de conexión o panel repartidor de salida.

Deberá tener una capacidad para 21 conectores RJ45 de la red de distribución por lo que se elegirá el modelo con una capacidad de 24 conectores hembra miniatura de 8 vías RJ45. La unión entre regletas o paneles de entrada se realizará mediante latiguillos de conexión. Las características del panel se detallarán en el apartado de Pliego de Condiciones.

##### **5.i.i) Puntos de Distribución de cada planta**

Como se trata de una topología en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, quedando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física. En estos registros secundarios quedarán almacenados, únicamente, los bucles de los cables de pares trenzados de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta.



## **6) Resumen de los materiales necesarios para la red de cable de pares trenzados.**

En el apartado de Pliego de Condiciones quedan detalladas todas las características de los materiales

### **6.i) Cables.**

El cable a utilizar será un cable no apantallado de cuatro pares trenzados UTP de cobre de Clase E (Categoría 6) para la red de distribución/dispersión. Su longitud será de 293.4 metros.

Sus características quedan especificadas en el Pliego de Condiciones.

### **6.ii) Regletas o paneles de salida del Punto de Interconexión.**

Se instalará un panel de conectores RJ45 para 24 conexiones en el punto de interconexión/distribución.

### **6.iii) Regletas de los Puntos de Distribución.**

No se instalarán regletas en Punto de Distribución al no utilizarse cables multipares convencionales.

### **6.iv) Conectores.**

Cada uno de los 21 cables de pares trenzados que constituyen las redes de distribución y dispersión estará conexionado en el punto de interconexión a un conector hembra RJ45 de ocho vías con todos los contactos conexionados.

### **6.v) Puntos de Acceso al Usuario (PAU).**

Se establece un PAU para cada vivienda, estando este constituido por una roseta de conector hembra miniatura de ocho vías RJ45 a la que se conectarán todos los conductores del cable de pares trenzado que llega desde el punto de interconexión.

En total se necesitarán 12 rosetas con conector hembra miniatura de 8 vías.

## **b) Redes de Cables Coaxiales.**

### **1) Establecimiento de la topología de la red de cables coaxiales.**

#### **Red de Alimentación**

A través de redes de alimentación, los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de cable coaxial para servicios de banda ancha accederán al edificio. Entrarán por el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente, y, terminarán sus redes en unos

de los paneles de conexión o regletas de entrada situadas en el Registro Principal de Cable Coaxiales situados en el RITI. El acceso hasta el RITI se realiza a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización de enlace. Los paneles de conexión estarán constituidos por derivadores o repartidores terminados en conectores tipo F hembra. Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación.

Del Registro Principal de Cables Coaxiales, partirán los propios cables de la red de distribución de la urbanización terminados con conectores tipo F macho, dotados con la coca suficiente como para permitir posibles reconfiguraciones.

En el RITI se deberá hacer una previsión de espacio para los equipos de amplificación, cuando el operador accede mediante cable. Asimismo, en el RITS también se establece una previsión de espacio para la eventual instalación de los equipos de recepción y procesado de la señal en el caso en que los operadores accedan vía radio.

### **Red Interior del edificio**

En este caso como el número de PAU es no superior a 20, se empleará una topología en estrella para la red de distribución y dispersión desde el Registro Principal de Cables Coaxiales.

La red total se refleja en el Anexo II: Planos, en la ilustración 9.

La red total del edificio se compone de varias redes que se conexionan entre sí a través de los siguientes puntos:

- Puntos 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). En el caso de la red en estrella no tiene implementación física en los registros secundarios ya que se dispondrá de un cable sin solución de continuidad desde el Registro Principal hasta cada PAU. El punto de distribución y de interconexión coincidirán en el Registro Principal.
- Punto de acceso de usuario (entre la red de dispersión y la red interior de usuario).

## 2) Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales y tipos de cables.

La edificación consta de 12 viviendas (dos por planta). Cabe destacar que además no se existen locales comerciales, ni previsión de oficinas ni estancias comunes en la edificación. En este caso, no se instalan cables de reserva.

A continuación, se muestra el número de acometidas necesarias, que ha de ser de una por vivienda del tipo RG 59.

	NÚMERO DE PAU	NÚMERO DE CABLES COAXIALES
<b>VIVIENDAS</b>	12	12
<b>LOCALES COMERCIALES</b>	0	0
<b>CABLES PREVISTOS</b>		12
<b>CONEXIONES NECESARIAS</b>		12

*Tabla 16: Dimensionamiento en las redes de distribución y dispersión de cable coaxial*

## 3) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

### 3.i) Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales.

En la siguiente tabla se muestran las atenuaciones a dos frecuencias: 86 MHz y 860 MHz. La atenuación total es la suma del trayecto desde el Registro Principal al PAU de cada vivienda y la atenuación de los distribuidores de dos salidas instalados en cada RTR, además de la atenuación de los dos conectores tipo F. La suma de las pérdidas de los conectores de ambos extremos es de 1 dB.

Cabe destacar que la atenuación máxima entre el RITI y el PAU ha de ser de 20 dB. En la siguiente tabla la vivienda izquierda se representa con la letra A y la derecha con la B.

Nº del piso	Letra	Atenuaciones por frecuencia (dB)	
		86 MHz	860 MHz
1	A	7.50	5.70
1	B	11.10	7.14
2	A	9.30	6.42
2	B	12.90	7.86
3	A	11.10	7.14
3	B	14.70	8.58
4	A	12.90	7.86
4	B	16.50	9.30
5	A	14.70	8.58
5	B	18.30	10.02
6	A	16.50	9.30
6	B	20.10	10.74

Tabla 17: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable coaxial

Si se observa la tabla anterior, en el piso 6º derecho, se supera el valor de atenuación máximo establecido, pero esto se debe a que se han redondeado por lo alto los valores de las distancias entre el RITI a cada PAU, por lo tanto, en el caso real, este valor sería inferior a 20 dB de atenuación. Ocurre debido a que el software ICTEasy utilizado no deja introducir valores decimales.

#### 4) Estructura de distribución y conexión.

Como se ha indicado en apartados anteriores se configurará una topología en estrella mediante un cable que partirá desde el punto de interconexión situado en el Registro Principal en el RITI y acabará en el PAU situado en el RTR de cada vivienda.

#### 5) Dimensionamiento de:

##### 5.i) Punto de interconexión.

No se equipará el panel de conexión y se dejarán los cables terminados con conector F macho en el interior del Registro Principal de Cable Coaxial. El distribuidor u otros equipos que instalen los operadores en el Registro Principal de Cable Coaxial servirán como panel de conexión de salida conectándose a él los cables que vayan a recibir servicio.

### **5.ii) Puntos de distribución de cada planta.**

Al ser una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, estando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física.

## **6) Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales.**

Las características de los materiales utilizados quedan especificadas en el Pliego de Condiciones.

### **6.i) Cables.**

Se tenderá un total de 184.2 metros de cable coaxial de tipo RG 59 de 6.5 mm de diámetro

### **6.ii) Elementos pasivos.**

Se instalarán distribuidores de 2 salidas en cada una de las viviendas. El número total de distribuidores por lo tanto será de 12 al haber dos viviendas por piso.

### **6.iii) Conectores.**

Cada cable de cada vivienda terminará en sus dos extremos mediante un conector F macho. Por lo tanto, el número total de conectores de tipo F macho es de 24.

### **6.iv) Puntos de Acceso al usuario (PAU).**

El punto de acceso al usuario estará constituido por el distribuidor de 2 salidas.

## **c) Redes de Cables de Fibra Óptica.**

### **1) Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica.**

#### **Red de alimentación**

Los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de cable de fibra óptica para servicios de banda ancha accederán al edificio a través de sus redes de alimentación. Accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente, y, terminarán sus redes en unos de los paneles de conectores de entrada situados en el Registro Principal de Cables Fibra Óptica situados en el RITI. Como se ha mencionado en apartados anteriores, el acceso hasta el RITI se realiza a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización de enlace. Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación.

A partir del Registro Principal de Cable de Fibra Óptica, partirán los propios cables de la red de distribución de la edificación terminados con conectores tipo SC/APC, dotados con la coca suficiente como para permitir posibles reconfiguraciones.

## Red interior del edificio

En este caso el número de PAU a los que da servicio la red de distribución/dispersión es inferior o igual a 15, por lo tanto, la red de distribución/dispersión podrá realizarse con cables de acometida de dos fibras ópticas directamente desde el punto de distribución ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones. De él saldrán, en su caso, los cables de acometida (interior o exterior) hasta el PAU de cada vivienda. La topología a diseñar será en estrella desde el Registro Principal.

La red total, se refleja en el Anexo II: Planos, en la ilustración 10.

Las diferentes redes que constituyen la red total del edificio 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). En este caso no tiene implementación física en los registros secundarios ya que, al ser las redes de cable de fibra óptica en estrella, se dispondrá de un cable de dos fibras ópticas sin solución de continuidad desde el Registro Principal de Cable de Fibra Óptica hasta cada PAU. El punto de distribución y de interconexión, coinciden en el Registro Principal de Cable de Fibra Óptica.
- Punto de acceso de usuario

## 2) Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de cables de fibra óptica y tipos de cables.

La edificación consta de 12 viviendas (dos por planta). Cabe destacar que además no se existen locales comerciales, ni previsión de oficinas ni estancias comunes en la edificación.

El número de acometidas necesarias constituida cada una por un cable de dos fibras ópticas es de:

	NÚMERO DE PAU	NÚMERO DE ACOMETIDAS DE FIBRA ÓPTICA
<b>VIVIENDAS</b>	12	12
<b>LOCALES COMERCIALES</b>	0	0
<b>ACOMETIDAS PREVISTOS</b>		12
<b>COEFICIENTE CORRECTOR</b>		1.2
<b>ACOMETIDAS NECESARIAS</b>		14.4 → 15
<b>NÚMERO TOTAL DE ACOMETIDAS PREVISTAS</b>		21
<b>NÚMERO TOTAL DE FO</b>		42

*Tabla 18: Dimensionamiento en las redes de distribución y dispersión de fibra óptica*

El número de cables de dos fibras necesarios es 15 aplicando el coeficiente corrector de 1.2 a las 12 previstas inicialmente. Asimismo, en cada planta existirá una acometida de reserva para posibles roturas o averías de modo que se ha previsto añadir un total de 6 acometidas más siendo finalmente el total previsto de 21.

Al ser una topología en estrella, los cables de red se tienden directamente desde el punto de interconexión hasta el PAU de cada vivienda (12 en total, uno para cada vivienda), y los 9 restantes quedarán finalizados, en las cajas de segregación en algunos de los registros secundarios con holgura suficiente para llegar al PAU más alejado al que da servicio dicho registro. La red de distribución y dispersión estará formada por 21 cables de dos fibras ópticas.

### 3) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

#### 3.i) Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de fibra óptica.

En la siguiente tabla se muestran las atenuaciones para distintas longitudes de onda: 1310 nm, 1490 nm y 1550 nm. La atenuación total es la suma del trayecto desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y la atenuación de los conectores SC/APC instalados en los extremos del cable. El total de atenuación aportada por estos conectores de los dos extremos es de 0.5 dB.

La atenuación máxima permitida es de 2 dB siendo la máxima recomendada de 1.55 dB. A partir de estos datos, y tomando como referencia el Cable FK2 monomodo de Televés se obtienen las siguientes atenuaciones para las distintas longitudes de onda anteriormente mencionadas.

Cabe destacar que en la siguiente tabla la vivienda derecha se representa con la letra A y la izquierda con la B.

Nº del piso	Letra	Atenuaciones por $\lambda$ (dB)		
		1310 nm	1490 nm	1550 nm
1	A	0.0020	0.0020	0.0025
1	B	0.0044	0.0044	0.0055
2	A	0.0032	0.0032	0.0040
2	B	0.0056	0.0056	0.0070
3	A	0.0044	0.0044	0.0055
3	B	0.0068	0.0068	0.0085
4	A	0.0056	0.0056	0.0070
4	B	0.0080	0.0080	0.0100
5	A	0.0068	0.0068	0.0085
5	B	0.0092	0.0092	0.0115
6	A	0.0080	0.0080	0.0100
6	B	0.0104	0.0104	0.0130

Tabla 19: Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cable coaxial

#### 4) Estructura de distribución y conexión.

Como se ha indicado en apartados anteriores la distribución de estas redes se harán en estrella mediante un cable de dos fibras ópticas que partirá del punto de interconexión situado en el Registro Principal en el RITI y terminará en el PAU situado en el RTR de cada vivienda.

#### 5) Dimensionamiento.

##### 5.i) Punto de interconexión.

Se deben conectar 21 cables cada uno de ellos formado por 2 fibras ópticas. Se dispondrá de un panel de 24 conectores dobles (48 conectores en total).

##### 5.ii) Puntos de distribución de cada planta

Al tratarse de una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, estando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión. En las cajas de segregación, en el interior de los registros secundarios, quedarán almacenados los cables de FO de reserva con longitud suficiente para llegar hasta el PAU más alejado al que sirve dicho registro.



## 6) Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica.

Las características de todos los materiales utilizados se indican en el Pliego de Condiciones.

### 6.i) Cables.

Se tenderá un total de 293.4 metros de cable de dos fibras ópticas.

### 6.ii) Panel de conectores de salida.

Se instalará un módulo se 24 conectores dobles.

### 6.iii) Cajas de segregación.

Se instalará una caja de segregación de 8 fibras ópticas en cada uno de los registros secundarios en las que se almacenan los bucles de las fibras ópticas. Por lo tanto, habrá un total de 6 cajas de segregación.

### 6.iv) Conectores.

Cada una de las fibras ópticas de cada vivienda terminará en sus dos extremos mediante un conector SC/APC.

Se instalarán un total de 60 conectores SC/APC, 36 en el punto de interconexión y 24 en los PAUs.

### 6.v) Puntos de Acceso al Usuario (PAU).

El punto de acceso al usuario estará constituido por una roseta óptica que alojará los conectores ópticos SC/APC y contendrá los acopladores para conectar con los dispositivos que se puedan instalar en el RTR. El número de rosetas ópticas es de 12.

## 2.C.2. Redes de Interiores de Usuario.

### a) Red de Cables de Pares Trenzados.

#### 1) Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de pares trenzados.

El edificio objeto consta del mismo número de viviendas por piso, mismo número de estancias y por lo tanto mismo número de tomas. A continuación, se indica dicha distribución.

Número de estancias		Número de tomas	
I	D	I	D
7	7	12	12

El número total de tomas necesarias es de 144. Además, no existen estancias comunes a la edificación.

## 2) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación:

### 2.i) Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cable de pares trenzados.

Para calcular la atenuación total de la red interior de usuario, se han tenido en cuenta las siguientes atenuaciones parciales: la de cable, la del conector del PAU, las dos conexiones del multiplexor pasivo de puertos RJ-45 y la base de acceso al terminal.

Para realizar este cálculo, se ha considerado una atenuación de valor 34dB/100 m a una frecuencia de 300 MHz. Las conexiones tendrán un valor de atenuación de 0.3 dB.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla las atenuaciones peores calculadas en cada una de las estancias de las viviendas:

Vivienda	Salón-Comedor	Cocina	Dormitorio Principal	Dormitorio 2	Dormitorio 3	Baño 1	Baño 2
Derecha	3.61 dB	2.36	4.45 dB	5.3 dB	3.71 dB	4.83 dB	4.22 dB
Izquierda	3.27 dB	3.41 dB	3.24 dB	4.4 dB	5.04 dB	3.44 dB	4.09 dB

Tabla 20: Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cable de pares trenzados

Como en cada estancia hay varias tomas excepto en los baños que solo hay una, se ha tomado la peor toma como referencia, es decir la toma con mayor longitud de cable.

### 3) Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal.

En este caso se ha optado por instalar dos tomas en todas las estancias de la casa excepto en los baños que se ha instalado una única. Por lo tanto, habrá un total de 12 tomas por vivienda y 144 en total en todo el edificio.

### 4) Tipos de cables.

Como se ha mencionado en apartados anteriores se utilizarán cables trenzados de 4 pares de hilos conductores del tipo UTP categoría 6 Clase E, uno desde el RTR hasta cada BAT en estrella.

Deberán cumplir las especificaciones indicadas en el apartado 3.1.B.a)1) del Pliego de Condiciones.

## **5) Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables de pares trenzados.**

### **5.i) Cables.**

Se necesitará un total de 88.2 metros de cable de cobre de 4 pares trenzados UTP categoría 6 Clase E para las redes interiores de usuario en la vivienda derecha, y, un total de 83.56 m en la vivienda izquierda debido a que su distribución cambia algo.

### **5.ii) Conectores.**

En cada uno de los extremos de los cables en los RTR se instalará un conector RJ45 macho miniatura de 8 vías. Habrá un total de 144 conectores RJ45 macho.

### **5.iii) BATs.**

En el caso del cableado de pares trenzados, los hilos conductores de cada rama de la red interior se conectarán a los 8 contactos del conector RJ-45 hembra miniatura de 8 vías de la BAT en que terminen. Por lo tanto, habrá un total de 144 tomas.

## **b) Redes de Cables Coaxiales.**

### **1) Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de cables coaxiales.**

La red interior de usuario se configurará en estrella con un cable coaxial ubicados en el interior Registro de Terminación de Red hasta cada una de las dos tomas que se instalarán en cada vivienda. El tipo de cable usado en la red interior de usuario será siempre del tipo RG-59.

Habrà un total de 5 tomas en cada vivienda como se muestra en el apartado de planos en concreto las ilustraciones 13 y 14. Por lo tanto, el número total de tomas es de 60 en todo el edificio.

### **2) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación:**

#### **2.i) Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales.**

En la siguiente tabla se muestra tanto la mejor como la peor toma del edificio entero a dos frecuencias diferentes: 86 MHz y 862 MHz. Las atenuaciones mostradas se tienen en cuenta desde el PAU de cada vivienda hasta las tomas instaladas en ellas, además de la atenuación del conector F de salida del distribuidor y la de la toma.

Para ello, se toma como referencia una atenuación de 1.2 dB a 860 MHz y una toma de 0.9 dB a 86 MHz. En cuanto al conector F, la atenuación será de 0.5 dB.

860 MHz				
Vivienda	Salón-Comedor	Dormitorio Principal	Dormitorio 2	Dormitorio 3
Derecha	2.13 dB	2.33 dB	3.27 dB	2.18 dB
Izquierda	1.82 dB	1.41 dB	2.66 dB	3.11 dB

Tabla 21: Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales a una frecuencia de 860 MHz

86 MHz				
Vivienda	Salón-Comedor	Dormitorio Principal	Dormitorio 2	Dormitorio 3
Derecha	0.91 dB	0.96 dB	1.19 dB	0.92 dB
Izquierda	0.83 dB	0.73 dB	1.04 dB	1.15 dB

Tabla 22: Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales a una frecuencia de 86 MHz

Hay que remarcar que en el salón-comedor hay dos tomas, por lo tanto, en esta anterior tabla se muestra la peor toma de ella.

### 3) Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal.

Se instalarán cinco tomas por vivienda: en el salón-comedor dos y una en cada dormitorio. El total de tomas instaladas en la edificación será de 60 como se ha mencionado anteriormente.

### 4) Tipos de cables.

Se utilizará un cable de tipo RG-59 de 6.5 mm de diámetro.

### 5) Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables coaxiales.

Las características de todos los materiales utilizados se indican en el Pliego de Condiciones.

#### 5.i) Cables.

Se tenderán un total de 35.1 metros de cable coaxial tipo RG-59 en la vivienda derecha de cada piso y 32.85 metros en la vivienda izquierda debido a que existe una ligera diferencia de distribución entre ellas.

### **5.ii) Conectores.**

Se utilizarán conectores tipo F macho en el extremo de los cables correspondiente al PAU, que se conectarán al distribuidor de dos salidas. El número total de conectores tipo F es de 24.

### **5.iii) BATs.**

Se utilizarán bases de acceso terminal del tipo final. El número total de BATs es de 60.

## **2.D. Infraestructuras de Hogar Digital**

No se instalan en este proyecto.

## **2.E. Canalización e infraestructura de distribución**

En este apartado de proceden a definir, dimensionar y ubicar las canalizaciones, registros y recintos de la infraestructura donde se alojarán los cables y equipamientos necesarios para proporcionar los servicios al usuario definidos anteriormente.

### **a) Consideraciones sobre el esquema general del edificio**

La infraestructura necesaria comienza por la parte inferior del edificio donde se sitúa la arqueta de entrada y por la parte superior edificio la canalización superior y termina en las tomas de usuario.

Se compone de las siguientes partes: arqueta de entrada y canalización externa, canalizaciones de enlace, recinto de instalaciones de telecomunicación, registros principales, canalización principal y registros secundarios, canalización secundaria y registros de paso, registros de terminación de red, canalización interior de usuario y registros de toma, como se describe a continuación.

El esquema general del edificio se refleja en el Anexo II: Planos, en concreto en el Anexo II: Planos, en la ilustración 2.

### **b) Arqueta de entrada y canalización externa.**

Permiten el acceso de los Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha. La arqueta es el punto de inicio desde donde parte los cables de los operadores de estos servicios que discurren por la canalización externa y de enlace hasta el RITI. 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 telecomunicación de la edificación.

La canalización externa, sin embargo, es la encargada de introducir en la edificación las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores.

### **Arqueta de entrada**

Según lo establecido en la normativa vigente, para un número de PAU menor o igual a 20, las dimensiones interiores mínimas de la arqueta de entrada serán las siguientes: 400 x 400 x 600 mm (longitud x anchura x profundidad).

Inicialmente se ubicará en la zona indicada el Anexo II: Planos, en la ilustración 3 y su localización definitiva será objeto de la consulta a los operadores que se hará en el momento inmediatamente anterior a la redacción del Acta de Replanteo y cuyo resultado se reflejará en esta.

### **Canalización externa**

La canalización externa va desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general a la edificación, de forma lo más rectilínea posible, estará constituida por tubos de 63 mm de diámetro exterior, en número mínimo y en función del número de PAU, que en este caso se encuentra entre 5 y 20, el número de tubos será de 4: 2 TBA + STDP y 2 de reserva.

Tanto la construcción de la arqueta de entrada como la de la canalización externa son responsabilidad de la propiedad de la edificación. Sus características se detallan en el Pliego de Condiciones.

### **c) Registro de enlace inferior y superior**

#### **Registros de enlace inferior**

Realiza la unión de las canalizaciones externa y de enlace inferior por las que discurren los servicios de los servicios de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha. Se situará en la parte interior de la fachada, recibiendo los tubos por la canalización exterior y partiendo de él, la canalización del enlace inferior para acceder al RITI.

Se materializa mediante cajas de dimensiones mínimas de 450 x 450 x 120 mm (alto x ancho x profundo). Sus características se definen en el Pliego de Condiciones.

#### **Registro de enlace superior**

Cuando sean necesarios, los registros de enlace se colocarán en los mismos casos que en el apartado anterior y sus dimensiones mínimas serán 360 x 360 x 120 mm

(altura x anchura x profundidad). Su necesidad será requerida cuando la canalización superior requiere un cambio de sentido, como en este caso.

Las características del registro de enlace superior serán definidas posteriormente en el Pliego de Condiciones.

#### **d) Canalizaciones de enlace inferior y superior.**

##### **Canalización de enlace inferior**

Soporta los cables de la red de alimentación desde el registro de enlace general hasta el registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI).

En el caso de utilización de tubos, en número idéntico al de la canalización externa, el diámetro exterior de los mismos oscilará entre 40 y 63 mm, dependiendo del número y del diámetro de los cables que vayan a alojar. En este caso, se optará por un diámetro de 40 mm de diámetro exterior para los 4 tubos de la canalización del enlace inferior, considerando una ocupación máxima de las mismas del 50%. Se encontrarán 2 conductos para STDP y TBA y 2 conductos de reserva.

##### **Canalización de enlace superior**

En esta canalización, los cables discurrirán entre los elementos de captación (antenas) y el punto de entrada a la edificación (pasamuros). Habrá un total de 2 tubos de 40 mm de diámetro exterior. Se distribuirá uno de los conductos para cables RTV y otro para Servicios de Acceso Inalámbrico (SAI).

