

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



*Proyecto Fin de Carrera*

**DISEÑO DE RED DE  
TELECOMUNICACIONES PARA  
REHABILITACION DE EDIFICIO EN GIJÓN**

**Para acceder al Título de  
INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN**

**Autor: Juan Junquera Álvarez**

**Septiembre - 2017**



E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION

## **INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**CALIFICACIÓN DEL PROYECTO FIN DE CARRERA**

**Realizado por: JUAN JUNQUERA ÁLVAREZ**

**Director del PFC:**

**Título: "DISEÑO DE RED DE TELECOMUNICACIONES PARA REHABILITACION DE EDIFICIO EN GIJÓN"**

**Presentado a examen el día: 27 de septiembre de 2017**

para acceder al Título de

**INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN**

Composición del Tribunal:

Presidente (Apellidos, Nombre):

Secretario (Apellidos, Nombre):

Vocal (Apellidos, Nombre):

Este Tribunal ha resuelto otorgar la calificación de: .....

Fdo.: El Presidente

Fdo.: El Secretario

Fdo.: El Vocal

Fdo.: El Director del PFC

(sólo si es distinto del Secretario)

Vº Bº del Subdirector

Proyecto Fin de Carrera Nº  
(a asignar por Secretaría)

# ÍNDICE

## 1. PRESENTACIÓN

- A. Introducción
- B. Objetivo del proyecto

## 2. MEMORIA

- A. Datos generales
- B. Elementos que constituyen la ICT
  - I.- Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestres.
    - a) Consideraciones sobre el diseño
    - b) Señales de radiodifusión sonora y televisión terrestre que se reciben en el emplazamiento de las antenas receptoras
    - c) Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras
    - d) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras
    - e) Plan de frecuencias
    - f) Número de tomas
    - 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 las de los cables utilizados
      - 2) Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 15 MHz – 860 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario)
      - 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)
      - 4) Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida)
      - 5) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso
      - 6) Relación señal/ruido en la peor toma
      - 7) Productos de intermodulación (relación señal/intermodulación)

- h) Descripción de los elementos componentes de la instalación
- II.- Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite
- a) Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite
  - b) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite
  - c) Previsión para incorporar las señales de satélite
  - d) Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrestres
  - e) Cálculo de los parámetros básicos de la instalación
    - 1) Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso
    - 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) Atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta la toma de usuario
    - 5) Relación señal/ruido
    - 6) Relación señal/intermodulación
  - f) Descripción de los elementos componentes de la instalación
- III.- Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA)
- a) Redes de distribución y de dispersión
    - 1) Redes de Cables de Pares o Pares Trenzados
      - i. Establecimiento de la topología de la red de cables de pares
      - ii. Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de cables de pares trenzados y tipos de cables
      - iii. Estructura de distribución y conexión
      - iv. Número de tomas
      - v. Dimensionamiento
        - A. Punto de Interconexión
        - B. Puntos de Distribución de cada planta
      - vi. Resumen de los materiales necesarios para las redes de

distribución y dispersión de cables de cables de par  
trenzado

- A. Cables
- B. Regletas
- C. PAU
- D. BAT

## 2) Redes de Cables Coaxiales para TBA

- i. Establecimiento de la topología de la red de cables coaxiales
- ii. Número de tomas
- iii. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación
- iv. Estructura de distribución y conexión
- v. Dimensionamiento
  - A. Punto de Interconexión
  - B. Puntos de Distribución en cada planta
- vi. Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales
  - A. Cables
  - B. Elementos pasivos
  - C. Conectores

## 3) Redes de Cables de Fibra Óptica

- i. Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica
- ii. Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica y tipos de cables
- iii. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación
- iv. Estructura de distribución y conexión
- v. Dimensionamiento
  - A. Punto de Interconexión
  - B. Puntos de Distribución en cada planta
- vi. Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica
  - A. Cables
  - B. Panel de conectores de salida
  - C. Cajas de segregación
  - D. Conectores

## E. PAU

### b) Redes Interiores de Usuario

#### 1) Redes de Cables de Pares Trenzados

- i. Cálculo y dimensionamiento de la red de usuario para pares trenzados
- ii. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación
- iii. Estructura de distribución y conexión
- iv. Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal
- v. Tipos de cables
- vi. Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables de pares trenzados