En ambos casos las características de los tubos que forman las canalizaciones se detallarán en el Pliego de Condiciones.

#### **e) Recintos de Instalaciones de Telecomunicación.**

En el caso de viviendas unifamiliares se establece un único recinto de instalaciones de telecomunicaciones (RITU). Sin embargo, debido a que no es el caso de este proyecto, se instalan dos recintos de instalaciones de telecomunicación: uno superior y otro inferior.

##### **1) Recinto Inferior.**

Es el local o habitáculo donde se instalarán los registros principales correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha, y los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios (cables pares trenzados, de fibra óptica, cables coaxiales, regletas y paneles). Asimismo, de este recinto arranca la canalización principal de la ICT de la edificación.

Las dimensiones de este recinto son las siguientes de acuerdo con el número de PAU a instalar: 1000 mm x 500 mm x 2000mm (anchura x profundidad x altura)

Sus características se incluyen en el apartado de Pliego de Condiciones.

Su distribución será la siguiente:

- Mitad inferior para STDP y TBA
- Mitad superior en el lateral derecho espacio para al menos dos bases de enchufe al correspondiente cuadro de protección.
- En cuanto al cableado, por la parte inferior del armario acometerán los tubos que forman la canalización de enlace inferior, saliendo por la parte superior hacia la canalización principal.

Se dispondrá de punto de luz que proporcione al menos 300 lux de iluminación y de alumbrado de emergencia.

## **2) Recinto Superior.**

Es el local o habitáculo donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los servicios de RTV y, en su caso, elementos de los servicios de acceso inalámbrico (SAI). En él se alojarán los elementos necesarios para adecuar las señales procedentes de los sistemas de captación de emisiones radioeléctricas de RTV, para su distribución por la ICT de la edificación o, en el caso de servicios de acceso inalámbrico, los elementos necesarios para trasladar las señales recibidas hasta el RITI.

Las dimensiones de este recinto son las siguientes de acuerdo con el número de PAU a instalar: 100 mm x 500 mm x 2000mm (anchura x profundidad x altura).

Sus características se incluyen en el apartado de Pliego de Condiciones.

Su distribución será la siguiente:

- Mitad superior para RTV
- Mitad inferior para SAI. Se reserva en esta mitad la parte superior del lateral derecho, espacio para al menos cuatro bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección.
- En cuanto a los tubos, en la zona inferior del armario acometerán los tubos que forman la canalización principal y por la parte superior accederán los tubos correspondientes a la canalización de enlace superior.

Se dispondrá de punto de luz que proporcione al menos 300 lux de iluminación y de alumbrado de emergencia.



Debido a que se encuentra a menos de 2 metros de la maquinaria del ascensor dispondrá de protección contra el campo electromagnético.

### 3) Equipamiento de los mismos

#### RITI

- Registros Principales de Cables de Pares/Pares Trenzados, de Cables Coaxiales y de Cables de Fibra Óptica, equipados con los paneles y regletas de salida que correspondan.
- Cuadro de protección.
- Sistema de conexión a tierra.
- 2 bases de enchufe.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Placa de identificación de la instalación.

Su distribución interior se indica en el Anexo II: Planos, en la ilustración 13.

#### RITS

- Equipos amplificadores monocanales y de grupo, para FM, TDT y radio DAB.
- Mezcladores.
- Cuadro de protección
- Sistema de conexión a tierra.
- 4 bases de enchufe.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Placa de identificación de la instalación.

Su distribución interior se indica en el Anexo II: Planos, en la ilustración 14.

### f) Registros Principales

Los Registros Principales tienen como función albergar el Punto de Interconexión, entre la red exterior y la red interior del inmueble.

Existen tres tipos de Registros Principales: para Red de Cables de Pares, para Red de Cables Coaxiales TBA y para Red de Cables de Fibra Óptica.

- **Registro Principal para Red de Cables de Pares Trenzados.**

El Registro principal para Red de Cables de Pares es una caja de, como mínimo, 500 x 500 x 300 (alto x ancho x fondo) mm. Contará con el espacio suficiente para albergar los pares de las redes de alimentación y los paneles de conexión de salida.

En él se instalará un panel de conexión o panel repartidor de salida y se dispondrá de espacio para que los operadores instalen sus paneles de conexión de entrada.

Sus características se incluyen en el Pliego de Condiciones.

- **Registro Principal para Red de Cables Coaxiales.**

El registro principal de cables coaxiales contará con el espacio suficiente para permitir la instalación de elementos de reparto (derivadores o distribuidores) con tantas salidas como conectores de salida se instalen en el punto de interconexión y, en su caso, de los elementos amplificadores necesarios. Es una caja de 500 x 500 x 300 (alto x ancho x fondo) mm.

En él quedarán terminados los cables de la red de distribución mediante conectores tipo F y dispondrá de espacio para albergar en su momento los distribuidores y amplificadores que instalen los operadores que presten servicio a través de la red de cables coaxiales.

- **Registro Principal para Red de Cables de Fibra Óptica.**

El registro principal de cables de fibra óptica contará con el espacio suficiente para alojar el repartidor de conectores de entrada, que hará las veces de panel de conexión y el panel de conectores de salida. El espacio interior previsto para el registro principal óptico deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de conectores de entrada que sea dos veces la cantidad de conectores de salida que se instalen en el punto de interconexión.

Es una caja de 500 x 1000 x 300 (alto x ancho x fondo) mm. En él se alojará un panel de conectores de salida constituido por 48 conectores (24 dobles) y dispondrá de espacio para que los operadores instalen sus paneles de conectores de entrada.

### **g) Canalización Principal y Registros Secundarios.**

En el caso de edificaciones en altura, como se da en este caso, la canalización principal deberá ser rectilínea, fundamentalmente vertical y de una capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación de la edificación (cables de pares trenzados, cables coaxiales y de fibra óptica y de red de RTV para las diferentes plantas). Además, une los dos recintos (inferior y superior) de instalaciones de telecomunicación.

#### **Canalización principal.**

Está compuesta por 6 tubos de 50 mm de diámetro exterior:

- Un cable de Pares Trenzados
- Un cable de Fibra Óptica
- Dos cables Coaxiales para TBA
- Un cable coaxial para RTV

- Un cable de reserva

Se colocarán en un patinillo previsto de dimensiones 300 x 200 mm

Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones

### **Registros secundarios**

Intercalan la canalización principal en cada planta y en los cambios de dirección sirven para para segregar en la misma todos los servicios en un número suficientes para los usuarios en planta. En cada planta entra la canalización superior por la parte inferior del registro y continúa por la superior hasta el siguiente registro secundario y finalmente llegando al RITS. De ellos salen los tubos que configuran la canalización secundaria. Sus dimensiones mínimas serán: 450 x 450 x 150 mm (altura x anchura x profundidad).

Alojarán los dos derivadores de la red de RTV, así como las regletas o cajas de segregación que constituyen el punto de distribución de cables de pares telefónicos y cajas de segregación de fibra óptica. Sus características se detallan en el Pliego de Condiciones.

En este caso, como el RITI comienza en la planta baja y al haber un cambio de dirección será necesario añadir un RS, por lo que el RITI no ejercerá la función de éste. Por la misma razón, en última planta, también se colocará un RS para un cambio de dirección de la Canalización Principal al no encontrarse el RITI Y el RITS en la misma vertical.

Se colocarán 8 registros secundarios y sus dimensiones mínimas de los RS serán de 450 x 450 x 150 mm (anchura x altura x profundidad).

### **h) Canalización Secundaria y Registros de Paso.**

#### **Canalización secundaria**

Es la que soporta la red de dispersión de la edificación, une los registros secundarios con los registros de terminación de red. En ella se intercalan los registros de paso (aunque en este caso no han sido necesarios), que son los elementos que facilitan el tendido de los cables entre los registros secundarios y de terminación de red.

Esta canalización puede materializarse mediante tubos o canales. Formada por 3 tubos directamente desde cada RS de planta al RTR de cada vivienda de la planta:

- a) Uno para cables de pares trenzados y el de fibra óptica
- b) Uno para cables coaxiales de servicios de TBA.
- c) Uno para cables coaxiales de servicios de RTV.

El diámetro exterior mínimo será en todos los casos de 25 mm y sus características serán detalladas en el Pliego de Condiciones.

### **Registros de Paso**

Se colocará como mínimo un registro de paso cada 15 m de longitud de las canalizaciones secundarias y de interior de usuario y en los cambios de dirección de radio inferior a 120 mm para viviendas. Por lo tanto, en este caso, dado que desde el RS hasta el RTR la canalización secundaria es rectilínea y menor a 15 m, no son necesarios los registros de paso.

#### **i) Registros de Terminación de Red.**

Tienen como misión la de conectar las canalizaciones secundarias con las canalizaciones interiores de usuario. La ubicación de estos registros será siempre en el interior de la vivienda. En ellos se alojan los PAU de los distintos servicios que separan la red comunitaria de la privada de usuario.

Para una opción empotrable en tabique y disposición del equipamiento principalmente en vertical, las dimensiones mínimas son de 500 x 600 x 80 mm (siendo esta última dimensión la profundidad). Sus características quedarán detalladas en el Pliego de Condiciones.

Dispondrán de tres tomas de corriente o bases de enchufe. Por cada vivienda se necesitará un Registro de Terminación de red por lo tanto en total en todo el edificio habrá 12.

Su distribución interior se indica en el Anexo II: Planos, en la ilustración 15.

#### **j) Canalización Interior de Usuario.**

La canalización interior está configurada por aquellos tubos que componen la red de usuario y tiene como misión conectar los registros de terminación de red y los registros de toma.

Estará realizada con tubos o canales y utilizará configuración en estrella, generalmente con tramos horizontales y verticales. En el caso de que se realice mediante tubos, éstos serán rígidos o curvables, que irán empotrados por el interior de la vivienda, y unirán los registros de terminación de red con los distintos registros de toma, mediante tubos independientes de 20 mm de diámetro exterior mínimo para cables de pares trenzados, cable coaxial TBA y cable coaxial RTV.

Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

### **k) Registros de Toma.**

Son cajas empotradas en la pared donde se alojan las bases de acceso terminal (BAT), o tomas de usuario. Las dimensiones mínimas son 64 x 64 x 42 mm (alto x ancho x fondo).

En las viviendas, se distribuirán las tomas de la siguiente manera:

- Dos registros de toma para cables de pares trenzados en todas las estancias de la casa menos en los baños que habrá una.
- Dos registros para toma de cables coaxiales para servicios de TBA en el salón-comedor, uno en todos los dormitorios.
- Un registro para toma de cables coaxiales para servicios de RTV en todas las estancias excluidos baños.

El total de registros de toma a instalar será de 22 por vivienda, es decir 264 en todo el edificio.

Las características de los Registros de Toma se especifican en el Pliego de Condiciones.

## **i) Cuadro resumen de los materiales necesarios**

### **1) Arquetas**

### **2) Tubos de diverso diámetro y canales**

### **3) Registros de los diversos tipos**

### **4) Material de equipamiento de los Recintos**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Arqueta de entrada</b>	1	400x400x600 mm
<b>Canalización externa</b>	1 metro	Tubo de Ø 63 mm
<b>Canalización de enlace inferior</b>	0.25 metros	Tubo de Ø 40 mm
<b>Registros de enlace inferior</b>	1	450x450x120 mm
<b>Canalización de enlace superior</b>	0.5 metros	Tubo de Ø 40 mm
<b>Registros de enlace superior</b>	1	360x360x120 mm
<b>Registro Principal para cables de Pares Trenzados</b>	1	500x500x300 mm
<b>Registro Principal para cables Coaxiales</b>	1	500x500x300 mm
<b>Registro Principal para cables de Fibra óptica</b>	1	500x1000x300 mm
<b>Canalización principal</b>	29.6 metros	Tubo de Ø 50 mm
<b>Registros secundarios</b>	8	450x450x150 mm
<b>Canalización secundaria</b>	45 metros	Tubo de Ø 25 mm
<b>Registros de terminación de red</b>	12	500x600x80 mm
<b>Canalización interior</b>	Aproximadamente 200 metros	Tubo de Ø 25 mm
<b>Bases de acceso terminal (tomas)</b>	Pares trenzados (RJ45) Coaxial para RTV Coaxial servicios de TBA Configurable	84 60 144 12
<b>Registro de toma para todos los servicios</b>	264	64x64x42 mm
<b>Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Superior (RITS)</b>	1	2000x1000x500 mm
<b>Equipamiento del RITS</b>	Equipos amplificadores monocanales y de grupo para FM, TDT y radio DAB Mezcladores Cuadro de protección equipado Sistema de conexión a tierra 3 bases de enchufe Alumbrado normal y de emergencia Placa de identificación de la instalación	
<b>Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior (RITI)</b>	1	2000x1000x500 mm
<b>Equipamiento del RITI</b>	Registros Principales para REDES DE Pares Trenzados, de Cables Coaxiales y de Fibra Óptica Cuadro de protección equipado	

	<p>Sistema de conexión a tierra 2 bases de enchufe Alumbrado normal y de emergencia Placa de identificación de la instalación</p>
--	---

*Tabla 23: Cuadro resumen de los materiales necesarios*

## ANEXO II: PLANOS

### ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Vista vertical de la vivienda .....	95
Ilustración 2: Visión global de la red de alimentación, dispersión y distribución .....	96
Ilustración 3: Instalaciones y redes interiores planta Baja.....	97
Ilustración 4: Red Interior de Usuario de la 1ª planta.....	98
Ilustración 5: Red Interior de Usuario de la 2ª, 3ª, 4ª, 5ª y 6ª planta .....	99
Ilustración 6: Plano de Instalaciones de la cubierta.....	100
Ilustración 7: Redes de distribución y dispersión de RTV: .....	101
Ilustración 8: Red de dispersión y distribución de Cable de Par Trenzado .....	102
Ilustración 9: Red de dispersión y distribución de Cable Coaxial.....	102
Ilustración 10: Red de dispersión y distribución de F.O. ....	103
Ilustración 11: Dimensiones cableado Red Interior de Usuario en la vivienda izquierda.....	103
Ilustración 12: Dimensiones cableado Red Interior de Usuario en la vivienda derecha.....	104
Ilustración 13: Distribución interior RITI .....	104
Ilustración 14: Distribución interior RITS.....	105
Ilustración 15: Distribución interior RTR .....	105



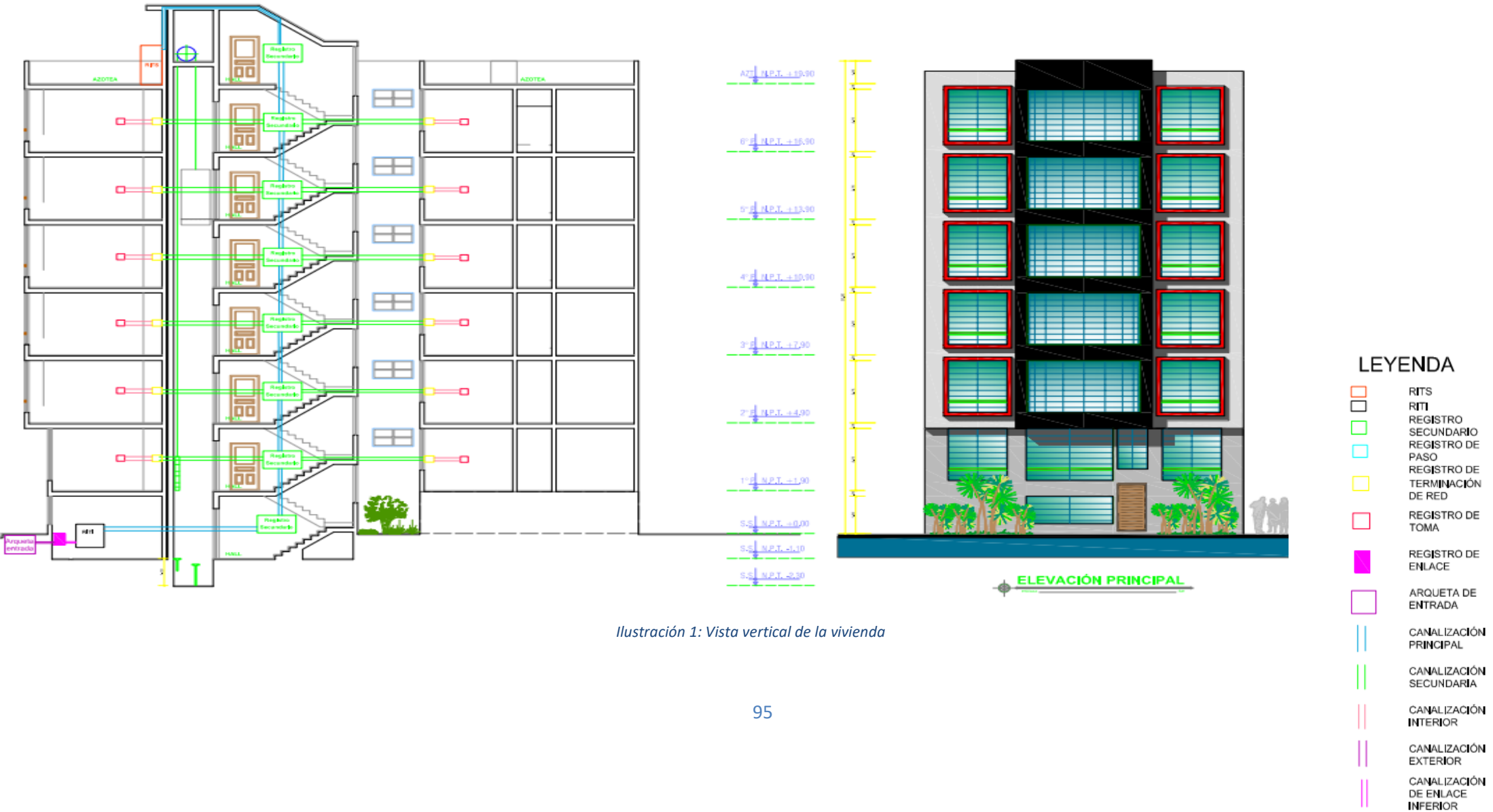


Ilustración 1: Vista vertical de la vivienda

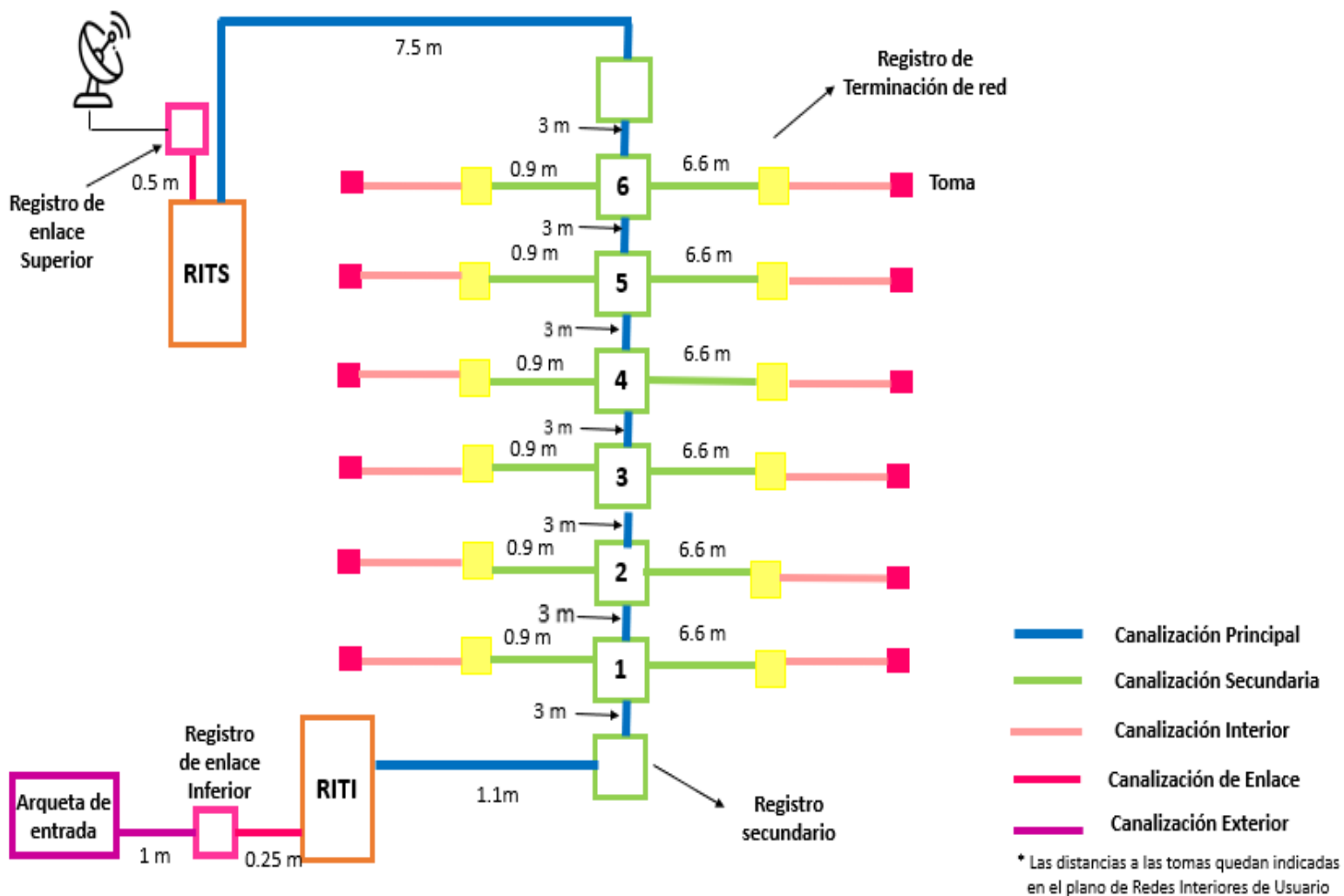


Ilustración 2: Visión global de la red de alimentación, dispersión y distribución

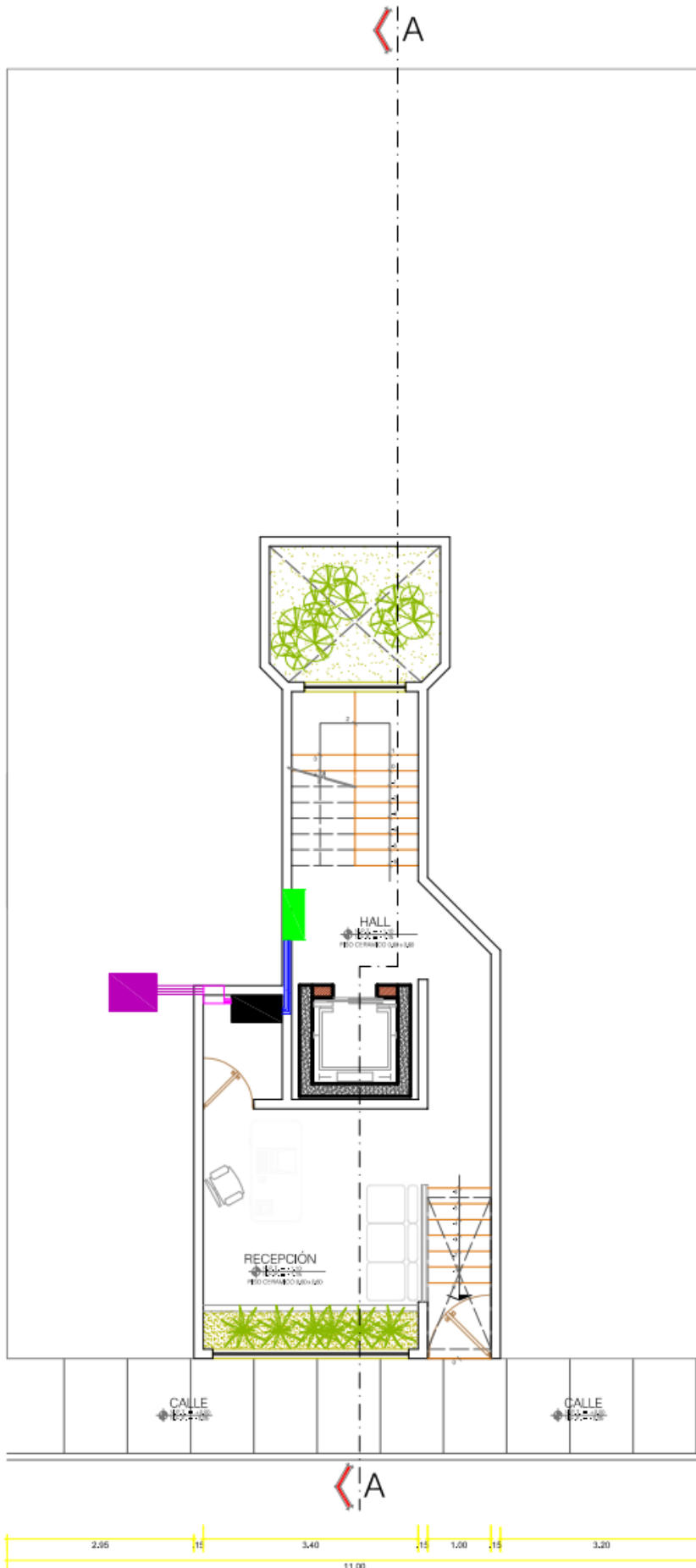
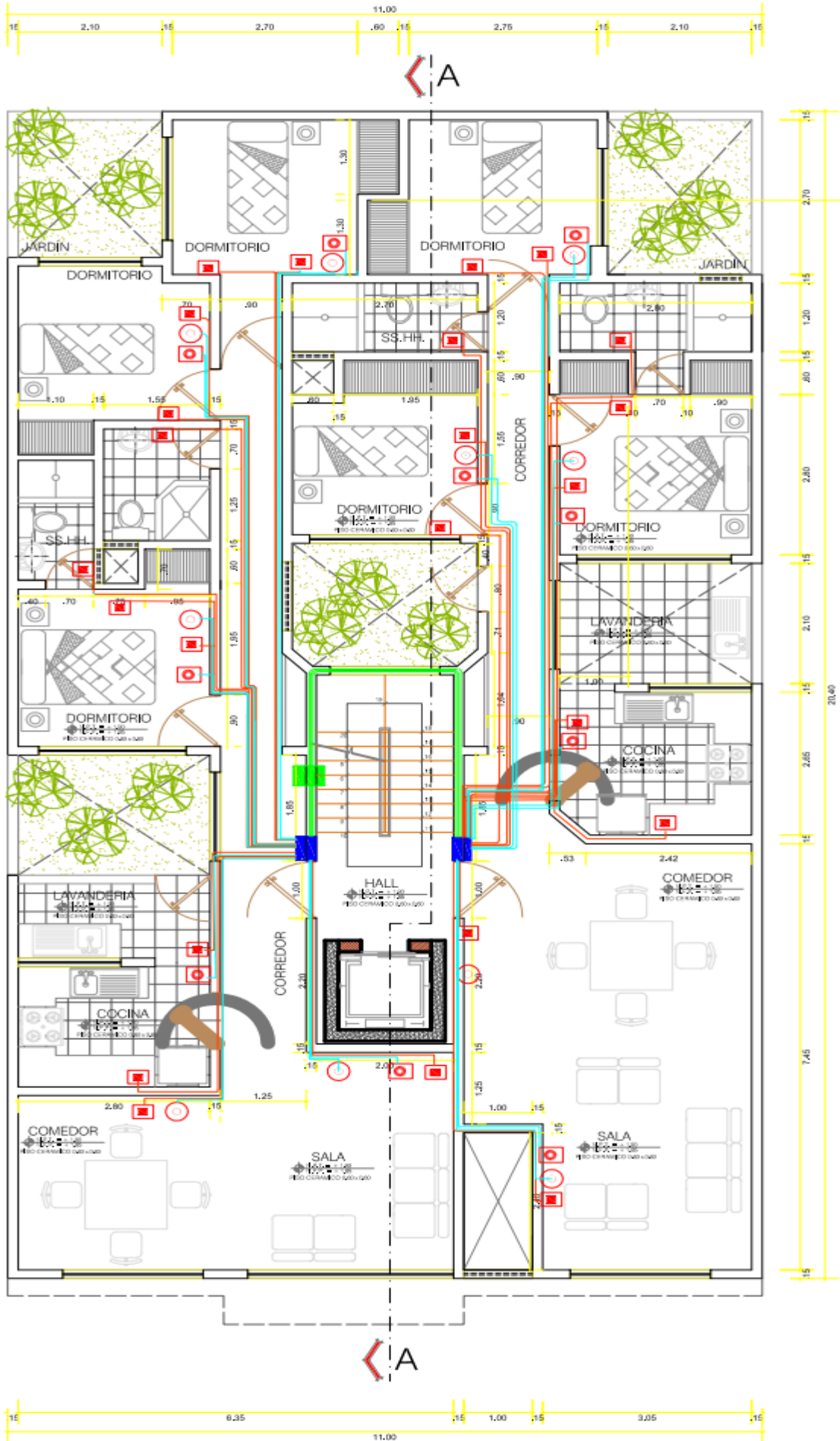


Ilustración 3: Instalaciones y redes interiores planta Baja



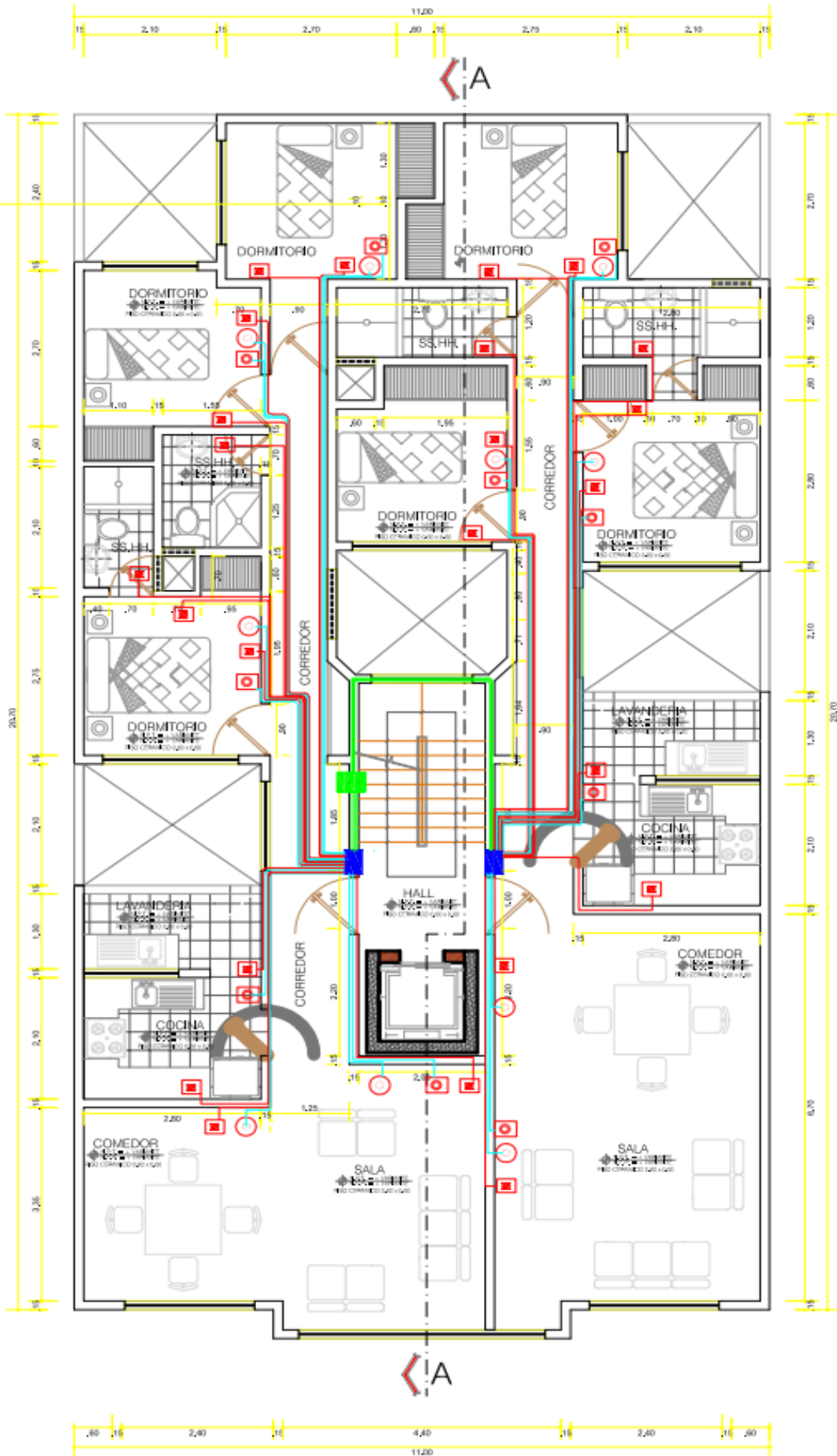
### LEYENDA ELEMENTOS DE CADA VIVENDA

- REGISTRO SECUNDARIO
- REGISTRO DE TERMINACIÓN DE RED
- TOMA CABLE COAXIAL BA
- ◻ TOMA CABLE COAXIAL RTV
- TOMA RJ45
- CANALIZACIÓN SECUNDARIA
- PAR TRENZADO
- CABLE COAXIAL
- CABLE FIBRA

## PLANTA PRIMER NIVEL



Ilustración 4: Red Interior de Usuario de la 1ª planta



## LEYENDA ELEMENTOS DE CADA VIVENDA

- REGISTRO SECUNDARIO
- REGISTRO DE TERMINACIÓN DE RED
- TOMA CABLE COAXIAL BA
- ◻ TOMA CABLE COAXIAL RTV
- TOMA RJ45
- CANALIZACIÓN SECUNDARIA
- PAR TRENZADO
- CABLE COAXIAL
- CABLE FIBRA

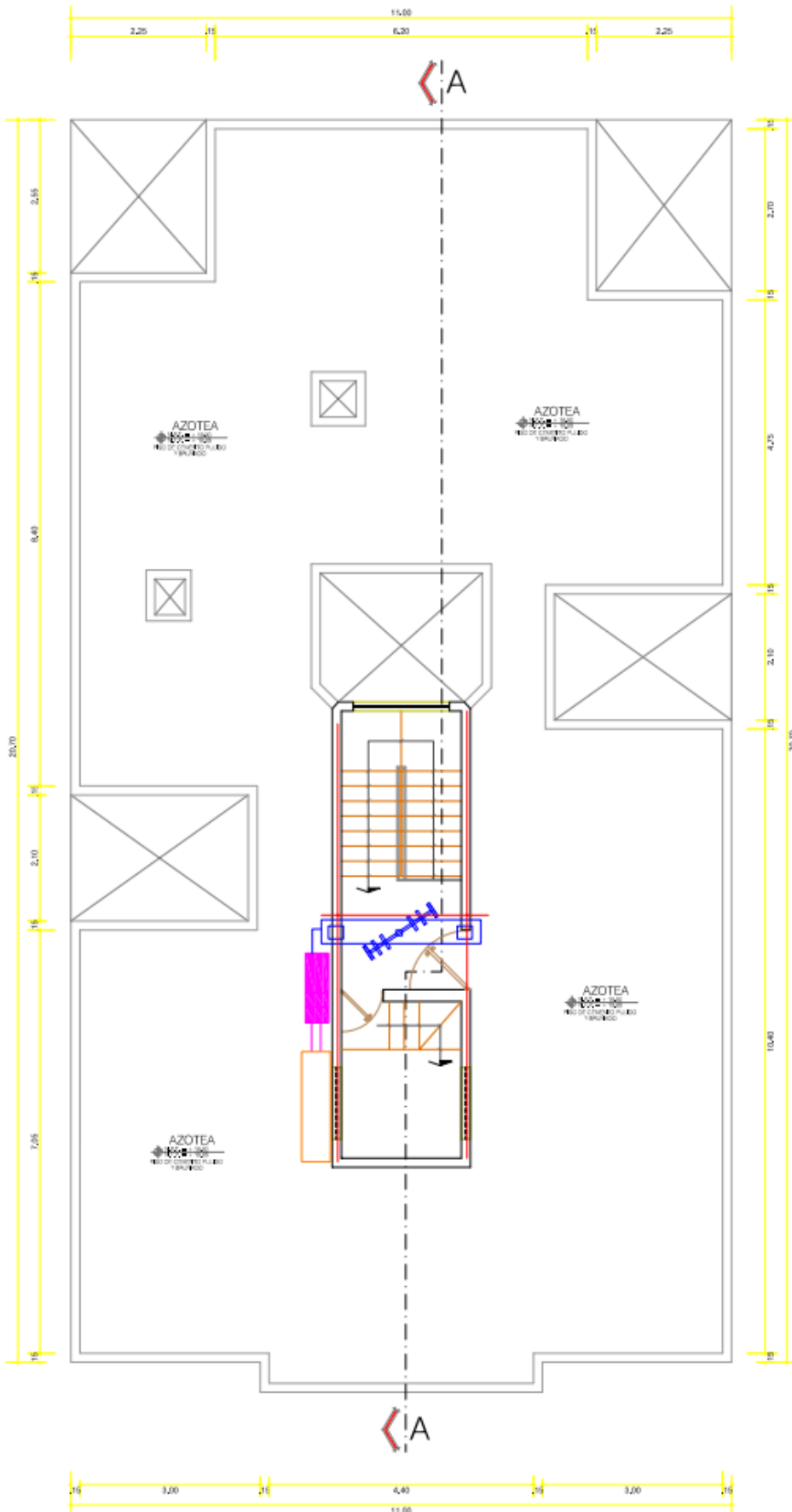
## PLANTA TIPICA 2º, 3º, 4º, 5º Y 6º NIVEL



ESCALA

1:20

Ilustración 5: Red Interior de Usuario de la 2ª, 3ª, 4ª, 5ª y 6ª planta



### LEYENDA AZOTEA

- REGISTRO DE ENLACE SUPERIOR
- RITS
- CANALIZACIÓN ENLACE SUPERIOR
- LÍNEA DE VIDA

*Ilustración 6: Plano de Instalaciones de la cubierta*

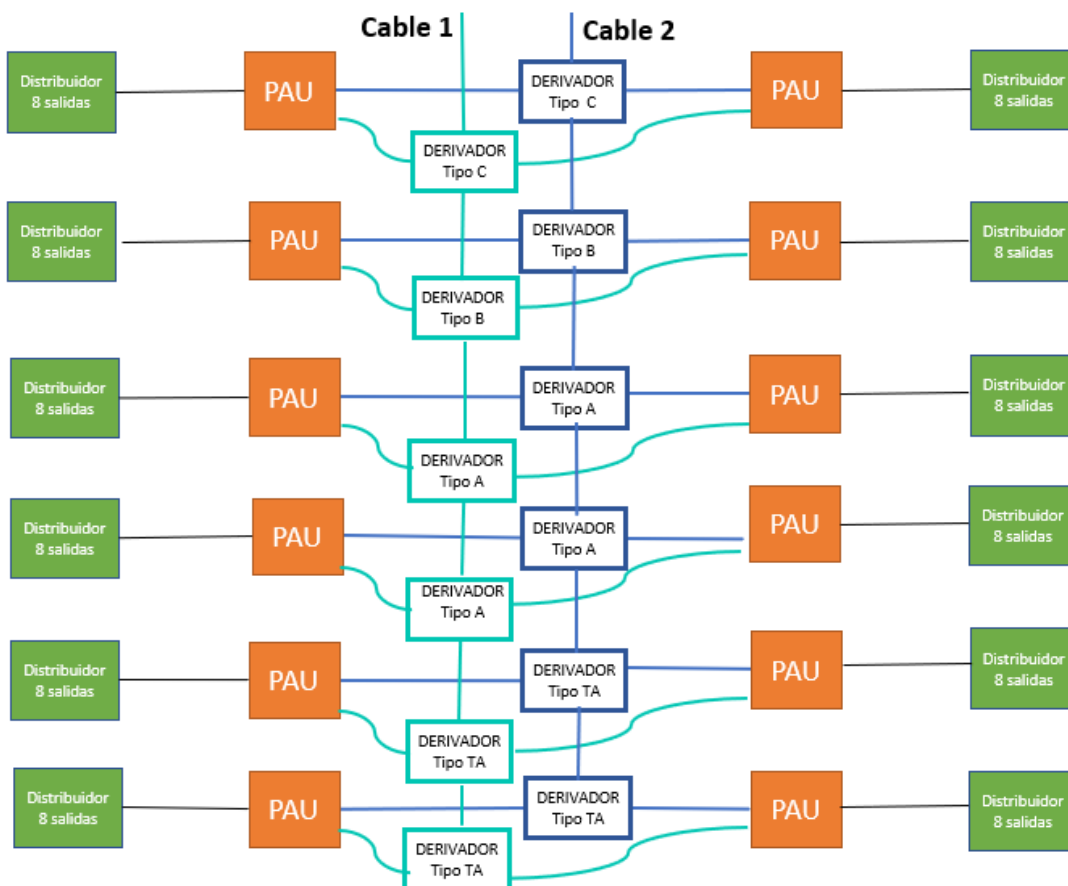
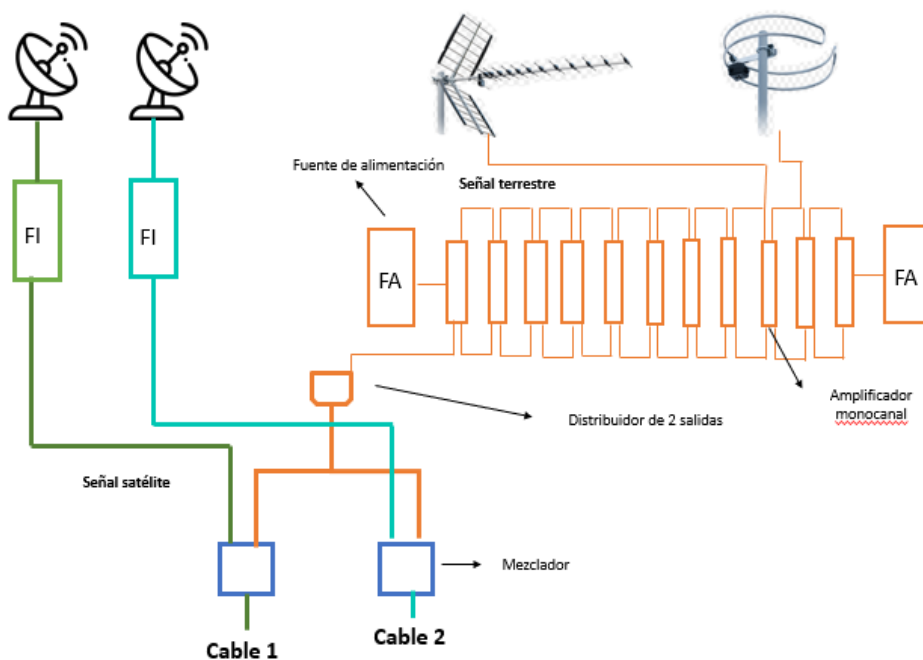


Ilustración 7: Redes de distribución y dispersión de RTV:

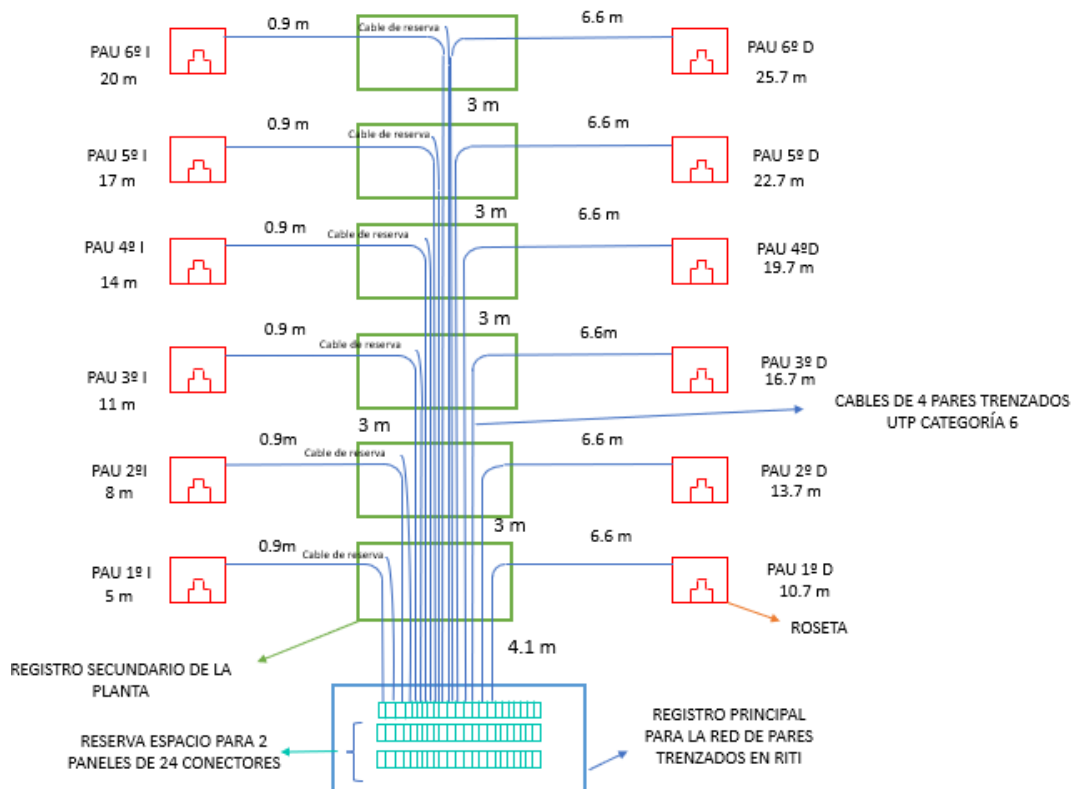


Ilustración 8: Red de dispersión y distribución de Cable de Par Trenzado

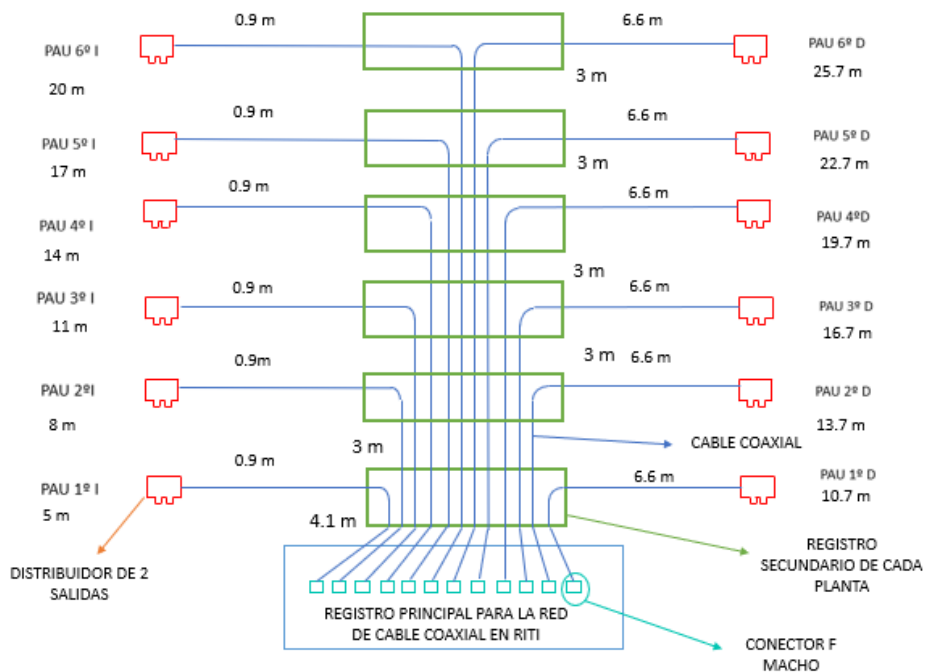


Ilustración 9: Red de dispersión y distribución de Cable Coaxial



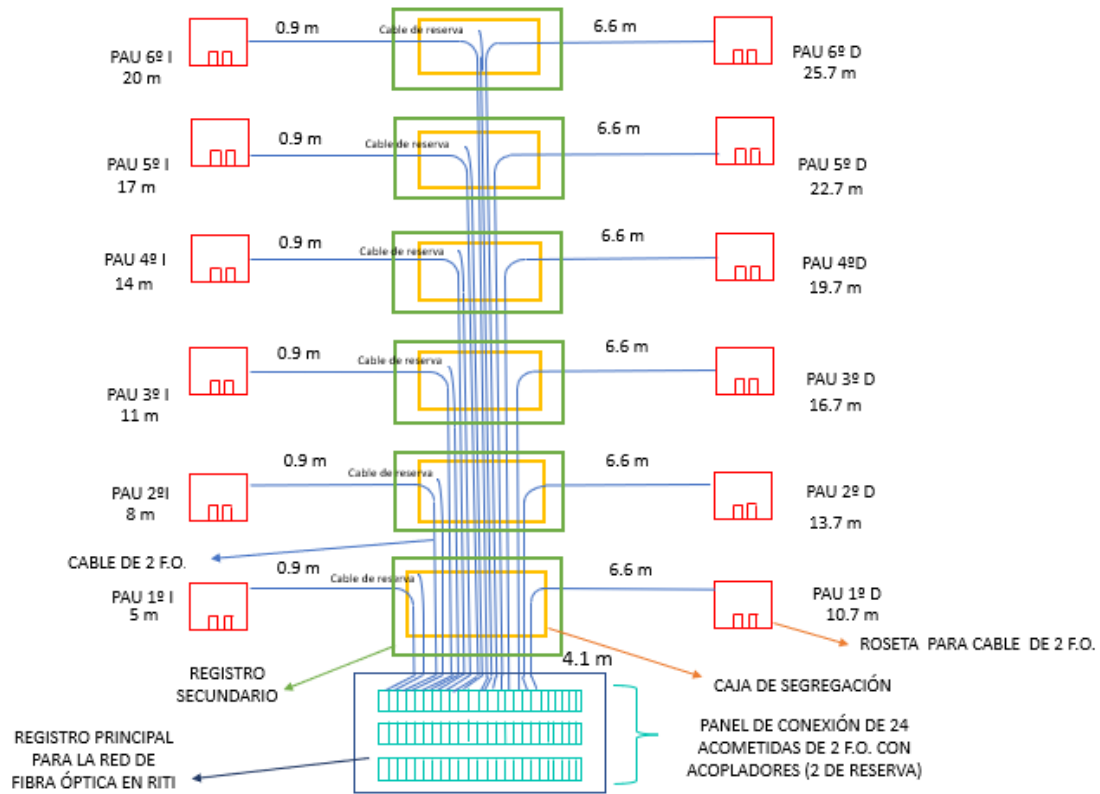


Ilustración 10: Red de dispersión y distribución de F.O.