A. Cables

B. Conectores

C. BAT

#### 2) Red de Cables Coaxiales

- i. Cálculo y dimensionamiento de la red de interior de usuario de cables coaxiales
- ii. Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales
- iii. Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal
- iv. Tipos de cables
- v. Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables coaxiales

A. Cables

B. Conectores

C. BAT

### IV.- Canalización e infraestructura de distribución

- a) Consideraciones sobre el esquema general del edificio
- b) Arqueta de entrada y canalización externa
- c) Registros de enlace inferior y superior
- d) Canalizaciones de enlace inferior y superior
- e) Recintos de Instalaciones de Telecomunicación
  - 1) Recinto Inferior
  - 2) Recinto Superior
  - 3) Recinto Único
  - 4) Equipamiento

- f) Registros Principales
- g) Canalización Principal y Registros Secundarios
- h) Canalización Secundaria y Registros de Paso
- i) Registros de Terminación de Red
- j) Canalización Interior de Usuario
- k) Registros de Toma
- l) Cuadro resumen de materiales necesarios

V.- Soluciones de protecciones e independencia

3. CONCLUSIONES

4. BIBLIOGRAFÍA

# 1.- PRESENTACIÓN

## A.- INTRODUCCIÓN

Si se analiza la historia de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en las últimas décadas se puede apreciar una evolución enorme de las mismas, a la vez que un crecimiento exponencial de la demanda por parte del usuario final. Durante estos años hemos vivido constantes avances empezando, quizá, por el la RTV y la telefonía fija hasta el acceso a Internet, los servicios de banda ancha o la llegada de fibra óptica hasta el usuario final.

Dicho aumento de demanda de los servicios por parte de los usuarios, como suele ser habitual, no fue seguido por una evolución de la normativa aplicable, provocando que los Operadores realizaran sus instalaciones hasta la vivienda del usuario como consideraran oportuno dependiendo de la situación que se encontraban para cada cliente. Se trataba de los tiempos en los que no era difícil ver fachadas con distintas antenas para televisión y/o parabólicas o una gran cantidad de cables.

La situación anterior derivó en la liberalización del mercado de las telecomunicaciones, debido a la necesidad de, por un lado, universalizar, y, por otro, garantizar el acceso a las redes por parte del usuario y el acceso al mismo por parte de los Operadores. Sin embargo, durante la aplicación práctica de dicha liberalización, descubrimos que el exceso de cableado permaneció, pues se abrió la mano a más Operadores que querían llegar al interior de la vivienda, esto es, hasta el usuario final.

Para resolver dicha problemática en el año 2003 nacen las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT), con la intención por parte del Legislador de estructurar las redes de los servicios presentes en el momento, pero también teniendo en cuenta los posibles futuros servicios, obteniendo así instalaciones más estructuradas y compartidas por los operadores.

De esta manera se van sucediendo distintos Reglamentos, que se intentan adaptar a la realidad de un mundo tan volátil como es el de las TIC de esta época, hasta llegar al actualmente en vigor Real Decreto 346/2011, legislación de referencia a día de hoy para el diseño y dimensionamiento mínimo exigido en la infraestructura común de telecomunicaciones.

En conclusión, la aparición de la ICT permite la libre competencia entre operadores ofreciendo una igualdad de condiciones en los servicios al usuario final.

## **B.- OBJETIVO DEL PROYECTO.**

En este proyecto fin de carrera, se realizará el diseño de la red de infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) de un edificio real de 6 viviendas situado en Gijón (Asturias), que incluye los servicios de telefonía disponibles al público, telecomunicaciones de banda ancha, televisión y radio. Para distribuir dichos servicios, los medios de transmisión desplegados en el presente proyecto son: cables coaxiales, cables de par trenzado categoría 6E y cables de fibra óptica.

El objeto del presente trabajo se centra en proporcionar al autor una aproximación a la redacción de los proyectos de Infraestructuras de Telecomunicaciones en edificación de cara a ser más efectivo en su trabajo actual, así como para comprobar cómo han evolucionado las necesidades de dichas redes, así como la legislación que las ampara, comparando el actual con la realidad de la promoción en cuestión.