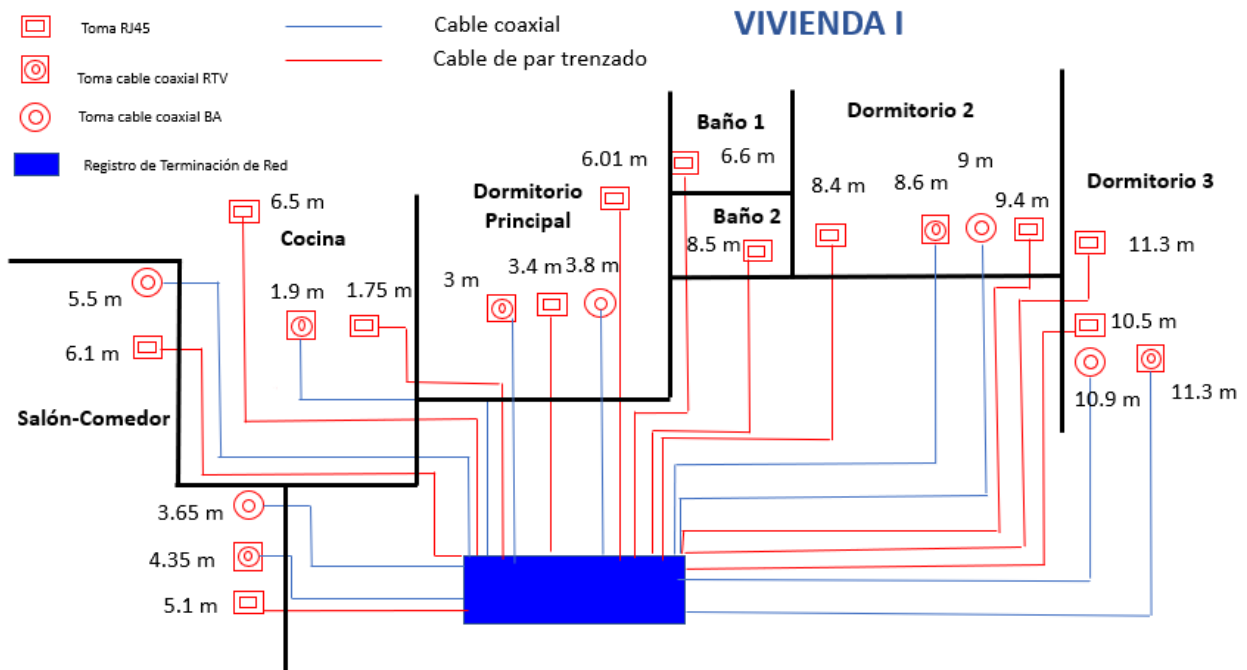


Ilustración 11: Dimensiones cableado Red Interior de Usuario en la vivienda izquierda

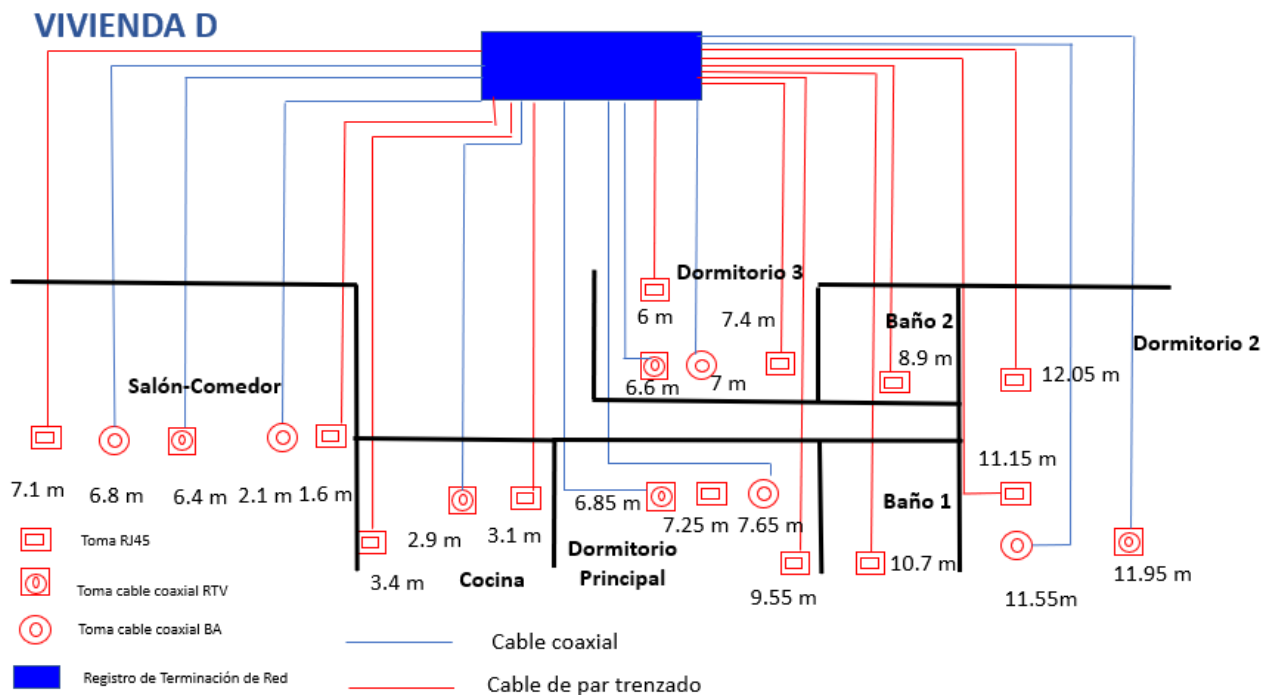


Ilustración 12: Dimensiones cableado Red Interior de Usuario en la vivienda derecha

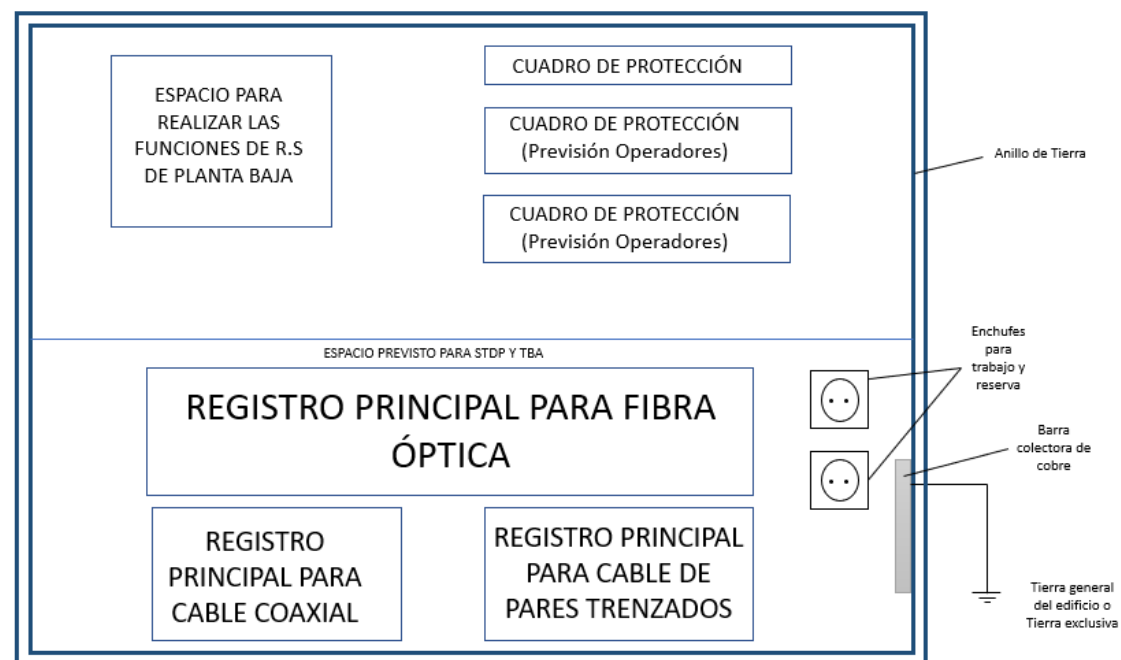


Ilustración 13: Distribución interior RITI

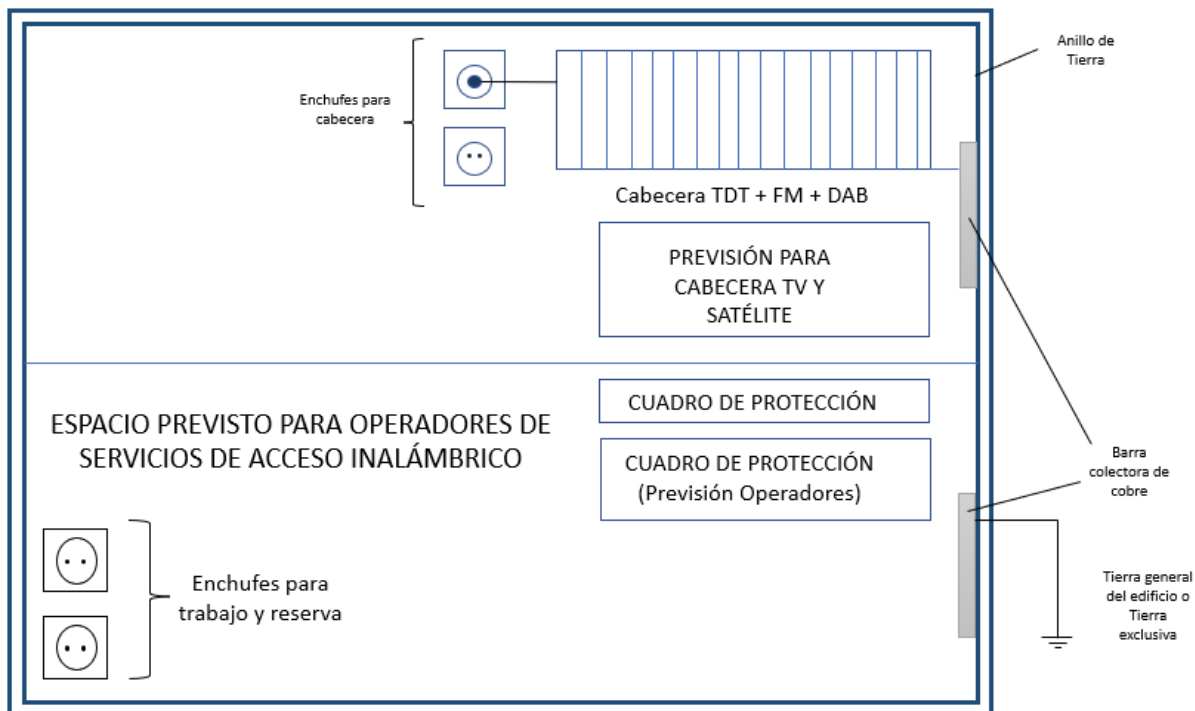


Ilustración 14: Distribución interior RITS

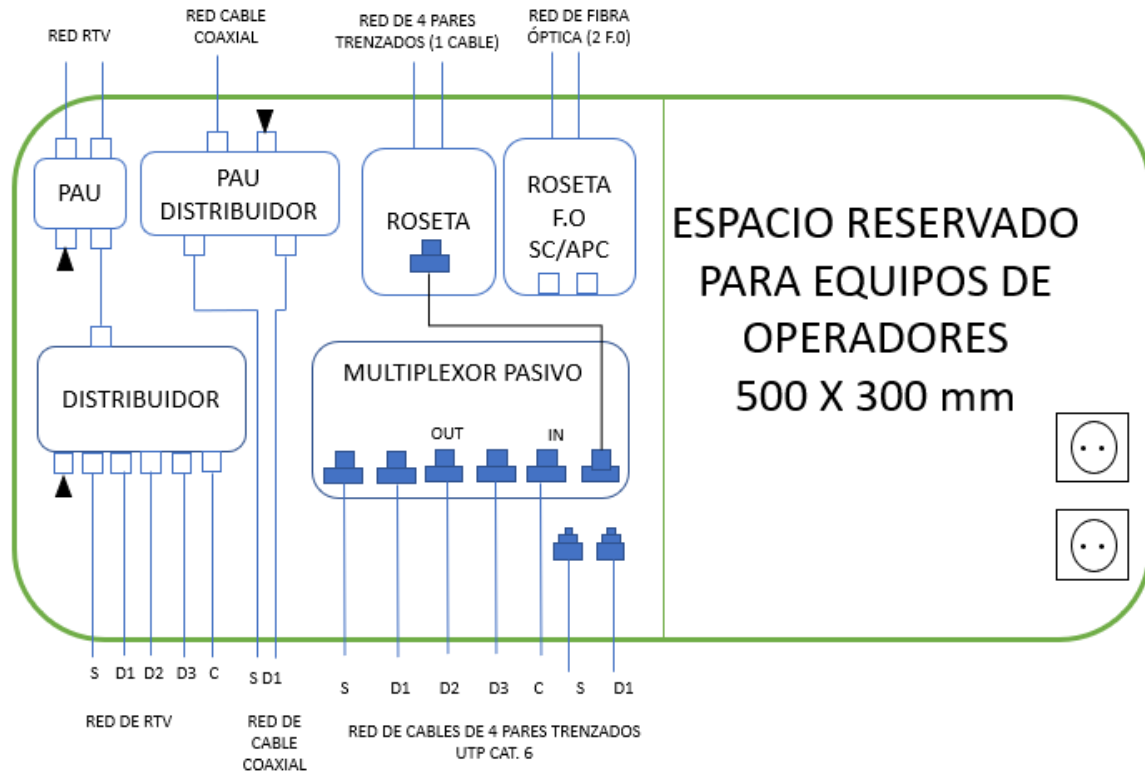


Ilustración 15: Distribución interior RTR

## ANEXO III: PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1.CONDICIONES PARTICULARES.....</b>	<b>109</b>
<b>1.A. Radiodifusión sonora y televisión.....</b>	<b>109</b>
a) <b>Condicionante de acceso a los sistemas de captación.....</b>	<b>109</b>
b) <b>Características de los sistemas de captación.....</b>	<b>109</b>
c) <b>Características de los elementos activos.....</b>	<b>111</b>
d) <b>Características de los elementos pasivos.....</b>	<b>111</b>
<b>1.B. Distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).....</b>	<b>111</b>
a) <b>Redes de Cables de Pares Trenzados.....</b>	<b>111</b>
b) <b>Redes de cables coaxiales.....</b>	<b>114</b>
c) <b>Redes de cables de Fibra Óptica.....</b>	<b>116</b>
<b>1.C. Infraestructuras de Hogar Digital.....</b>	<b>120</b>
<b>1.D. Infraestructuras.....</b>	<b>120</b>
a) <b>Condicionantes a tener en cuenta para su ubicación.....</b>	<b>120</b>
b) <b>Características de las arquetas.....</b>	<b>121</b>
c) <b>Características de la canalización externa, de enlace, principal, secundaria e interior de usuario.....</b>	<b>121</b>
d) <b>Condiciones a tener en cuenta en la distribución interior de los RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos.....</b>	<b>123</b>
e) <b>Características de los registros de enlace, secundarios, de paso, de terminación de red y de toma.....</b>	<b>126</b>
<b>1.E Cuadros de medidas.....</b>	<b>129</b>
a) <b>Cuadro de medidas a satisfacer en las tomas de televisión terrestre incluyendo también el margen del espectro comprendido entre 950 MHz y 2150 MHz.....</b>	<b>129</b>
b) <b>Cuadro de medidas de las redes de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha.....</b>	<b>129</b>
<b>1.F. Utilización de elementos no comunes del edificio o conjunto de edificaciones (si existe).....</b>	<b>130</b>
<b>1.G. Estimación de los residuos generados por la instalación de la ICT.....</b>	<b>130</b>
<b>1.H. Pliego de Condiciones Complementarias de la Instalación.....</b>	<b>130</b>
a) <b>Carácter mecánico.....</b>	<b>130</b>

<b>b) De carácter constructivo .....</b>	<b>131</b>
<b>d) De montaje eléctrico, protección, seguridad y conexionado. ....</b>	<b>136</b>
<b>e) Instalación de equipos y precauciones a tomar.....</b>	<b>137</b>
<b>2. CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>140</b>
<b>2.B. Normativa vigente sobre Prevención de riesgos laborales.....</b>	<b>141</b>
<b>2.C. Normativa sobre protección contra campos electromagnéticos.....</b>	<b>141</b>
<b>a) Tierra local.....</b>	<b>141</b>
<b>b) Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.....</b>	<b>142</b>
<b>c) Accesos y cableados.....</b>	<b>142</b>
<b>2 D. Secreto de las comunicaciones.....</b>	<b>142</b>
<b>2.E. Normativa en materia de protección contra Incendios.....</b>	<b>143</b>
<b>2.F. Cumplimiento de normas de la Comunidad Autónoma.....</b>	<b>144</b>
<b>2.G. Pliego de condiciones de cumplimiento de normas de las Ordenanzas Municipales.....</b>	<b>144</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros sistemas de captación RTV.....	110
Tabla 2: Características cables coaxiales.....	115
Tabla 3: Características conectores para cables de fibra óptica .....	120
Tabla 4: Características de la canalización externa, de enlace, principal, secundaria e interior de usuario.....	122

## 1.CONDICIONES PARTICULARES.

### 1.A. Radiodifusión sonora y televisión.

Este proyecto tiene como objeto la distribución de Radiodifusión sonora y TV por satélite. Por lo tanto, en este apartado se procede a calcular el tamaño de las parábolas a instalar para poder instalar la estructura que las sostiene.

Se ha diseñado la Red de Distribución teniendo en cuenta los requisitos técnicos establecidos en el Reglamento de ICT para que estas señales puedan ser recibidas cuando la propiedad del inmueble lo decida.

#### a) Condicionante de acceso a los sistemas de captación.

En la azotea del edificio objeto se instalarán los sistemas de captación de RTV terrestre y de satélite. A través de la salida a la azotea del edificio será posible la instalación y el posterior mantenimiento de los elementos de captación.

En la ilustración 15, se muestra la ubicación de dichos sistemas de captación de RTV terrestre y de satélite.

#### b) Características de los sistemas de captación.

Estará compuesto por antenas, torretas, mástil y otros elementos de sujeción de antena necesarios para la recepción de señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestres difundidas por entidades con título habilitante, indicadas en el apartado 1.2.A.b. de la memoria.

#### 1) Antenas.

A continuación, se especifican las características de las antenas:

- **FM:**
  - Tipo direccional
  - ROE < 2
  - Carga al viento (150 km/h): < 40 Newtons
  
- **UHF:** antena para los canales 21 al 48 (UHF) cumplirá con las siguientes características:

<b>Tipo</b>	Directiva
<b>Ganancia</b>	>12 dB (UHF)
<b>Ángulo de apertura horizontal</b>	< 40°
<b>Ángulo de apertura vertical</b>	< 50°
<b>ROE</b>	< 2
<b>Relación D/A</b>	> 25 dB
<b>Carga al viento (150 Km/h)</b>	< 100 Newtons

*Tabla 1: Parámetros sistemas de captación RTV*

Las antenas deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente

## 2) Elementos de sujeción de las antenas para televisión terrestre.

En este caso para la sujeción y elevación necesaria para las antenas receptoras se utilizará un conjunto formado por torreta-mástil como soporte. Este conjunto está formado por los siguientes elementos:

- **Torreta**

Su geometría será triangular equilátera, con 18 cm de lado. Se compondrá de 3 tubos de acero de  $\varnothing$  20 mm y con 2 mm de espesor. Para su unión, se hará uso de varillas de acero de  $\varnothing$  6 mm. Su base, con tres pernos de sujeción, se anclará en una zapata de hormigón formando así un único cuerpo con la cubierta del edificio como se indica en los planos.

- **Mástil**

Será un tubo de hierro galvanizado de perfil redondo de 40 mm de diámetro y 2 mm de espesor. Sobre el mástil se podrán colocar únicamente las antenas anteriormente especificadas y no ningún otro elemento mecánico sin la autorización previa de un proyectista o del director de Obra de ICT.

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.

## 3) Elementos de sujeción de las antenas para televisión satélite.

En este apartado, se procede a describir las previsiones del servicio de televisión por satélite, en caso de necesitar la instalación de las parábolas.

Para la sujeción de las antenas, se construirá una zapata de hormigón, que formará un cuerpo único con el forjado de la cubierta. En él, se instalarán dos placas base de anclaje de forma cuadrada de 25 cm de lado, cada una mediante 4 pernos de sujeción a la zapata, de 16 mm de diámetro.



La distancia entre la ubicación de ambas placas base será de 1.5 m como mínimo para permitir la orientación de las antenas. El punto exacto de su ubicación será objeto de la dirección de obra para evitar que se puedan producir sombras electromagnéticas entre los distintos sistemas de captación.

La zapata de hormigón sobresaldrá 7 cm del tejado. Sus dimensiones y composición serán definidas por el arquitecto, teniendo en cuenta los siguientes parámetros calculados según el Documento Básico SE-AE del Código Técnico de la Edificación:

- Esfuerzo horizontal: 2328 N
- Esfuerzo vertical: 1549 N
- Momento: 3399 N. x m

### **c) Características de los elementos activos**

El equipamiento de cabecera estará compuesto por todos los elementos activos y pasivos encargados de procesar las señales de radiodifusión sonora y televisión. Las características de dichos elementos activos han de cumplir con las restricciones del apartado 4.3 del Anexo I del R.D. 346/2011 [2].

### **d) Características de los elementos pasivos**

En cuanto a las características de los elementos pasivos, han de seguir la normativa aplicada en los siguientes apartados del Anexo I del R.D 346/2011 [2]:

- Apartado 4.4
- Mezclador: apartado 3.2
- Cables: apartado 5
- Puntos de Acceso al Usuario: apartados 2.3.4, 3.3 y 3.4
- Bases de acceso de terminal: 2.3.5
- Distribución de señales de televisión y radiodifusión sonora por satélite: apartado 4.2.2.

## **1.B. Distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).**

Será responsabilidad de la propiedad de la edificación, el diseño e instalación de las redes de distribución, dispersión e interior de usuario de estos servicios.

### **a) Redes de Cables de Pares Trenzados**

#### **1) Características de los cables**

Los cables de pares trenzados serán utilizados tanto en la red de distribución, como en la red de dispersión, y en la red de interior de usuario.

- **Red de distribución y dispersión**

Los cables utilizados serán como mínimo de cuatro pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual sin apantallar clase E (categoría 6), deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 50288-6-1 (Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 6-1: Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 250 MHz. Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios).

Ambas redes, deberán cumplir los requisitos que se especifican en las normas UNE-EN 50174-1:2001 (Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 1: Especificación y aseguramiento de la calidad), UNE-EN 50174-2 (Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y planificación de la instalación en el interior de los edificios) y UNE-EN 50174-3 (Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 3: (Métodos y planificación de la instalación en el exterior de los edificios) y serán certificadas con arreglo de la norma UNE-EN 50346 (Tecnología de la información. Instalación del cableado. Ensayo de cableados instalados)

La atenuación máxima de los cables de pares trenzados será de 34 dB/100 m a una frecuencia de 300 MHz.

- **Red interior de usuario**

Los cables utilizados serán como mínimo de cuatro pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual sin clase E (categoría 6) cubierta de material no propagador de la llama, libre de halógenos y baja emisión de humos. Deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 50288-6-1 (Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 6-1: Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 250 MHz. Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios) y UNE-EN 50288-6-2 (Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 6-2: Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 250 MHz. Cables para instalaciones en el área de trabajo y cables para conexionado).

## **2) Características de los elementos activos (si existen).**

No se instalarán elementos activos en la red de pares trenzados

### 3) Características de los elementos pasivos.

Los elementos de conexión (regletas y conectores) de pares metálicos cumplirán los siguientes requisitos eléctricos:

- La resistencia de aislamiento entre contactos, en condiciones normales (23 °C, 50% H.R.), deberá ser superior a 106 MΩ.
- La resistencia de contacto con el punto de conexión de los cables/hilos deberá ser inferior a 10 mΩ.
- La rigidez dieléctrica deberá ser tal que soporte una tensión, entre contactos, de 1.000 Vefca ±10% y 1.500 Vcc ±10%

#### Panel de conexión

El panel de conexión para cables de pares trenzados, en el punto de interconexión, alojará tantos puertos como cables que constituyen la red de distribución. Cada uno de estos puertos, tendrá un lado preparado para conectar los conductores de cable de la red de distribución, y el otro lado estará formado por un conector hembra miniatura de 8 vías (RJ45) de tal forma que en el mismo se permita el conexionado de los cables de acometida de la red de alimentación o de los latiguillos de interconexión. Los conectores cumplirán la norma UNE-EN 50173-1 (Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales y áreas de oficina).

El panel que aloja los puertos indicados será de material plástico o metálico, permitiendo la fácil inserción-extracción en los conectores y la salida de los cables de la red distribución.

#### Punto de Acceso al Usuario (PAU)

El conector de la roseta de terminación de los cables de pares trenzados será un conector hembra miniatura de 8 vías (RJ45) con todos los contactos conexionados. Este conector cumplirá las normas UNE-EN 50173-1 (Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales y áreas de oficina)

#### Conectores

Las ramas de la red interior de usuario partirán del interior del PAU equipados con conectores macho miniatura de ocho vías (RJ45) dispuestas para cumplir la norma UNE-EN 50173-1 (Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales y áreas de oficina).

Las bases de acceso de los terminales estarán dotadas de uno o varios conectores hembra miniatura de ocho vías (RJ45) dispuestas para cumplir la citada norma.

## **b) Redes de cables coaxiales.**

### **1) Características de los cables.**

Con carácter general, los cables coaxiales a utilizar en las redes de distribución y dispersión serán de los tipos RG-6, RG-11 y RG-59.

Los cables coaxiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE-EN 50117-2-1 (Cables coaxiales. Parte 2-1: Especificación intermedia para cables utilizados en redes de distribución por cable. Cables de interior para la conexión de sistemas funcionando entre 5 MHz y 1.000 MHz) y de la Norma UNE-EN 50117-2-2 (Cables coaxiales. Parte 2-2: Especificación intermedia para cables utilizados en redes de distribución cableadas. Cables de acometida exterior para sistemas operando entre 5 MHz – 1.000 MHz) y cumpliendo:

- Impedancia característica media 75 Ohmios
- Conductor central de acero recubierto de cobre de acuerdo con la Norma UNE-EN-50117-1
- Dieléctrico de polietileno celular físico, expandido mediante inyección de gas de acuerdo con la norma UNE-EN 50290-2-23, estando adherido al conductor central.
- Pantalla formada por una cinta laminada de aluminio-poliéster-aluminio solapada y pegada sobre el dieléctrico.
- Malla formada por una trenza de alambres de aluminio, cuyo porcentaje de recubrimiento será superior al 75%.
- Cubierta externa de PVC, resistente a rayos ultravioleta para el exterior, y no propagador de la llama debiendo cumplir la normativa UNE-EN 50265-2 de resistencia de propagación de la llama.
- Cuando sea necesario, el cable deberá estar dotado con un compuesto antihumedad contra la corrosión, asegurando su estanqueidad longitudinal.

Los diámetros exteriores y atenuación máxima de los cables cumplirán:

	<b>RG-11</b>	<b>RG-6</b>	<b>RG-59</b>
<b>Diámetro exterior (mm)</b>	10.3 ± 0.2	7.1 ± 0.2	6.2 ± 0.2
<b>Atenuaciones</b>	dB/100 m	dB/100 m	dB/100 m
<b>5 MHz</b>	1.3	1.9	2.8
<b>862 MHz</b>	13.5	20	24.5
<b>Atenuación de apantallamiento</b>	Clase A según Apartado 5.1.2.7 de las Normas UNE-EN 50117-2-1 y UNE-EN 50117-2-2		

*Tabla 2: Características cables coaxiales*

## 2) Características de los elementos pasivos

Todos los elementos pasivos utilizados en la red de cables coaxiales tendrán una impedancia nominal de 75  $\Omega$ , con unas pérdidas de retorno superiores a 15 dB en el margen de frecuencias de funcionamiento de los mismos que, al menos, estará comprendido entre 5 MHz y 1.000 MHz, y estarán diseñados de forma que permitan la transmisión de señales en ambos sentidos simultáneamente.

La respuesta amplitud-frecuencia de los derivadores cumplirá lo dispuesto en la norma UNE EN-50083-4 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, sonido y servicios interactivos. Parte 4: Equipos pasivos de banda ancha utilizados en las redes de distribución coaxial), tendrán una directividad superior a 10 dB, un aislamiento derivación-salida superior a 20 dB y su aislamiento electromagnético cumplirá lo dispuesto en la norma UNE EN 50083-2 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 2: Compatibilidad electromagnética de los equipos).

Todos los puertos de los elementos pasivos estarán dotados con conectores tipo F y la base de los mismos, dispondrá de un herraje para la fijación del dispositivo en pared. Su diseño será tal que asegure el apantallamiento electromagnético y, en el caso de los elementos pasivos de exterior, la estanqueidad del dispositivo.

### **Cargas tipo F inviolables**

Cilindro formado por una pieza única de material de alta resistencia a la corrosión. El puerto de entrada F tendrá una espiga para la instalación en el puerto F hembra del derivador. La rosca de conexión será de 3/8-32.

## **Cargas de terminación**

La carga de terminación coaxial a instalar en todos los puertos de los derivadores o distribuidores (incluidos los de terminación de línea) que no lleven conectado un cable de acometida será una carga de 75 ohmios de tipo F.

## **Conectores**

Con carácter general en la red de cables coaxiales se utilizarán conectores de tipo F universal de compresión.

## **Distribuidor**

Estará constituido por un distribuidor simétrico de dos salidas equipadas con conectores del tipo F hembra.

## **Bases de acceso de Terminal**

Cumplirá las siguientes características:

- i) Características físicas: Según normas UNE 20523-7 (Instalaciones de antenas colectivas. Caja de toma), UNE 20523-9 (Instalaciones de antenas colectivas. Prolongador) y UNE-EN 50083-2 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 2: Compatibilidad electromagnética de los equipos).
- ii) Impedancia: 75  $\Omega$ .
- iii) Banda de frecuencia: 86-862 MHz.
- iv) Banda de retorno 5-65 MHz.
- v) Pérdidas de retorno TV (40-862 MHz):  $\geq 14$  dB-1'5 dB/Octava y en todo caso  $\geq 10$  dB.
- vi) Pérdidas de retorno radiodifusión sonora FM:  $\geq 10$  dB

## **c) Redes de cables de Fibra Óptica.**

### **1) Características de los cables.**

Las fibras ópticas que se utilizarán en este tipo de cables serán monomodo del tipo G.657, categoría A2 o B3, con baja sensibilidad a curvaturas y están definidas en la Recomendación UIT-T G.657 «Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso». Las fibras ópticas deberán ser compatibles con las del tipo G.652.D, definidas en la Recomendación UIT-T G.652 «Características de las fibras ópticas y los cables monomodo».

La primera protección de las fibras ópticas deberá estar coloreada de forma intensa, opaca y fácilmente distinguible e identificable a lo largo de la vida útil del cable, de acuerdo con el siguiente código de colores:

- Fibra 1: verde
- Fibra 2: rojo

El cable deberá ser completamente dieléctrico, no poseerá ningún elemento metálico y el material de la cubierta de los cables debe ser termoplástico, libre de halógenos, retardante a la llama y de baja emisión de humos.

En lo relativo a los elementos de refuerzo, deberán ser suficientes para garantizar que para una tracción de 450 N, no se producen alargamientos permanentes de las fibras ópticas ni aumentos de la atenuación. Su diámetro estará en torno a 4 milímetros y su radio de curvatura mínimo deberá ser 5 veces el diámetro (2 cm). Se comprobará la continuidad de las fibras ópticas de las redes de distribución y dispersión y su correspondencia con las etiquetas de las regletas o las ramas, mediante un generador de señales ópticas en las longitudes de onda (1310 nm, 1490 nm y 1550 nm) en un extremo y un detector o medidor adecuado en el otro extremo.

Se utilizará cable de dos fibras ópticas con una atenuación de 0.4 dB/Km a 1310 nm, 0.35 dB/Km a 1490 nm y 0.3 dB/Km a 1550 nm.

Las medidas se realizarán desde las regletas de salida de fibra óptica, situadas en el registro principal óptico del RITU, hasta los conectores ópticos de la roseta de los PAU situada en el registro de terminación de red de cada vivienda.

La atenuación óptica de la red de distribución y dispersión de fibra óptica no deberá ser superior a 2 dB en ningún caso, recomendándose que no supere 1.55 dB.

## **2) Características de los elementos pasivos.**

### **Caja de interconexión de cables de fibra óptica**

La caja de interconexión de cables de fibra óptica estará situada en el RITI, y constituirá la realización física del punto de interconexión y desarrollará las funciones de registro principal óptico. La caja se realizará en dos tipos de módulos:

- i) Módulo de salida para terminar la red de fibra óptica del edificio (uno o varios).
- ii) Módulo de entrada para terminar las redes de alimentación de los operadores (uno o varios).

El módulo básico para terminar la red de fibra óptica del edificio permitirá la terminación de hasta 8, 16, 32 ó 48 conectores en regletas donde se instalarán las fibras de la red de distribución terminadas en el correspondiente conector SC/APC.

Se instalarán tantos módulos como sean necesarios para atender la totalidad de la red de distribución de la edificación.

Los módulos de la red de distribución de fibra óptica de la edificación dispondrán de los medios necesarios para su instalación en pared y para el acoplamiento o sujeción mecánica de los diferentes módulos entre sí. Las cajas que los alojan estarán dotadas con los elementos pasacables necesarios para la introducción de los cables en las mismas.

Los módulos de terminación de red óptica deberán haber superado las pruebas de frío, calor seco, ciclos de temperatura, humedad y niebla salina, de acuerdo a la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 60068-2 (Ensayos ambientales. Parte 2: ensayos).

Si las cajas son de material plástico, deberán cumplir la prueba de autoextinguibilidad y haber superado las pruebas de resistencia frente a líquidos y polvo de acuerdo con las normas UNE 20324 (Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)), donde el grado de protección exigido será IP 55. También, deberán haber superado la prueba de impacto de acuerdo a la norma UNE-EN 50102 (Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)), donde el grado de protección exigido será IK 08.

Finalmente, las cajas deberán haber superado las pruebas de carga estática, flexión, carga axial en cables, vibración, torsión y durabilidad, de acuerdo con la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 61300-2 (Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos - Ensayos básicos y procedimientos de medida. Parte 2: ensayos).

### **Caja de segregación de cables de fibra óptica**

Las fibras de la red de distribución/dispersión estarán en paso en el punto de distribución. El punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación en las que se dejarán almacenados, únicamente, los bucles de las fibras ópticas de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado al que da servicio el registro secundario en cuestión. Los extremos de las fibras ópticas de la red de dispersión se identificarán mediante etiquetas que indicarán los puntos de acceso al usuario a los que dan servicio.

La caja de segregación de fibras ópticas estará situada en los registros secundarios, y constituirá la realización física del punto de distribución óptico. Las cajas de segregación serán de interior, para 8 fibras ópticas.

Las cajas deberán haber superado las mismas pruebas de frío, calor seco, ciclos de temperatura, humedad y niebla salina, de autoextinguibilidad, de resistencia frente a líquidos y polvo (grado de protección exigido será IP 52), grado de protección IK 08, y de pruebas de carga estática, impacto, flexión, carga axial en cables, vibración, torsión y durabilidad, de acuerdo con la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 61300-2 (Dispositivos de interconexión de fibra óptica y



componentes pasivos - Ensayos básicos y procedimientos de medida. Parte 2: ensayos).

Todos los elementos de la caja de segregación estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 15 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

### **Roseta de fibra óptica**

La roseta para cables de fibra óptica estará situada en el registro de terminación de red y estará formada por una caja que, a su vez, contendrá o albergará los conectores ópticos SC/APC de terminación de la red de dispersión de fibra óptica.

Las rosetas deberán haber superado las mismas pruebas: de frío, calor seco, ciclos de temperatura, humedad y niebla salina, de autoextinguibilidad, de resistencia frente a líquidos y polvo (grado de protección exigido será IP 52), y de pruebas de carga estática, impacto, flexión, carga axial en cables, vibración, torsión y durabilidad, de acuerdo con la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 61300-2 (Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos - Ensayos básicos y procedimientos de medida. Parte 2: ensayos).

Cuando la roseta óptica esté equipada con un rabillo para ser empalmado a las acometidas de fibra óptica de la red de distribución, el rabillo con conector que se vaya a posicionar en el PAU será de fibra óptica optimizada frente a curvaturas, del tipo G.657, categoría A2 o B3, y el empalme y los bucles de las fibras ópticas irán alojados en una caja. Todos los elementos de la caja estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 20 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

La caja de la roseta óptica estará diseñada para alojar dos conectores ópticos, como mínimo, con sus correspondientes adaptadores.

### **Conectores para cables de fibra óptica.**

Los conectores para cables de fibra óptica serán de tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, para ser instalados en los paneles de conexión preinstalados en el punto de interconexión del registro principal óptico y en la roseta óptica del PAU, donde irán equipados con los correspondientes adaptadores. Las características de los conectores ópticos responderán al proyecto de norma PNE-prEN 50377-4-2.

Las características ópticas de los conectores ópticos, en relación con la familia de normas UNE-EN 61300-2 (Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos - Ensayos básicos y procedimientos de medida. Parte 2: ensayos), serán las siguientes:

Ensayo	Método de ensayo	Requisitos
<b>Atenuación (At) frente a conector de referencia</b>	UNE-EN 61300-3-4 método B	media $\leq 0,30$ dB máxima $\leq 0,50$ dB
<b>Atenuación (At) de una conexión aleatoria</b>	UNE-EN 61300-3-34	media $\leq 0,30$ dB máxima $\leq 0,60$ dB
<b>Pérdida de Retorno (PR)</b>	UNE-EN 61300-3-6 método 1	APC $\leq 60$ dB

Tabla 3: Características conectores para cables de fibra óptica

### 3) Características de los empalmes de fibra en la instalación (si procede).

En esta instalación no se realizarán empalmes en las redes de fibra óptica ya que se utilizan cables de dos fibras en las redes de distribución y dispersión, es decir desde el RITI hasta cada RTR.

#### 1.C. Infraestructuras de Hogar Digital.

No se instalan en este Proyecto

#### 1.D. Infraestructuras

##### a) Condicionantes a tener en cuenta para su ubicación.

La ubicación de la arqueta de entrada se encuentra lo más cerca del punto de entrada al edificio para que así la canalización externa sea lo más corta posible. En la ilustración 12 se muestra más detalladamente.

Posteriormente y antes de la realización del Acta de Replanteo se deberá cursar la consulta a los operadores en la que se les informará por parte del director de obra de esta ubicación. En caso de que los operadores propongan justificadamente otra ubicación, el director de obra realizará el Anexo correspondiente para reflejar la ubicación definitiva y la modificación en la canalización externa.

### b) Características de las arquetas.

Deberán soportar las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. Su ubicación final, será objeto de la consulta de operadores prevista en la normativa, la cual se encuentra indicada en la ilustración 12.

Se presumirán conformes las tapas que cumplan lo especificado en la Norma UNE-EN 124 (Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Principios de construcción, ensayos de tipo, marcado, control de calidad) para la Clase B 125, con una carga de rotura superior a 125 KN. Deberán tener un grado de protección IP 55. Las arquetas de entrada, además, dispondrán de cierre de seguridad y de dos puntos para tendido de cables en paredes opuestas a las entradas de conductos situados a 150 mm del fondo, que soporten una tracción de 5 kN. Se presumirán conformes con las características anteriores las arquetas que cumplan con la Norma UNE 133100-2 (Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 2: Arquetas y cámaras de registro). En la tapa deberán figurar las siglas ICT.

### c) Características de la canalización externa, de enlace, principal, secundaria e interior de usuario.

Con carácter general, e independientemente de que estén ocupados total o parcialmente, todos los tubos de la ICT estarán dotados con el correspondiente hilo-guía para facilitar las tareas de mantenimiento de la infraestructura. Será de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro o cuerda plástica de 5 mm de diámetro, sobresaldrá 200 mm en los extremos de cada tubo y deberá permanecer aun cuando se produzca la primera o siguientes ocupaciones de la canalización. Los elementos de guiado no podrán ser metálicos, en este último caso. Los de las canalizaciones externa, principal y de enlace serán de pared interior lisa.

Los tubos deberán cumplir con la norma UNE EN 50086 o UNE EN 61386 y sus características mínimas serán las siguientes:

Características	Tipo de tubos		
	Montaje superficial	Montaje empotrado	Montaje enterrado
<b>Resistencia a la compresión</b>	= 1.250 N	= 320 N	= 450 N
<b>Resistencia al impacto</b>	= 2 J	= 1 J para R = 320 N = 2 J para R = 320 N	Normal

<b>Temperatura de instalación y servicio</b>	-5 °C = T = 60 °C	-5 °C = T = 60 °C	No declaradas
<b>Resistencia a la corrosión de tubos metálicos</b>	Protección interior y exterior media (Clase 2)	Protección interior y exterior media (Clase 2)	Protección interior y exterior media (Clase 2)
<b>Propiedades eléctricas</b>	Continuidad Eléctrica/Aislante	No declaradas	No declaradas
<b>Resistencia a la propagación de llama</b>	No propagador	No propagador	No declaradas

*Tabla 4: Características de la canalización externa, de enlace, principal, secundaria e interior de usuario*

### **1) Características de la canalización externa.**

Estará constituida por tubos de 63 mm de diámetro exterior de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir las normas UNE EN 50086, y UNE EN 61386, debiendo ser de pared interior lisa.

### **2) Características de la canalización de enlace.**

Formada por tubos de 40 mm de diámetro exterior, que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir las normas UNE EN 50086, y UNE EN 61386, siendo de pared interior lisa.

### **3) Características de la canalización principal.**

Formada por tubos de 50 mm de diámetro exterior que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir las normas UNE EN 50086, y UNE EN 61386, debiendo ser de pared interior lisa.

### **4) Características de la canalización secundaria.**

Formada por tubos de 25 mm de diámetro exterior que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir las normas UNE EN 50086, y UNE EN 61386, debiendo ser de pared interior corrugada.

### **5) Características de la canalización interior de usuario.**

Formada por tubos de 20 mm de diámetro exterior que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir las normas UNE EN 50086, y UNE EN 61386, debiendo ser de pared interior corrugada.

### **6) Condiciones de instalación de las canalizaciones.**

Como norma general, las canalizaciones deberán estar, como mínimo, a 10 cm. de cualquier encuentro entre dos paramentos. Los tubos de la canalización externa se embutirán en un prisma de hormigón desde la arqueta hasta el punto general del edificio.

Los tubos de la canalización principal se alojarán en el patinillo previsto y se sujetarán por bastidores u otros sistemas similares discurriendo por la zona indicada en la ilustración 10.

Los de la canalización secundaria se empotrarán en roza en los paramentos por donde discurran. En cuanto a la canalización de interior de usuario, se llevarán empotrados verticalmente desde los registros de toma hasta alcanzar el hueco del falso techo en pasillos y cocina, por el que discurrirán hasta encontrar la vertical de los registros de terminación de red, ya que en este caso no se hace uso de registros de paso.

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

### **d) Condiciones a tener en cuenta en la distribución interior de los RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos.**

#### **Características constructivas**

Los recintos de instalaciones de comunicaciones están compuestos por armarios ignífugos de dimensiones indicadas en la memoria. Tendrán un grado de protección mínimo para su ubicación interior, e IP 33, según CEI 60529, y un grado IK.7, según UNE EN 50102, para ubicación en el interior, con ventilación suficiente debido a la existencia de elementos activos.

El RITS, al encontrarse situado a menos de dos metros del ascensor, se utilizará un armario de protección contra el campo electromagnético según lo indicado en el RD 346/2011, en concreto en el ANEXO III, apartado 7.3 [2].

A continuación, se indica la distribución del espacio interior de los dos registros de instalaciones:

### **RITI:**

- Mitad inferior para STDP y TBA.
- Mitad superior en el lateral derecho espacio para las bases de enchufe al correspondiente cuadro de protección.
- En el Registro Principal del Servicio de Telefonía Disponible al Público se etiquetará cual es la vivienda a la que se destina cada cable de 4 pares trenzados.

### **RITS:**

- Mitad superior para RTV.
- Mitad inferior para SAI. Reservando esta mitad en el lateral superior derecho, espacio para las bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección.

### **Ubicación de los recintos**

El RITI se ubica en el punto de la planta baja indicado en la ilustración 12, mientras que el RITS se ubica en la azotea como se indica en la ilustración 15.

### **Ventilación**

Dispondrán de rejilla de ventilación natural directa que permita la renovación del aire dos veces por hora. A su vez, los armarios que componen ambos elementos estarán exentos de humedad.

### **Instalaciones eléctricas de los recintos**

Con carácter general, las instalaciones eléctricas de los recintos deberán cumplir lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (REBT).

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. Asimismo, y con la misma finalidad, desde el lugar de centralización de contadores se instalarán al menos dos canalizaciones hasta el RITI, o hasta el RITU en los casos en que proceda, y una hasta el RITS, todas ellas de 32 mm de diámetro exterior mínimo.

Desde el Cuadro de Servicios Generales de la edificación se alimentarán también los servicios de telecomunicación, para lo cual estará dotado con al menos los siguientes elementos:

- a) Cajas para los posibles interruptores de control de potencia (I.C.P.).

- b) Interruptor general automático de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal mínima 25 A, poder de corte 4.500 A.
- c) Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal mínima 25 A, intensidad de defecto 300 mA de tipo selectivo o retardado.
- d) Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.
- e) Tantos elementos de seccionamiento como se considere necesario.

En cumplimiento con el apartado 2.6 de la ITC-BT-19 del REBT de 2002 en el origen de este cuadro debe instalarse un dispositivo que garantice el seccionamiento de la alimentación.

Se habilitará una canalización eléctrica directa desde el Cuadro de Servicios Generales de la edificación hasta cada recinto, constituida por cables de cobre con aislamiento de 450/750 V y de 2 x 6 + T mm<sup>2</sup> de sección mínimas, irá en el interior de un tubo de 32 mm de diámetro exterior mínimo o canal de sección equivalente, de forma empotrada 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 general automático de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal mínima 25 A, poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.
- b) Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal mínima 25 A, intensidad de defecto 30 mA.
- c) Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección del alumbrado del recinto: tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal 10 A, poder de corte mínimo 4.500 A.
- d) Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de las bases de toma de corriente del recinto: tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal 16 A, poder de corte mínimo 4.500 A.

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 230/400 V<sub>ca</sub>, intensidad nominal 16 A, poder de corte mínimo 4.500 A.

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 bornas 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 de 450/750 V y de  $2 \times 2,5 + T$  mm<sup>2</sup> de sección. En el recinto superior se dispondrá, además, las bases de toma de corriente necesarias para alimentar las cabeceras de RTV.

### **Alumbrado**

Se habilitarán los medios para que en los RIT exista un nivel medio de iluminación de 300 lux, así como un aparato de alumbrado de emergencia que, en cualquier caso, cumplirá las prescripciones del vigente Reglamento de Baja Tensión

### **Puerta de acceso**

Será metálica de dimensiones mínimas 180 x 80 cm en el caso de recintos de acceso lateral, y 80 x 80 cm para recintos de acceso superior o inferior, con apertura hacia el exterior, y dispondrán de cerradura con llave común para los distintos usuarios autorizados.

### **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 1.200 y 1.800 mm de altura, donde aparezca el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones al proyecto técnico de la instalación.

### **Registros Principales**

Se considerarán los registros principales para cables de pares trenzados, cables coaxiales para servicios de TBA y cables de fibra óptica que cumplan con alguna de las normas UNE EN 60670-1 o UNE EN 62208. Deberán tener un grado de protección IP 3X, según UNE 20324 y un grado IK 7 según UNE EN 50102.

Los Registros Principales de los distintos operadores tendrán unos mecanismos de seguridad para evitar el uso no autorizado de los mismos.

**e) Características de los registros de enlace, secundarios, de paso, de terminación de red y de toma.**



### **1) Registros secundarios**

Se realizarán empotrando en la pared una caja con la correspondiente puerta o tapa que tendrá un grado de protección IP 55 IK 10, según EN 20324, y un grado IK.7, según UNE EN 50102.

Se considerarán conformes los registros secundarios de características equivalentes a los clasificados anteriormente que cumplan con la UNE EN 62208 o con la UNE EN 60670-1.

Las puertas de los registros dispondrán de cerradura con llave para su apertura. Esta quedará depositada en la caja contenedora (si existe) de las llaves de entrada al recinto de instalaciones de telecomunicación.

### **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 multidiámetro para entrada de tubos. En este caso, como se ha mencionado anteriormente en la memoria no se ha hecho uso de ellos en este proyecto.

### **3) Registros de Terminación de red.**

En cada vivienda se instala un registro de terminación de red para todos los servicios. En el apartado de la memoria se indican sus dimensiones y en el apartado de planos se puede apreciar su ubicación.

Estarán en el interior de la vivienda de la edificación y empotrados en la pared y en montaje superficial cuando sea mediante canal; dispondrán de las entradas necesarias para la canalización secundaria y las de interior de usuario que accedan a ellos. Las dimensiones mínimas del mismo serán las siguientes:

Para una opción empotrable en tabique y disposición del equipamiento principalmente en vertical, 500 x 600 x 80 mm (siendo esta última dimensión la profundidad). Deberán instalarse dos tomas de corriente o bases de enchufe. Todas las envolventes se instalarán a una distancia mínima de 200 mm y máxima de 2.300 mm del suelo.

Se materializarán mediante cajas que cumplan con alguna de las normas siguientes UNE EN 60670-1, o UNE EN 62208. Asimismo, deberán tener un grado de protección IP 33, según UNE 20324, y un grado IK.5, según UNE EN 50102. En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico.

Las tapas deberán ser abatibles y de fácil apertura y dispondrán de una rejilla de ventilación, para evacuar el calor generado por los componentes electrónicos que

se puedan instalar. Deberán ser de un material resistente que soporte las temperaturas.

#### **4) Registros de Toma.**

Irán empotrados en la pared. Estas cajas o registros deberán disponer de los medios adecuados para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario).

Los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 500 mm) una toma de corriente alterna, o base de enchufe.

Si se materializan mediante cajas, se consideran como conformes los productos de características equivalentes a los clasificados a continuación, que cumplan con alguna de las normas siguientes UNE EN 60670-1 (Cajas y envoltentes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Parte 1: Requisitos generales) o UNE EN 62208 (Envoltentes vacías destinadas a los conjuntos de aparata de baja tensión. Requisitos generales) o UNE EN 62208 (Envoltentes vacías destinadas a los conjuntos de aparata de baja tensión. Requisitos generales). Deberán tener un grado de protección IP 33, según UNE 20324 (Grados de protección proporcionados por las envoltentes (Código IP)), y un grado IK.5, según UNE EN 50102 (Grados de protección proporcionados por las envoltentes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)). En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico.

#### **5) Registros de enlace inferior y superior.**

Se considerarán conformes los registros de enlace que cumplan con la UNE EN 60670-1 (Cajas y envoltentes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Parte 1: Requisitos generales) o con la UNE EN 62208 (Envoltentes vacías destinadas a los conjuntos de aparata de baja tensión. Requisitos generales). Sus dimensiones quedan descritas en el apartado de Memoria. En todos los casos estarán provistos de tapa de material de plástico o metálico.

#### **6) Condiciones de instalación.**

Como se ha mencionado en los anteriores apartados, en los registros de terminación de red deberán instalarse al menos dos tomas de corriente o bases de enchufe.

Los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 500 mm) una toma de corriente alterna, o base de enchufe.

## 1.E Cuadros de medidas.

A continuación, se detallan en este apartado las pruebas y medidas que deben de realizar los instaladores de telecomunicaciones para verificar la idoneidad de las instalaciones relacionadas con la radiodifusión sonora, la televisión terrestre y satélite y la telefonía disponible al público.

### **a) Cuadro de medidas a satisfacer en las tomas de televisión terrestre incluyendo también el margen del espectro comprendido entre 950 MHz y 2150 MHz.**

En la Banda 15-862 MHz: Niveles de señales de R.F. a la entrada y salida de los amplificadores, anotándose en el caso de TDT los niveles, a la frecuencia central, en dB/uV para cada canal.

- Niveles de FM, TDT y radio digital en toma de usuario, en el mejor y peor caso de cada ramal, anotándose los niveles a la frecuencia central para cada canal de TDT.
- BER para los canales de TDT, en el peor caso de cada ramal.
- MER para los canales de TDT, en el peor caso de cada ramal.
- Respuesta en frecuencia.

En la Banda 950-2150 MHz:

- Medida en los terminales de los ramales.
- Respuesta amplitud-frecuencia.
- Nivel de señal en tres frecuencias tipo según lo especificado en proyecto.
- BER para las señales de TV digital por satélite.
- Respuesta en frecuencia.

Continuidad y resistencia de la toma de tierra

### **b) Cuadro de medidas de las redes de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha.**

#### **1) Red de Cables de Pares Trenzados.**

Se tendrán en cuenta las normas UNE-EN 50346: 2004 y UNE-EN 50346: 2004/A1:2008 (Tecnologías de la información. Instalación de cableado. Ensayo de cableados instalados). Además, se deberán, medir las longitudes de los cables de las acometidas de las redes (tanto de dispersión y distribución como las de interior de usuario), la atenuación, la diafonía y el retardo de propagación de cada una de ellas.

## **2) Red de Cables Coaxiales.**

Se medirán tanto la máxima como la mínima atenuación en los siguientes tramos:

- Desde Registro Principal hasta Registro de Terminación de Red.
- Desde el Registro de Terminación de Red hasta cada toma de usuario.

## **3) Red de Cables de Fibra Óptica.**

Para cada una de las fibras que componen la red se medirá la atenuación óptica desde el Registro principal hasta el Registro de Terminación de Red.

### **1.F. Utilización de elementos no comunes del edificio o conjunto de edificaciones (si existe).**

No se utilizan elementos no comunes del edificio o conjunto de edificaciones para la instalación de la ICT.

### **1.G. Estimación de los residuos generados por la instalación de la ICT.**

No se generarán residuos especiales que deban ser tratados de manera singular. Todos los posibles residuos serán transportados por el Contratista a un vertedero autorizado para su correcto procesado. El Promotor podrá exigir al contratista la presentación de la documentación que acredite el cumplimiento de estas obligaciones legales.

### **1.H. Pliego de Condiciones Complementarias de la Instalación.**

Han de tenerse en cuenta distintos aspectos en relación con la seguridad y con la calidad de acuerdo con la normativa. A continuación, se mencionan los distintos aspectos que se han de tener en cuenta:

#### **a) Carácter mecánico.**

##### **1) Fijación del conjunto torreta-mástil, y su arriostramiento.**

La base de la torreta tiene una base triangular equilátera con 36 cm de lado. Se debe de fijar mediante tres pernos de sujeción de 16 mm de diámetro a una zapata de hormigón. Esta sobresaldrá 7 cm del tejado. Tanto la composición de la zapata como las dimensiones se definirán por el arquitecto teniendo en cuenta el Documento Básico SE-AE del Código Técnico de la Edificación donde como se ha ido mencionando a lo largo del documento la velocidad del viento será de 150 Km/hora. Se han de tener en cuenta los siguientes momentos y esfuerzos máximos:

- Esfuerzo vertical sobre la base: 1364 N
- Esfuerzo horizontal sobre la base: 750 N
- Momento máximo en la base: 2150 Nxm

No es necesario utilizar riostrar al ser el conjunto torreta-mástil inferior a 8 metros.

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. El instalador deberá consultar al Proyectista la ubicación correcta.

## **2) Fijación en los registros de elementos de las diversas redes.**

Los elementos que se monten se los diferentes registros (repartidores, PAU's, derivadores, etc), se fijarán al fondo de los mismos de manera que no queden sueltos.

### **b) De carácter constructivo**

#### **1) Instalación de la arqueta.**

En función del número de puntos de acceso al usuario de la edificación a los que da servicio, la arqueta (o arquetas, si procede) de entrada deberá tener las siguientes dimensiones interiores mínimas: 400 x 400 X 600 mm.

Una vez determinada la ubicación de la arqueta de entrada, se realizará la rotura de pavimento con martillos compresores o los elementos adecuados para ello y se realizará la excavación con pico y pala hasta conseguir el espacio necesario.

Siempre ha de tenerse en cuenta a la hora de realizar la excavación las posibles canalizaciones que transcurran en la ubicación de la misma. Se debe de tener precaución para no dañarlas.

Se procederá al relleno y compactación con el mismo material de la excavación y se finalizará el trabajo reponiendo el pavimento de la acera.

Existe riesgo de caídas al interior de la zanja, durante estas operaciones tanto por parte de operarios como de transeúntes así como riesgo de roturas de tuberías de servicios que puedan encontrarse en la zona de trabajo por lo que se deben tomar, en el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente al Proyecto de edificación, las precauciones adecuadas y definir las señalizaciones a utilizar, de acuerdo a la descripción de los riesgos descritos en el Anexo sobre Condiciones de Seguridad y Salud que se incluye en este Pliego de Condiciones.

## 2) Instalación de las canalizaciones.

### 2.i) Canalización externa enterrada.

Una vez determinado el trazado de la canalización enterrada será necesario realizar la zanja donde se deposite. Al realizar esta excavación deben tenerse en cuenta las precauciones adecuadas para evitar dañar las posibles canalizaciones que puedan discurrir por la ubicación de la misma. Se realizará la rotura de pavimento con martillos compresores o los elementos adecuados a la naturaleza del mismo y se realizará la excavación con pico y pala hasta conseguir un hueco donde puedan instalarse adecuadamente los tubos que constituyen la canalización que deben quedar enfrentados a los agujeros que presenta la arqueta para este fin.

Antes de proceder a la colocación de los tubos en el interior de la zanja se realizará una solera de hormigón de 8 cm de espesor, con resistencia 150 Kp/cm<sup>2</sup> (no estructural) consistencia plástica y tamaño máximo del árido 25 mm.

A continuación, se colocará la primera capa de tubos y se acoplarán los soportes distanciadores a la distancia adecuada. Se rellenarán de hormigón los espacios libres hasta cubrir los tubos con 3 cm de hormigón. Se colocará la segunda capa de tubos introduciéndolos en los soportes anteriores. Se cubrirán los tubos con hormigón hasta una altura de 8 cm. El vertido de hormigón deberá realizarse de forma que los tubos no sufran deformaciones permanentes.

Finalizadas estas operaciones y fraguado el hormigón se cerrará la zanja compactando por tongadas de 25 cm. de espesor y humedad adecuada. Las tierras de relleno serán las extraídas o las que se aporten si éstas no son de buena calidad.

Durante estas operaciones existe riesgo de caídas al interior de la zanja, tanto por parte de operarios como de transeúntes así como riesgo de roturas de tuberías de servicios que puedan encontrarse en la zona de trabajo por lo que se deben tomar en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto de Edificación las precauciones adecuadas y definir las señalizaciones a utilizar, de acuerdo a la descripción de los riesgos descritos en el Anexo sobre Condiciones de Seguridad y Salud que se incluye en este Pliego de Condiciones.

### **2.ii) Instalación de otras Canalizaciones. Condiciones generales.**

Las canalizaciones deberán estar, como mínimo a 100 mm de cualquier encuentro entre dos paramentos.

La canalización de enlace inferior se debe fijar con tubos y estos deben fijarse mediante grapas separadas como máximo de un metro.

La canalización de enlace superior deberá tener los embocamientos de los tubos hacia abajo para evitar la entrada de agua de lluvia, debiendo taparse los extremos de esta canalización con tapones removibles para evitar la entrada de roedores o que los pájaros puedan anidar en su interior.

La canalización principal discurrirá por el patinillo como se ha mencionado anteriormente y, además, se sujetarán mediante bastidores o sistemas similares.

Todos los tubos vacantes estarán provistos de guía para facilitar el tendido de las acometidas de los servicios de telecomunicación. Dicha guía será de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro o cuerda plástica de 5 mm de diámetro, sobresaldrá 200 cm en los extremos de cada tubo y deberá permanecer aun cuando se produzca la primera ocupación de la canalización.

### **2.iii) Accesibilidad.**

Las canalizaciones de telecomunicación 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.iv) Identificación.**

Las canalizaciones de telecomunicación se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Se consideran suficientemente diferenciadas unas de otras ya sea por las dimensiones, el trazado o los conductores que lo componen. En caso de que sea difícil la identificación, se etiquetarán dichos elementos indicando la función por la cual han sido instalados. Como por ejemplo conductos de reserva, etc.

En los registros secundarios se identificará mediante anillos etiquetados la correspondencia existente entre tubos y viviendas y en el registro principal de telefonía se adjuntará fotocopia de la asignación realizada en proyecto a cada uno de los pares del cable de la red de distribución y se numerarán los pares del regletero de salida de acuerdo con la citada asignación. Los tubos de la canalización principal, incluidos los de reserva, se identificarán con anillo etiquetado en todos los puntos en los que son accesibles. En todos los casos los anillos etiquetados deberán recoger de forma clara, inequívoca y en soporte plástico, plastificado ó similar la información requerida.

### **3) Instalación de Registros.**

#### **3.i) Registros secundarios.**

Se ubicarán en una zona comunitaria de fácil acceso. Se dotarán del sistema de cierre con llave instalados en los rellanos de cada planta.

Las llaves serán transmitidas por el Promotor a la propiedad del inmueble, y quedarán depositadas en la caja contenedora, en los casos en que esta exista, de las llaves de entrada al recinto de instalaciones de telecomunicación.

#### **3.ii) Registros de paso.**

En este proyecto no se hace uso de ellos como ya se ha mencionado anteriormente a lo largo de la memoria.

#### **3.iii) Registros de terminación de red.**

Se instalan en el interior de cada vivienda y estarán empotrados en la pared con entradas necesarias para el acceso a la canalización secundaria y a las de interior de usuario.

#### **3.iv) Registros de toma.**

Los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 500 mm) una toma de corriente alterna, o base de enchufe. Estarán empotrados en la pared.

#### **3.v) Registros de enlace superior e inferior.**

Se situarán junto a los pasamuros y desde ellos partirán las canalizaciones de enlace inferior y superior.

### **4) Instalaciones en los RIT's.**

El recinto dispondrá de espacios delimitados para cada tipo de servicio de telecomunicación.



#### **4.i) Instalaciones de bandejas o canales.**

En este proyecto no son necesarios ya que se utilizan recintos modulares.

#### **4.ii) Montaje de los equipos en los RIT's.**

Se muestran en las ilustraciones 12 y 15 os espacios asignados a cada uno de ellos.

#### **4.iii) Montaje de los Cuadros de protección eléctrica.**

El Cuadro de Protección se instalará en la zona más próxima a la puerta de entrada, tendrán tapa. Por tratarse de un recinto modular se instalará de forma superficial.

#### **4.iv) Registros Principales en el RITI.**

La instalación en el RITI de los Registros Principales para Red de Cables de Pares, para Red de Cables Coaxiales y para Red de Cables de Fibra Óptica se realizará como se indica en el esquema de distribución del RITI, en el apartado de Planos.

#### **4.v) Equipos de Cabecera.**

En la sección de Memoria, en concreto en el apartado 1.2.E.e) se indica el espacio reservado para los equipos de cabecera. En caso de desacuerdo, el redactor del proyecto o el director de la obra decidirá el espacio y ubicación a ocupar.

Los mezcladores se colocarán de manera que facilite la posterior conexión con los equipos de cabecera de satélite.

#### **4.vi) 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 1.200 y 1.800 mm de altura, donde aparezca el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones al proyecto técnico de la instalación.

### **c) Cortafuegos.**

Debido a que las canalizaciones se encuentran vistas o empotradas no es necesario.

## **d) De montaje eléctrico, protección, seguridad y conexionado.**

### **1) Conexiones a tierra.**

Los elementos que tienen conexión a Tierra del edificio son los equipos que se instalan en el RITI y en el RITS, y los sistemas de captación y elementos de soporte par televisión terrestre y satélite.

Cabe destacar que todas las partes que puedan ser manipuladas o con las que se pueda establecer contacto, deberán estar a potencial de tierra o suficientemente aisladas para evitar daños. Además, si existe más de una toma de tierra de protección deberá estar eléctricamente unida al resto.

Con el fin de proteger la instalación de RTV frente a la caída del rayo, y para evitar la aparición de diferencias de potencial peligrosas entre cualquier estructura metálica y los sistemas de captación, éstos se deberán conectar al sistema de protección general del edificio como se describe seguidamente.

La resistencia eléctrica de las conexiones de toma de tierra de los sistemas de captación, de los Recintos, y de los elementos de soporte para televisión terrestre y satélite no debe superar los 10  $\Omega$  respecto de la tierra lejana.

### **2) Conexión a tierra de los RIT's.**

El anillo conductor de tierra y la barra colectora intercalada en él, con los que estarán equipados los RIT's, estarán fijados a las paredes de los recintos a una altura que permita su inspección visual y la conexión de los equipos. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc., metálicos de los recintos estarán unidos al anillo o a la barra colectora de tierra local.

### **3) Conexión a tierra del conjunto formado por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV terrestre.**

Los mástiles, antenas y torreta deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino más corto posible, con cable de, al menos, 25 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **4) Conexión a tierra del conjunto formado por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV satélite.**

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. Aunque como se ha mencionado anteriormente en este proyecto, no se incluye la instalación de los elementos para dar servicio de televisión satélite, es necesario tener en cuenta las normas aplicadas en caso de que se instalen posteriormente.

Con el fin exclusivo de proteger el equipamiento captador y para evitar diferencias de potencial peligrosas entre éste y cualquier otra estructura conductora, el equipamiento captador deberá permitir la conexión de un conductor, de una sección de cobre de, al menos, 25 mm<sup>2</sup> de sección, con el sistema de protección general del edificio.

#### **e) Instalación de equipos y precauciones a tomar.**

##### **1) Dispositivo de mezcla, derivadores, distribuidores y repartidores.**

Las entradas no utilizadas del dispositivo de mezcla deben cerrarse con una resistencia terminal de 75 Ohmios y las salidas de los derivadores y distribuidores no cargadas deben cerrarse con una resistencia de 75 Ohmios. Los derivadores se fijarán al fondo del registro, de manera que no queden sueltos.

##### **2) Requisitos de seguridad entre instalaciones.**

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicación y las del resto de servicios y, salvo excepciones justificadas, las redes de telecomunicación no podrán alojarse en el mismo compartimento utilizado para otros servicios. Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las canalizaciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo, con una separación entre la canalización de telecomunicación y las de otros servicios de, como mínimo, de 100 mm para trazados paralelos y de 30 mm para cruces, excepto en la canalización interior de usuario, donde la distancia de 30 mm será válida en todos los casos.

La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias conjuntas deberá tener un valor mínimo de 1500 V (según ensayo recogido en la norma UNE EN 50085). Si son metálicas, se pondrán a tierra.

Cuando los sistemas de conducción de cables para las instalaciones de comunicaciones sean metálicos y simultáneamente accesibles a las partes metálicas de otras instalaciones, se deberán conectar a la red de equipotencialidad.

En caso de proximidad con 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. Las conducciones de telecomunicación, 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:

1. La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción ITC- BT 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.

2. Las canalizaciones de telecomunicaciones 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.

### **3) Instalación de cables coaxiales.**

Se tendrá especial cuidado en la instalación de cable coaxial y en los registros por los que discurre de no provocar pinzamientos en los cables, respetando los radios de curvatura que recomiende el fabricante de los mismos.

El cable coaxial cuando no vaya dentro de tubo se sujetará cada 40 cm, con una brida o una grapa no estrangulante y el trazado de los cables no

impedirá la cómoda manipulación y sustitución del resto de elementos del registro. El radio de curvatura en los cambios de dirección será como mínimo, diez veces el diámetro del cable.

#### **4) Instalación de cables de fibra óptica.**

En toda la instalación de cable de fibra óptica y más especialmente en los diversos registros por los que discurre, se tendrá especial cuidado de respetar los procedimientos de empalme especificados en el proyecto y no superar los radios de curvatura mínimos especificados por el fabricante de los mismos.

Los adaptadores de montaje de los conectores ópticos de la roseta dispondrán en la cara situada en el exterior de la roseta de una tapa abatible, accionada mediante un muelle u otro elemento flexible, de tal forma que permita el cierre y protección del adaptador cuando no esté alojado ningún conector óptico en dicha cara exterior de la roseta. Para evitar el peligro de lesiones personales por la manipulación de los cables de fibra óptica de las redes ópticas de la ICT por parte de personal no experto o con cualificación técnica inadecuada, las puertas o tapas de las cajas de interconexión, de las cajas de segregación y de las rosetas ópticas, exhibirán de forma perfectamente visible en su exterior las correspondientes marcas y leyendas, de acuerdo con el apartado 5 de la norma UNE-EN 60825-1:2008 (Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos).

#### **5) Etiquetado en los Registros Principales y en los Registros Secundarios.**

Todos los conectores de los paneles de conexión de los Registros Principales (excepto en los puntos de interconexión de redes de cables coaxiales con topología árbol-rama), deberán estar etiquetados de forma que cada uno de ellos identifique a cada vivienda.

En caso de que por una avería o cualquier otro problema no se pudiese respetar dicha asignación inicial y fuese necesario sustituir algún par por los de reserva, el instalador debe reflejar dicha circunstancia en el etiquetado final, que reflejará el estado de la instalación.

Las etiquetas finales deben quedar instaladas en los lugares en donde se realicen las conexiones respectivas y una copia de las mismas debe incluirse en la documentación que se entregue tanto al Director de obra que certifique la ICT, como a la Comunidad de propietarios o titular de la propiedad.

## **2. CONDICIONES GENERALES.**

### **2.A. Reglamento de ICT y Normas Anexas.**

LEY 10/2005, de 14 de junio (BOE 15/06/2005), de medidas urgentes para el impulso de la Televisión Digital Terrestre, de liberalización de la televisión por cable y de fomento del pluralismo.

LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos

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.

REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto (BOE 18/09/2002), por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

REAL DECRETO 439/2004, de 12 de marzo, (BOE 8/04/2004) por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la televisión digital local REAL DECRETO 944/2005, de 29 de julio (BOE 20/09/2005), por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre.

REAL DECRETO 945/2005, de 29 de julio (BOE 30/07/2005), por el que se aprueba el Reglamento General de Prestación del Servicio de Televisión Digital Terrestre.

REAL DECRETO 946/2005, de 29 de julio (BOE 30/07/2005), por el que se aprueba la incorporación de un nuevo canal analógico de televisión en el Plan técnico Nacional de la Televisión Privada, aprobado por Real Decreto 1362/1988, de 11 de noviembre (BOE 16/11/1988).

REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero (BOE 13/02/2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

REAL DECRETO 365/2010, de 26 de marzo, por el que se regula la asignación de los múltiples de la Televisión Digital Terrestre, tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica.

REAL DECRETO, 346/2011, de 11 de marzo por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

ORDEN MAM 304/2002, de 8 de febrero (BOE 19/02/2002), por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

ORDEN MAM 304/2002, de 8 de febrero (BOE 12/03/2002), Corrección de errores.

ORDEN ITC/2476/2005, de 29 de julio (BOE 30/07/2005) por la que se aprueba el Reglamento Técnico y de Prestación del Servicio de Televisión Digital Terrestre.

ORDEN ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla el Reglamento regulador contenido en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo.

CIRCULAR de 5 de abril de 2010 sobre las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica.

## **2.B. Normativa vigente sobre Prevención de riesgos laborales.**

Este apartado se detalla posteriormente en el Anexo sobre condiciones de Seguridad y Salud.

## **2.C. Normativa sobre protección contra campos electromagnéticos.**

### **a) Tierra local.**

El sistema general de tierra de la edificación debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a  $10 \Omega$  respecto de la tierra lejana.

El sistema de puesta a tierra en cada uno de los recintos constará esencialmente de un anillo interior y cerrado de cobre (aplicable sólo a recintos no modulares), en el cual se encontrará intercalada, al menos, una barra colectora, también de cobre y sólida, dedicada a servir como terminal de tierra de los recintos. Este terminal será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectado directamente al sistema general de tierra de la edificación 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.

Los conductores del anillo de tierra estarán fijados a las paredes de los recintos 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 de la edificación estarán formados por conductores flexibles de cobre de un mínimo de  $25 \text{ mm}^2$  de sección. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc., metálicos de los recintos estarán unidos a la tierra local. Si en la edificación existe más de una toma de tierra de protección, deberán estar eléctricamente unidas.

### **b) Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.**

Se supone que la edificación cuenta con una red de interconexión común, o general de equipotencialidad, del tipo mallado, unida a la puesta a tierra de la propia edificación. Esa red estará también unida a las estructuras, elementos de refuerzo y demás componentes metálicos de la edificación.

### **c) Accesos y cableados.**

Con el fin de reducir posibles diferencias de potencial entre sus recubrimientos metálicos, la entrada de los cables de telecomunicación 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

### **d) Compatibilidad electromagnética entre sistemas.**

Al ambiente electromagnético que cabe esperar en los recintos, la normativa internacional (ETSI y UIT) le asigna la categoría ambiental clase 2. Por tanto, en lo que se refiere a los requisitos exigibles a los equipamientos de telecomunicación de un recinto con sus cableados específicos, por razón de la emisión electromagnética que genera, se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2004/108/CE sobre compatibilidad electromagnética. Para el cumplimiento de estos requisitos podrán utilizarse como referencia las normas armonizadas (entre ellas la ETS 300386) que proporcionan presunción de conformidad con los requisitos incluidos en esta normativa.

Así mismo las redes de distribución, dispersión e interior de usuario de la ICT, así como los elementos que constituyen los respectivos puntos de interconexión, distribución, acceso al usuario (PAU) y base de acceso de terminal (BAT) deberán cumplir el Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

## **2 D. Secreto de las comunicaciones.**

El Artículo 33 de la Ley 32/2003 de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, obliga a los operadores que presten servicios de



Telecomunicación al público a garantizar el secreto de las comunicaciones, todo ello de conformidad con los artículos 18.3 y 55.2 de la Constitución.

Dado que en este Proyecto se han diseñado redes de comunicaciones de Telefonía Disponible al Público se deberán adoptar las medidas técnicas precisas para cumplir la Normativa vigente en función de las características de la infraestructura utilizada.

En el momento de redacción de este Proyecto la Normativa vigente es el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo. Habiéndose diseñado la infraestructura con arreglo a este R.D., todas las redes de telecomunicación discurren por tubos o canales cerrados de modo que, en todo su recorrido, no es posible el acceso a los cables que las soportan. Los Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones, así como los Registros Secundarios, y los Registros Principales de los distintos operadores, estarán dotados de cerraduras con llave que eviten manipulaciones no autorizadas de los mismos, permaneciendo las llaves en posesión de la propiedad del inmueble o del presidente de la Comunidad.

## **2.E. Normativa en materia de protección contra Incendios.**

Todos los materiales prescritos cumplen los requisitos sobre seguridad contra incendios, establecidos en el Documento Básico DB-SI del Código Técnico de la Edificación, en particular:

- En los pasos de canalizaciones a través de elementos que deban cumplir una función de compartimentación frente a incendio se debe mantener la resistencia al fuego exigible a dichos elementos, de acuerdo con lo establecido en el artículo SI 1-3 del documento básico DB SI del Código Técnico de la Edificación.
- A los efectos especificados en el Documento Básico DB-SI (Seguridad en caso de incendio) del vigente Código Técnico de la Edificación, los recintos de telecomunicación, excepto los modulares, tendrán la misma consideración que los locales de contadores de electricidad y que los cuadros generales de distribución.
- Cuando la canalización principal esté construida mediante conductos de obra de fábrica la resistencia de las paredes deberá tener una resistencia al fuego EI 120. En estos casos y para evitar la caída de objetos y propagación de las llamas, se dispondrá de elementos cortafuegos como mínimo cada tres plantas.
- Cuando la canalización principal esté construida mediante conducto de obra las tapas o puertas de registro secundario tendrán una resistencia al fuego mínima EI 30.

## **2.F. Cumplimiento de normas de la Comunidad Autónoma.**

En la Comunidad Autónoma donde se encuentra el edificio objeto de este Proyecto no existe ninguna Norma que le pueda afectar.

## **2.G. Pliego de condiciones de cumplimiento de normas de las Ordenanzas Municipales.**

En el Ayuntamiento donde se encuentra el edificio objeto de este Proyecto no existe ninguna Norma u Ordenanza que deba ser tenida en consideración al redactar este Proyecto Técnico de ICT que le pueda afectar.

## ANEXO IV: PRESUPUESTO DEL PROYECTO ICT

<b>Capítulo 1.- Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión .....</b>	<b>148</b>
<b>Partida 1.1.- RED DE RTV .....</b>	<b>148</b>
<b>Partida 1.1.1.- CAPTACIÓN DE SEÑALES RTV:.....</b>	<b>148</b>
<b>Partida 1.1.2.- CABECERA RTV:.....</b>	<b>148</b>
<b>Partida 1.1.3.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE RTV:.....</b>	<b>150</b>
<b>Partida 1.1.4.- RED DE DISPERSIÓN DE RTV.....</b>	<b>150</b>
<b>Partida 1.2.- RED DE CABLE TRENZADO .....</b>	<b>150</b>
<b>Partida 1.2.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN Y DE DISPERSIÓN. PUNTO DE INTERCONEXIÓN:.....</b>	<b>150</b>
<b>Partida 1.3.- RED DE CABLE COAXIAL.....</b>	<b>151</b>
<b>Partida 1.3.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN Y DE DISPERSIÓN. PUNTO DE INTERCONEXIÓN:.....</b>	<b>151</b>
<b>Partida 1.4.- RED DE FIBRA ÓPTICA.....</b>	<b>152</b>
<b>Partida 1.4.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN Y DE DISPERSIÓN. PUNTO DE INTERCONEXIÓN:.....</b>	<b>152</b>
<b>Partida 1.5.- INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>153</b>
<b>Partida 1.5.1.- INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE ALIMENTACIÓN.....</b>	<b>153</b>
<b>Partida 1.5.2.- INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN.....</b>	<b>156</b>
<b>Partida 1.5.3.- RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN:.....</b>	<b>157</b>
<b>Capítulo 2.- Infraestructura y Redes Interiores de Usuario.....</b>	<b>158</b>
<b>Partida 2.1.- RED INTERIOR RTV .....</b>	<b>158</b>
<b>Partida 2.1.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO RTV:.....</b>	<b>158</b>
<b>Partida 2.1.2.- TOMA DE USUARIO Y RED DE USUARIO DE RTV:.....</b>	<b>158</b>
<b>Partida 2.2.- RED INTERIOR CABLE TRENZADO .....</b>	<b>159</b>
<b>Partida 2.2.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO DE RED DE CABLE TRENZADO: .....</b>	<b>159</b>
<b>Partida 2.2.2.- TOMA DE USUARIO Y RED DE CABLE TRENZADO:.....</b>	<b>159</b>
<b>Partida 2.3.- RED INTERIOR CABLE COAXIAL .....</b>	<b>160</b>
<b>Partida 2.3.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO DE RED DE CABLE COAXIAL:.....</b>	<b>160</b>
<b>Partida 2.3.2.- TOMA DE USUARIO Y RED CABLE COAXIAL: .....</b>	<b>160</b>
<b>Partida 2.4.- PUNTO DE TERMINACIÓN DE RED FO .....</b>	<b>161</b>

<b>Partida 2.4.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO DE RED DE CABLE FO:</b> .....	161
<b>Partida 2.5.- INFRAESTRUCTURAS</b> .....	161
<b>Partida 2.5.1.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE RTV:</b> .....	161
<b>Partida 2.5.2.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE CABLE TRENZADO:</b> .....	162
<b>Partida 2.5.3.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE CABLE COAXIAL:</b> .....	162
<b>Partida 2.5.4.- REGISTROS DE TERMINACIÓN DE RED:</b> .....	163
<b>RESUMEN:</b> .....	164

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Presupuesto captación de señales RTV .....	148
Tabla 2: Presupuesto cabecera RTV .....	149
Tabla 3: Presupuesto red de distribución de RTV .....	150
Tabla 4: Presupuesto de red de dispersión RTV.....	150
Tabla 5: Presupuesto de red de distribución y de dispersión de red cable de par trenzado. Punto de interconexión .....	151
Tabla 6: Presupuesto de red de distribución y de dispersión de red cable coaxial. Punto de interconexión .....	152
Tabla 7: Presupuesto de red de distribución y de dispersión de red de fibra óptica. Punto de interconexión .....	152
Tabla 8: Presupuesto armario para proteger equipos RTV.....	153
Tabla 9: Presupuesto anclajes bases sistemas de captación RTV .....	153
Tabla 10: Presupuesto canalización enlace superior .....	154
Tabla 11: Presupuesto arqueta de entrada.....	154
Tabla 12: Presupuesto canalización externa y registro de enlace inferior .....	155
Tabla 13: Presupuesto canalización de enlace inferior .....	155
Tabla 14: Presupuesto registro principal de cable de par trenzado .....	156
Tabla 15: Presupuesto registro principal de cable de F.O.....	156
Tabla 16: Presupuesto canalización principal .....	157
Tabla 17: Presupuesto canalización secundaria.....	157
Tabla 18: Presupuesto recintos de instalaciones de telecomunicación.....	157
Tabla 19: Tabla resumen de Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión ....	158
Tabla 20: Presupuesto punto de acceso de usuario RTV .....	158
Tabla 21: Presupuesto toma de usuario y red de usuario de RTV .....	159
Tabla 22: Presupuesto de punto de acceso de usuario de red de cable de par trenzado .....	159
Tabla 23: Presupuesto de toma de usuario y red de cable trenzado.....	160
Tabla 24: Presupuesto de punto de acceso de usuario de red de cable coaxial.....	160
Tabla 25: Presupuesto de toma de usuario y red de cable coaxial .....	161
Tabla 26: Presupuesto de punto de acceso de usuario y red de cable F.O.....	161
Tabla 27: Presupuesto de canalización interior de RTV .....	162
Tabla 28: Presupuesto de canalización interior de cable de par trenzado .....	162
Tabla 29: Presupuesto de canalización interior de cable coaxial.....	163
Tabla 30: Presupuesto de registros de terminación de red .....	163
Tabla 31: Tabla resumen de Infraestructuras y Redes Interiores de Usuario.....	164
Tabla 32: Presupuesto final de la ICT .....	164

## **Capítulo 1.- Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión**

### ***Partida 1.1.- RED DE RTV***

#### **Partida 1.1.1.- CAPTACIÓN DE SEÑALES RTV:**

Conjunto de captación de señales de TV terrenal, DAB y FM formado por antenas para UHF, VHF y FM. Base y torreta autoestable galvanizadas de 3 m, mástil de tubo acero galvanizado, anclajes, cable coaxial y conductor de tierra de 25 mm<sup>2</sup> hasta toma de tierra del edificio.

<b>UNIDAD</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
1	Antena FM	20	20
1	Antena VHF DAB	25	25
1	Antenas UHF B-IV y V (C21 A 48)	62	62
1	Mástil 3m	23	23
1	Torreta de 3m	112.5	112.5
1	Base para torreta	15.6	15.6
15	Mt.Cable coaxial tipo C1	0.75	17.3
1	Pequeño material (Tornillos, tuercas, grapas, cinta aislante y material de sujeción)	15	15
46	Mts. Cable tierra 25 mm <sup>2</sup> .	2	92
1	Instalación de base de torreta. Ubicación y orientación de 1 antenas en mástil y tendido y conexionado de cableado entre antenas y sistema de cabecera en RITS.	129	129
<b>TOTAL</b>			<b>511.4</b>

*Tabla 1: Presupuesto captación de señales RTV*

#### **Partida 1.1.2.- CABECERA RTV:**

Equipo de cabecera formado por 8 amplificadores monocanales y de grupo, para FM, VHF y UHF, fuentes de alimentación y mezcladores de señal.

<b>UNIDAD</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
1	Amplificador monocanal para FM	61.25	61.25
8	Amplificador monocanal para UHF	71.25	574
2	Fuente de Alimentación, 750 mA.	79.2	158.4
1	Distribuidor 2 salidas	7	7

2	Mezclador TIPO 1 para la mezcla con TVSAT	4.4	8.8
2	Chasis soporte para monocanales y fuente	13.8	27.6
18	Puentes de interconexión	2.7	48.6
4	Cargas adaptadoras	0.7	2.8
1	Instalación de sistema de cabecera en RITS. Ajuste de amplificación e instalación de elementos pasivos de mezcla a la salida para inserción de FI.	105.75	105.75
<b>TOTAL</b>			<b>994.2</b>

*Tabla 2: Presupuesto cabecera RTV*

### Partida 1.1.3.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE RTV:

Red doble de distribución de señal transparente, 5-2.150 MHz, compuesta por cable coaxial, tipo TR-165, amplificadores intermedios y derivadores.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
12	Derivadores	14	168
59.2	Mt cable tipo C1	0.75	44.4
2	Resistencia adaptadora 75 ohmios	0.05	0.1
1	Pequeño material para fijación de mecanismos en registro	0.6	0.6
1	Tendido de cableado de red de distribución a través de la canalización principal de la ICT. Colocación de elementos pasivos de derivación en Registros secundarios. Carga y adaptación de red.	154	154
<b>TOTAL</b>			<b>367.1</b>

Tabla 3: Presupuesto red de distribución de RTV

### Partida 1.1.4.- RED DE DISPERSIÓN DE RTV.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
90	Mts. Cable tipo C1, desde RS a RTR	0.55	49.5
40	Resistencias de 75 Ohmnios	0.05	2
1	Pequeño material para fijación de mecanismos en registro	0.6	0.6
1	Tendido y conexionado de cableado de la red de dispersión formada por cable coaxial desde el Registro Secundario hasta el RTR en el interior de cada una de las viviendas.	355.25	355.25
<b>TOTAL</b>			<b>407.35</b>

Tabla 4: Presupuesto de red de dispersión RTV

### Partida 1.2.- RED DE CABLE TRENZADO

#### Partida 1.2.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN Y DE DISPERSIÓN. PUNTO DE INTERCONEXIÓN:

Instalación de cables de 4 pares trenzados desde el Registro Principal hasta el punto de acceso al usuario de cada vivienda, a través de la canalización principal y secundaria.



UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
293.4	Mts. Cable de 4 pares UTP	0.8	234.72
1	Panel de conexión para 24 conectores RJ45 hembra	52	52
21	Conectores RJ45 hembra	6	126
1	Ud. Grapas sujeción cable en RITI y en RS	60	60
1	Tendido y conexionado de la red de distribución y dispersión de cable trenzado UTP, a través de los conductos de canalización principal y secundaria, desde el Registro Principal hasta el RTR de cada vivienda.	355.25	355.25
<b>TOTAL</b>			<b>827.97</b>

*Tabla 5: Presupuesto de red de distribución y de dispersión de red cable de par trenzado. Punto de interconexión*

### **Partida 1.3.- RED DE CABLE COAXIAL**

#### **Partida 1.3.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN Y DE DISPERSIÓN. PUNTO DE INTERCONEXIÓN:**

Instalación de Cables Coaxiales en estrella desde el Registro Principal hasta el punto de acceso al usuario de cada vivienda, a través de la canalización principal y secundaria.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
184.2	Mts. Cable coaxial	1.25	230.35
12	Conectores tipo F macho	0.7	8.4
1	Tendido y conexionado de la red de distribución y dispersión de cable coaxial, a través de los conductos de canalización principal y secundaria, desde el Registro Principal hasta el RTR de cada vivienda	620	620
<b>TOTAL</b>			<b>858.65</b>

Tabla 6: Presupuesto de red de distribución y de dispersión de red cable coaxial. Punto de interconexión

#### Partida 1.4.- RED DE FIBRA ÓPTICA

##### Partida 1.4.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN Y DE DISPERSIÓN. PUNTO DE INTERCONEXIÓN:

Instalación de cables de dos FO desde el Registro principal hasta el punto de acceso de usuario.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
293.4	Mts. Cable de dos F.0 monomodo	1.25	366.75
6	Cajas de segregación en registro secundario para contener las fibras ópticas de reserva	24	144
1	Panel de conexión para 24 conexiones dobles con sus acopladores SC/APC	120	120
36	Conector SC/APC	2.44	87.84
1	Tendido y conexionado de la red de distribución y dispersión de cable de Fibra óptica, a través de los conductos de canalización principal y secundaria, desde el Registro Principal hasta el RTR de cada vivienda y cada local.	800	800
<b>TOTAL</b>			<b>1518.59</b>

Tabla 7: Presupuesto de red de distribución y de dispersión de red de fibra óptica. Punto de interconexión

## Partida 1.5.- INFRAESTRUCTURAS

### Partida 1.5.1.- INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE ALIMENTACIÓN.

#### Partida 1.5.1.1.- RTV

##### Partida 1.5.1.1.1.- ARMARIO PARA PROTEGER EQUIPOS PARA RTV:

Armario modular para guardar equipos de RTV terrestre con puerta y cerradura.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
1	Armario conforme a la norma UNE20541 o UNE EN50298 y 1 con grado de protección según las normas UNE EN 60529 o UNE EN 50102	127	127
1	Pequeño material (tirafondos, tacos, etc...)	1.26	1.26
1	Instalación de Registro principal de RTV en RITS	12.75	12.75
<b>TOTAL</b>			<b>141.01</b>

Tabla 8: Presupuesto armario para proteger equipos RTV

##### Partida 1.5.1.1.2.- ANCLAJES BASES SISTEMAS DE CAPTACIÓN RTV:

Bases de antena parabólica debidamente instaladas en puntos señalados en cubierta del edificio.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
2	Base de antena parabólica compuesta por placa metálica de 1 250x250x2 mm y cuatro zarpas varilla M16	77	154
1	Material de sujeción (ferralla y tornillería)	12.85	12.85
1	Instalación de base de parábola en la cubierta del edificio	25.7	25.7
<b>TOTAL</b>			<b>192.55</b>

Tabla 9: Presupuesto anclajes bases sistemas de captación RTV

##### Partida 1.5.1.1.3.- CANALIZACIÓN DE ENLACE SUPERIOR:

canalización externa y de enlace superior, compuesta de 2 tubos de 40 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, con hilo de guía, uniendo base de antenas con RITS con doblado de tubos en su parte externa para evitar la entrada de aguas.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
4	Mts. De tubo de material de plástico no propagador de la llama, rígido de 40 mm de diámetro, norma UNE50086, incluido pasamuro en cubierta, con hilo guía.	1.4	5.6
1	Registro de Enlace (36 x 36 x 12)	65	65
1	Caja de Grapas para fijación en techo tramo comunitario	7.5	7.5
1	Instalación de conductos correspondientes a la canalización de enlace superior discurriendo entre RITS y la salida a cubierta.	26.1	26.1
<b>TOTAL</b>			<b>104.2</b>

Tabla 10: Presupuesto canalización enlace superior

#### Partida 1.5.1.2.- INFRAESTRUCTURA PARA REDES DE OPERADORES

##### Partida 1.5.1.2.1.- ARQUETA DE ENTRADA:

Arqueta de entrada de 40x40x60 cm de hormigón con cerco y tapa de Fundición Dúctil.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
1	Arqueta de entrada de 400x400x600 mm de hormigón con cerco y tapa de Fundición Ductil	295	295
1	Colocación y fijación de arqueta de entrada a la infraestructura común en zona de dominio público exterior a cargo de peón especializado. Excavación manual de hueco 0,193 m3, retirada de tierra y colocación de relleno	170	170
<b>TOTAL</b>			<b>465</b>

Tabla 11: Presupuesto arqueta de entrada

##### Partida 1.5.1.2.2.- CANALIZACIÓN EXTERNA Y REGISTRO DE ENLACE INFERIOR:

Canalización externa y de enlace inferior enterrada, compuesta de 6 tubos de 63 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, con hilo guía, entre la arqueta de entrada y el RITU, debidamente instalado y sin incluir las ayudas de albañilería.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
0.5	M3 de hormigón de relleno H-50 T/Max 18-20 mm	58	29

25	Mts. tubo de material plástico no propagador de la llama, rígido de diámetro 63, norma UNE 50086 con hilo de guía.	2	50
1	Registro de Enlace 450x450x120 mm, según la normativa, en parte interior del muro de la fachada	70	70
10	Separadores de tubos diámetro 63 mm	1.25	12.5
1	Instalación de conductos para canalización externa entre la arqueta de entrada y punto general del edificio. Instalación de registro de enlace en pared interior del muro interior de la construcción para posterior tendido de canalización de enlace inferior.	77.3	77.3
<b>TOTAL</b>			<b>238.8</b>

Tabla 12: Presupuesto canalización externa y registro de enlace inferior

**Partida 1.5.1.2.3.- CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR:**

Canalización de enlace inferior, compuesta por 4 tubos de 40 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, uniendo RE y RITI con grapas en techo en planta baja.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
10	Mts. Canalización e tubo de material de plástico no propagador de la llama, rígido con diámetro 40 mm, siguiendo la norma UNE 50086 con hilo de guía	1.25	12.5
1	Caja de grapas para fijación	9	9
1	Instalación de conductos correspondientes a la canalización de enlace inferior entre Registro de enlace inferior y RITI.	150	150
<b>TOTAL</b>			<b>171.5</b>

Tabla 13: Presupuesto canalización de enlace inferior

**Partida 1.5.1.2.4.- REGISTRO PRINCIPAL DE CABLE TRENZADO:**

Registro principal para alojar los paneles de conexión de la red de cable de pares de cobre UTP del inmueble debidamente instalado.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
1	Armario conforme a la norma UNE20541 o UNE EN50298 y con grado de protección según la normativa UNE60529 o UNE EN50102	120.8	120.8
1	Material de sujeción (tirafondos y tacos)	1.72	1.72
<b>TOTAL</b>			<b>122.52</b>

Tabla 14: Presupuesto registro principal de cable de par trenzado

#### Partida 1.5.1.2.5.- REGISTRO PRINCIPAL DE CABLE FO:

Registro principal para alojar los paneles de conexión de la red de cable de FO del inmueble.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
1	Armario conforme a la norma UNE20541 o UNE EN 50298 y con grado de protección según las normas UNE EN 60529 o UNE EN 50102	120.8	120.8
1	Material sujeción (tirafondos y tacos)	1.72	1.72
<b>TOTAL</b>			<b>122.52</b>

Tabla 15: Presupuesto registro principal de cable de F.O

#### Partida 1.5.2.- INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN

##### Partida 1.5.2.1.- CANALIZACIÓN PRINCIPAL:

Canalización principal compuesta por 6 tubos, según el caso, de 50 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, con hilo guía los de reserva, desde RITI a RITS, con interrupción en los registros de planta, alojados en patinillo de columna montante.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
60	Mts. de tubo de material plástico no propagador de la llama, rígido de 50 mm. de diámetro, norma UNE50086.	1.58	168
8	Caja registro secundario 45 x 45 x 15 cm.	133.26	1066.08
6	Ud. 2 bastidores soporte de tubos	7.33	43.98
	Instalación de conductos de canalización principal por		

1	montante de instalaciones del edificio. Grapeado con pared posterior mediante bastidor y brida y terminación en cada uno de los registros secundarios.	102	102
<b>TOTAL</b>			<b>1380.06</b>

Tabla 16: Presupuesto canalización principal

**Partida 1.5.2.2.- CANALIZACIÓN SECUNDARIA:**

Canalización secundaria formada por 3 tubos de 25mm de diámetro de plástico no propagador de la llama, desde RS a RTR en interior de cada vivienda, en roza sobre ladrillo doble.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
45	Mts. de tubo de 25 mm de material plástico no propagador de la llama, rígido, norma UNE50086.	0.55	24.75
1	Instalación de conductos que componen la canalización secundaria, discurriendo por las zonas comunes y por el interior de cada vivienda, de unión entre registro secundario y registro de terminación de red en el interior de las viviendas. Grapeado por falso techo.	402.25	402.25
<b>TOTAL</b>			<b>427</b>

Tabla 17: Presupuesto canalización secundaria

**Partida 1.5.3.- RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN:**

Armarios ignífugos para recintos de instalaciones de telecomunicación, según la normativa.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
1	Armario de 2000x1000x500 mm (RITI)	874.75	874.75
1	Armario de 2000x1000x500 mm apantallado (RITS)	912.27	912.27
1	Instalación de Recintos de Instalación de Telecomunicación modulares en espacios comunes habilitados	48.9	48.9
<b>TOTAL</b>			<b>1835.92</b>

Tabla 18: Presupuesto recintos de instalaciones de telecomunicación

<b>Capítulo 1.- Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión</b>	
Partida 1.1.- RED DE RTV	<b>2280.05</b>
Partida 1.2.- RED DE CABLE TRENZADO	<b>827.97</b>
Partida 1.3.- RED DE CABLE COAXIAL	<b>858.65</b>
Partida 1.4.- RED DE FIBRA ÓPTICA	<b>1518.59</b>
Partida 1.5.- INFRAESTRUCTURAS	<b>5201.08</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 1:</b>	<b>10686.34</b>

Tabla 19: Tabla resumen de Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión

## **Capítulo 2.- Infraestructura y Redes Interiores de Usuario**

### **Partida 2.1.- RED INTERIOR RTV**

#### **Partida 2.1.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO RTV:**

Puntos de Usuario (PAU) para los servicios de Radio y Televisión tanto terrenal como de satélite, incluido repartidores.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
12	PAU RTV con conector tipo F a su entrada.	5.8	69.6
60	Conector tipo F	0.5	30
24	Resistencias 75 ohmios tipo F	0.45	10.8
12	Distribuidor con 8 salidas transparentes en 5-2150 MHz	10	120
1	Pequeño material para fijación de mecanismos en registro.	0.8	0.8
1	Instalación de equipos pasivos de terminación, paso y distribución de señales de RTV distribuidas en la ICT. Fijación a fondo de Registro de Terminación de Red y conectorización y conexionado del cableado al dispositivo PAU.	151.7	151.7
<b>TOTAL</b>			<b>382.9</b>

Tabla 20: Presupuesto punto de acceso de usuario RTV

#### **Partida 2.1.2.- TOMA DE USUARIO Y RED DE USUARIO DE RTV:**

Red interior de usuario para el servicio de RTV compuesta por 5 bases de acceso terminal (toma) en cada vivienda tipo B0 y cable coaxial, tipo C1.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
60	Tomas de RTV, transparentes 5-2150 MHz	7.3	438



60	Embelledor TV-FM/FI	0.6	36
60	Conector tipo F	0.7	42
370	Mt. Cable coaxial tipo C1 desde RTR a la toma	0.75	277.5
1	Tendido de cableado interior desde PAU de distribución de RTV hasta las tomas de servicio de RTV. Instalación de tomas de servicio de radiodifusión sonora y televisión en el interior de cada una de las viviendas. Conexión del cableado procedente de la distribución del PAU, colocación del embellecedor y comprobación de niveles.	1950	1950
<b>TOTAL</b>			<b>2743.5</b>

Tabla 21: Presupuesto toma de usuario y red de usuario de RTV

### Partida 2.2.- RED INTERIOR CABLE TRENZADO

#### Partida 2.2.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO DE RED DE CABLE TRENZADO:

Puntos de Acceso de Usuario (PAU) para la red de cable trenzado UTP, instalados y debidamente conexonados.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
12	Rosetas hembra miniatura 8 vías	7	84
12	Conector RJ45 hembra	6	72
12	Multiplexores pasivos de 5 salidas	5.2	62.4
12	Latiguillos cat.6	10.4	124.8
1	Pequeño material para fijación de mecanismos em registro	0.4	0.4
1	Instalación y conexonado de roseta de terminación de red de cable de pares trenzados	350.5	350.5
<b>TOTAL</b>			<b>694.1</b>

Tabla 22: Presupuesto de punto de acceso de usuario de red de cable de par trenzado

#### Partida 2.2.2.- TOMA DE USUARIO Y RED DE CABLE TRENZADO:

Bases RJ45 incluyendo cable de cuatro pares UTP categoría 6 en red interior de usuario, desde el RTR a cada toma, montado en estrella y debidamente conexonado.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
144	Toma RJ45 con embellecedor.	8.5	1224
144	Conectores macho RJ45 en RTR.	6.75	972

171.76	Mts. cable de cobre de 4 pares UTP categoría 6, libre de halógenos desde RTR a toma de usuario.	0.8	137.408
1	Ud. Material de sujeción.	0.1	0.1
1	Tendido de cableado horizontal desde Registro de Terminación de red hasta cada una de las tomas RJ45 de servicio en el interior de las viviendas. Instalación de rosetas RJ45, inserción de pares y comprobación.	1502	1502
<b>TOTAL</b>			<b>3835.51</b>

Tabla 23: Presupuesto de toma de usuario y red de cable trenzado

### Partida 2.3.- RED INTERIOR CABLE COAXIAL

#### Partida 2.3.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO DE RED DE CABLE COAXIAL:

Puntos de Acceso de Usuario (PAU) para la red de cable coaxial.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
12	Distribuidores de dos salidas.	6.5	78
12	Conector tipo F macho, entrada a distribuidor	0.5	6
12	Resistencia 75 ohmios tipo F en distribuidor	0.4	4.8
1	Pequeño material para fijación de mecanismos en registro.	0.4	0.4
1	Instalación y conexionado de distribuidor de dos salidas.	120	120
<b>TOTAL</b>			<b>1835.92</b>

Tabla 24: Presupuesto de punto de acceso de usuario de red de cable coaxial

#### Partida 2.3.2.- TOMA DE USUARIO Y RED CABLE COAXIAL:

Tomas de usuario y cable coaxial en red interior de usuario, desde el RTR a cada toma, montado en estrella.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
24	Toma coaxial con embellecedor	8.1	194.4
24	Conector tipo F macho, salida de distribuidor	0.6	14.4
407.7	Mts. cable coaxial libre de halógenos desde RTR a toma	0.7	285.39
1	Ud. Material de sujeción.	0.2	0.3

1	Tendido de cableado horizontal desde Registro de Terminación de Red hasta cada una de las tomas de usuario en el interior de las viviendas	535.45	535.45
<b>TOTAL</b>			<b>1029.94</b>

*Tabla 25: Presupuesto de toma de usuario y red de cable coaxial*

#### **Partida 2.4.- PUNTO DE TERMINACIÓN DE RED FO**

##### **Partida 2.4.1.- PUNTO DE ACCESO DE USUARIO DE RED DE CABLE FO:**

Puntos de Acceso de Usuario (PAU) para la red de FO, instalado.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
12	Roseta de terminación de red con dos acopladores.	12	144
24	Conector SC/APC	2.6	62.4
1	Pequeño material para fijación de mecanismos en registro.	0.35	0.35
1	Instalación y conexión de roseta de terminación de red de fibra óptica.	370	370
<b>TOTAL</b>			<b>576.75</b>

*Tabla 26: Presupuesto de punto de acceso de usuario y red de cable F.O*

#### **Partida 2.5.- INFRAESTRUCTURAS**

##### **Partida 2.5.1.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE RTV:**

Canalización interior de RTV compuesta por tubo corrugado de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
470	Mts. tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm. de diámetro	0.33	122.1
60	Cajas registro de toma (64x64x42) mm	0.6	36
1	Tendido de conductos de unión del Registro de Terminación de Red y los diferentes registros destinados a la instalación de tomas de servicio de RTV en cada una de las viviendas. Grapeado a través de tabiquería seca y finalización en	1240.55	1240.55

	cajetín. Instalación de cajetines en las ubicaciones señaladas en proyecto en cada una de las estancias de la vivienda		
<b>TOTAL</b>			<b>1398.1</b>

Tabla 27: Presupuesto de canalización interior de RTV

**Partida 2.5.2.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE CABLE TRENZADO:**  
 Canalización interior para cable trenzado UTP compuesta por tubo corrugado de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
171.76	Mts. tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm. de diámetro.	0.33	56.68
60	Cajas registro de toma (64x64x42) mm	0.6	36
1	Tendido de conductos de unión del Registro de Terminación de Red y los diferentes registros destinados a la instalación de tomas de servicio RJ45 en cada una de las viviendas. Grapeado a través de tabiquería seca y finalización en cajetín. Instalación de cajetines en las ubicaciones señaladas en proyecto en cada una de las estancias de la vivienda. proyecto en cada una de las estancias de la vivienda	1640.55	1640.55
<b>TOTAL</b>			<b>1733.23</b>

Tabla 28: Presupuesto de canalización interior de cable de par trenzado

**Partida 2.5.3.- CANALIZACIÓN INTERIOR DE CABLE COAXIAL:**  
 Canalización interior de Cable Coaxial compuesta por tubo corrugado de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
750	Mts tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm. de diámetro.	0.33	247.5
144	Cajas registro de toma (64x64x42) mm	0.6	36
	Tendido y fijación de conductos de unión entre Registro de		

1	Terminación de Red y los diferentes registros de Cable Coaxial. Grapeado por techos y tabiquería seca. Finalización en cajetín. Instalación de cajetines en las ubicaciones señaladas en proyecto en cada una de las estancias de las viviendas	500	500
<b>TOTAL</b>			<b>783.5</b>

*Tabla 29: Presupuesto de canalización interior de cable coaxial*

**Partida 2.5.4.- REGISTROS DE TERMINACIÓN DE RED:**

Registros de terminación de red de 500 x 600 x 80 mm con tomas de corriente o bases de enchufe debidamente instalados.

UNIDAD	CONCEPTO	P.UNITARIO	SUBTOTAL
12	Cajas Registro de Terminación de red de 500x600x80 mm	41.75	501
30	Mts. Tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm de diámetro, con hilo de guía.	0.33	9.9
1	Instalación de Registros de Terminación de Red en el interior de las viviendas. Fijación en fondo de tabique seco en la ubicación señalada en proyecto. Tendido y fijación de conductos de unión entre Registro de Terminación de Red. Grapeado por techos y tabiquería seca. Terminación de conductos de servicio a tomas y gestión de las conducciones correspondientes a la canalización secundaria. Tendido de punto de conexión eléctrica unido a cuadro eléctrico de la vivienda.	101.75	101.75
<b>TOTAL</b>			<b>612.65</b>

*Tabla 30: Presupuesto de registros de terminación de red*

<b>Capítulo 2.- Infraestructura y Redes Interiores de Usuario</b>	
Partida 2.1.- RED INTERIOR RTV	<b>3126.4</b>
Partida 2.2.- RED INTERIOR CABLE TRENZADO	<b>4484.61</b>
Partida 2.3.- RED INTERIOR CABLE COAXIAL	<b>2865.86</b>
Partida 2.4.- PUNTO DE TERMINACIÓN DE RED DE FO	<b>576.75</b>
Partida 2.5.- INFRAESTRUCTURAS	<b>4527.48</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 2:</b>	<b>15581.1</b>

*Tabla 31: Tabla resumen de Infraestructuras y Redes Interiores de Usuario*

**RESUMEN:**

<b>TOTAL CAPÍTULO 1: Infraestructura y Redes de Alimentación, Distribución y Dispersión.</b>	10686.34
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: Infraestructura y Redes Interiores de Usuario.</b>	15581.1
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>26267.44</b>

*Tabla 32: Presupuesto final de la ICT*

## **ANEXO V: CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD.**

<b>A) DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....</b>	<b>166</b>
<b>B) CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD A TENER EN CUENTA EN LOS PROYECTOS TÉCNICOS DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES.....</b>	<b>167</b>
<b>1) INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y CANALIZACIÓN DE SOPORTE DE LAS REDES.....</b>	<b>168</b>
<b>1.1) Instalación de la infraestructura en el exterior del edificio.....</b>	<b>168</b>
<b>1.2) Instalación de la infraestructura en el interior del edificio.....</b>	<b>168</b>
<b>2) INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAPTACIÓN, LOS EQUIPOS DE CABECERA, Y EL TENDIDO Y CONEXIONADO DE LOS CABLES Y REGLETAS QUE CONSTITUYEN LAS DIFERENTES REDES.....</b>	<b>169</b>
<b>2.1) Instalación de los elementos de captación.....</b>	<b>169</b>
<b>2.2) Instalaciones eléctricas en el Recinto y conexión de cables y regletas. ....</b>	<b>170</b>
<b>2.3) Instalación de los equipos de cabecera y de los Registros Principales. ....</b>	<b>170</b>
<b>2.4) Tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes.....</b>	<b>171</b>

## **A) DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.**

En este apartado, se detalla una lista de Leyes, Decretos y Normas actualmente en vigor, que de una forma directa afectan a la Prevención de Riesgos Laborales y cuyas disposiciones son de obligado cumplimiento:

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre (BOE 10/11/95), de Prevención de Riesgos Laborales. Transposición al Derecho Español de la Directiva 89/391/CEE relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, así como las Directivas 92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE relativas a la aplicación de la maternidad y de los jóvenes y al tratamiento de las relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.
- Ley 50/1998, de 30 de diciembre (BOE 31/12/1998), de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social. (Modificación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, artículo 45, 47, 48 y 49).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales que modifica la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales e incluye las modificaciones que se introducen en la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, texto refundido aprobado por R.D. 5/2000, de 4 de agosto.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, (BOE 29/03/1995), (Estatuto de los trabajadores).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero (BOE 31/01/97), por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, modificado por R.D. 780/1998 de 30 de abril (BOE 01/05/98).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril (BOE 23/04/97), sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Transposición al Derecho Español de la Directiva 92/58/CEE de 24 de junio.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril (BOE 23/04/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Transposición al Derecho Español de la Directiva 89/654/CEE de 30 de noviembre.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/06/97) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de



equipos de protección individual. En BOE 18/07/97 (página 22094) se hace referencia a una corrección de errores de dicho R.D. 773/1997 de 30 de mayo.

- Real Decreto 1215/97, de 18 de julio (BOE 07/08/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio (BOE 21/06/2001), sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión (BOE 18/09/2002).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Vigente el art. 24 y el capítulo VII del título II, aprobada por Orden de 9 de marzo de 1971 (Trabajo) (BOE 16/03/1971).
- Reglamento de régimen interno de la empresa constructora, caso de existir y que no se oponga a ninguna de las disposiciones citadas anteriormente.

Existen otras Leyes, Decretos y Normas en vigor, que de una forma indirecta pueden afectar a la Prevención de Riesgos Laborales, pero que se omiten por no estar directamente relacionadas con los trabajos a realizar.

## **B) CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD A TENER EN CUENTA EN LOS PROYECTOS TÉCNICOS DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES.**

Se describen a continuación las actividades y tareas que deben realizarse para la ejecución de las infraestructuras proyectadas, así como para el mantenimiento previsto de las mismas, para que el responsable de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud (o del Estudio Básico de Seguridad y Salud), de la obra de edificación, evalúe los riesgos que se derivan de las mismas y establezca las medidas preventivas adecuadas.

La ejecución de un Proyecto de Infraestructura Común de Telecomunicaciones en el Interior de los edificios (ICT), tiene dos partes claramente diferenciadas que se realizan en dos momentos diferentes de la construcción:

- 1) Instalación de la infraestructura y canalización de soporte de las redes, que normalmente se realiza durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra.
- 2) Instalación de los elementos de captación, los equipos de cabecera, y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes, que normalmente se realiza durante la fase de instalaciones de la obra.

A continuación, quedan descritas las actividades anteriormente nombradas.

## **1) INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y CANALIZACIÓN DE SOPORTE DE LAS REDES.**

Esta infraestructura se puede subdividir en dos partes, una que se realiza en exterior del edificio y otra que se realiza en el interior del edificio. Normalmente se realizan durante la fase de CERRAMIENTO Y ALBAÑILERÍA DE LA OBRA.

A continuación, se detallan estas dos partes y los trabajos que conllevan.

### **1.1) Instalación de la infraestructura en el exterior del edificio.**

La infraestructura en el exterior del edificio está constituida por:

- Una arqueta que se instala en el exterior del edificio.
- Una canalización externa que parte de la arqueta y finaliza en el Registro de Enlace Inferior.

Los trabajos que comportan la instalación de la arqueta, y la canalización externa, consisten en:

- Excavación del hueco para la colocación de la arqueta.
- Excavación de zanja para la colocación de la canalización.
- Instalación de la arqueta y cerrado del hueco.
- Instalación de la canalización, confección del prisma que la contiene y cerrado del mismo.
- Reposición del pavimento.

Pueden ser realizados bien con medios mecánicos o bien con medios manuales.

### **1.2) Instalación de la infraestructura en el interior del edificio.**

La infraestructura en el interior del edificio está constituida por:

- Dos Recintos de Infraestructuras de Telecomunicación Modulares en el interior del edificio.
- Una red de tubos que unen el Registro de Enlace Inferior con los Recintos.

- Una red de tubos que une los Recintos entre sí, discurriendo por la vertical de la escalera con interrupción en los rellanos de los pisos donde se instalan los Registros secundarios.
- Una red de tubos que parten de los Registros secundarios de los rellanos y discurren por éstos hasta los Registros de terminación de Red, situados en cada vivienda.
- Una red de tubos que parte de los Registros de terminación de Red situados a la entrada de cada vivienda, y discurren por el interior de las mismas hasta puntos concretos de diversas estancias.

Los trabajos que comportan consisten en:

- Tendido de tubos de canalización y su fijación.
- Realización de rozas para conductos y registros.
- Colocación de los diversos registros.

## **2) INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAPTACIÓN, LOS EQUIPOS DE CABECERA, Y EL TENDIDO Y CONEXIONADO DE LOS CABLES Y REGLETAS QUE CONSTITUYEN LAS DIFERENTES REDES.**

Normalmente se realiza durante la fase de INSTALACIONES. Se pueden considerar cuatro partes diferenciadas:

- -La instalación en la cubierta de los elementos captadores de señal y sus soportes (antenas y mástiles).
- La instalación eléctrica en el interior del Recinto consistente en, un cuadro de protección, enchufes y alumbrado.
- El montaje de los equipos de cabecera y de los Registros Principales de los diferentes servicios en los Recintos.
- El tendido de los diferentes cables de conexión a través de los tubos y registros y el conexionado de los mismos. A continuación, se detallan estas cuatro partes y los trabajos que conllevan.

### **2.1) Instalación de los elementos de captación.**

Los trabajos a realizar para la instalación de los elementos de captación se realizan en la cubierta del edificio (azotea) serán los siguientes:

- Colocación de base de mástil.
- Colocación de antena sobre el mástil.

- Conexión de cable coaxial a la antena.
- Conexión a tierra del conjunto sistema de captación-elementos de soporte.

Las instalaciones antes descritas deben ser mantenidas periódicamente, ser complementadas con otras similares o incluso sustituidas. Dado que estos trabajos se realizarán después de finalizada la obra y terminado el edificio, las medidas de protección que se hayan definido como necesarias para la realización de los trabajos de instalación serán también necesarios durante estos trabajos de mantenimiento.

Por ello, en el estudio de Seguridad y Salud o en el Estudio Básico de Seguridad y Salud de la obra de edificación, se definirán dichas protecciones como permanentes, definiendo, igualmente las medidas de conservación de las mismas para garantizar su eficacia a lo largo del tiempo.

## **2.2) Instalaciones eléctricas en el Recinto y conexión de cables y regletas.**

La instalación eléctrica en el Recinto consiste en:

- Canalización directa desde el cuadro de servicios generales del inmueble hasta el cuadro de protección del Recinto.
- Instalación en el Recinto del cuadro de protección con las protecciones correspondientes.
- Montaje en el interior del cuadro de protección de los interruptores magnetotérmicos y diferenciales.
- Instalación de las bases de toma de corriente.
- Instalación de alumbrado normal y de emergencia.
- Red de alimentación de los equipos que lo requieran.

Se manejan tensiones máximas de 220 V-50 Hz para alimentación del equipamiento.

## **2.3) Instalación de los equipos de cabecera y de los Registros Principales.**

La instalación de los equipos de cabecera, y los Registros principales, consiste en la fijación a la pared de un chasis para el montaje en el mismo de amplificadores y otros elementos de pequeño tamaño y peso (así como manguitos, regletas, etc.) mediante tornillos, y la conexión eléctrica a una base de corriente.

## **2.4) Tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes.**

Consiste en:

- Pelado de cables coaxiales y cables eléctricos.
- Conexión de los mismos a bases u otros elementos de conexión mediante atornilladores.
- Utilización esporádica de soldadores eléctricos.
- Todas ellas se realizan en el interior del edificio (salvo el cable coaxial de conexión a las antenas).