El proyecto constará, por lo tanto, de dos partes. Una memoria, dónde se detallará la Infraestructura en sí misma, derivada de la regulación aplicable así como de las condiciones específicas dictadas por la Propiedad; y unas conclusiones, donde el autor desarrollará una comparativa entre la realidad del edificio y el presente proyecto, valorando las diferencias y opinando sobre la evolución de las redes en su aplicación práctica en la promoción inmobiliaria.

.

## 2. MEMORIA.

### A.- DATOS GENERALES

Todo proyecto de ICT lleva una portada tipo que contiene todos los datos de la obra:

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Proyecto de Infraestructura Común de Telecomunicaciones para: (Se incluirá una descripción genérica del edificio: tipología, número de bloques, cantidad de plantas, tipos de inmuebles y su uso): Edificio de 5 plantas (semisótano, baja, 2 y bajocubierta), con 6 viviendas.
<b>SITUACIÓN</b>	Calle: Confluencia de las calles Maria Bandujo, Escultor Sebastián Miranda y Gregorio García Jove Código Postal: 33201 Localidad: Gijón (Asturias)  Coordenadas:43° 32' 49"N 5° 39'42"O
<b>PROMOTOR</b>	Razón Social: Promociones Inmobiliarias. NIF: B-12 345.678 Dirección: Calle Principal 3 Código Postal: 33201 Localidad: Gijón (Asturias) Teléfono: 985 123 456
<b>AUTOR</b>	Apellidos y Nombre: Juan Junquera Álvarez Titulación: Ingeniero de Telecomunicación Dirección: Calle Gregorio García Jove 14, ppal.D Código Postal: 33201 Localidad: Gijón (Asturias) Teléfono: 606 972 369 Correo electrónico: jjunquera@asturgigia.com Nº. de Colegiado: XXXXX
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN</b>	En Gijón, a 28 de septiembre de 2017
<b>FIRMA</b>	VISADO DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

## **Objeto del Proyecto Técnico.**

Dar cumplimiento al Real Decreto-ley 1/1.998 de 27 de Febrero sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones y establecer los condicionantes técnicos que debe cumplir la instalación de ICT, de acuerdo con el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, relativo al Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y a la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria Turismo y Comercio, que desarrolla el citado Reglamento.

Así mismo se dará cumplimiento a la 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.

La infraestructura común de telecomunicaciones consta de los elementos necesarios para satisfacer inicialmente 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 o locales de las edificaciones, 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 de redes de los operadores habilitados.

## **B.- ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA ICT**

### **IV.- Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestres.**

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

Tras analizar el entorno electromagnético donde se asienta el edificio y realizar las medidas de campo necesarias, se han evaluado los niveles de campo que, en la situación actual, pueden considerarse como incidentes sobre las antenas. Estas se

han seleccionado para obtener, a su salida, un adecuado nivel de señal de las distintas emisiones del servicio.

Los canales serán amplificados en cabecera mediante amplificadores monocanales y de grupo, con objeto de evitar la intermodulación entre ellos. Su figura de ruido, ganancia y nivel máximo de salida se han seleccionado para garantizar en las tomas de usuarios los niveles de calidad exigidos por el Real Decreto 346/2011.

Las redes de distribución y dispersión se han diseñado para obtener el mayor equilibrio posible entre las distintas tomas de usuario con los elementos de red establecidos en el presente proyecto.

Siguiendo lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 346/2011 las redes de TV se han diseñado con una estructura estrella, debido a que el número de PAUs es menor o igual que 20, por lo que tendremos tantos cables (coaxial) como PAUs que saldrán del RITI.

No se instalará distribuidor de TBA ni tomas.

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

En el emplazamiento de las antenas se reciben los programas, indicados a continuación procedentes todos ellos de entidades con título habilitante y nivel de señal adecuado, no recibándose ningún programa de entidad sin título habilitante; no existiendo, por tanto, canales interferentes, así como los valores de señal que se han evaluado a la salida de las antenas.

CANAL	FRECUENCIA (MHz)	S (dB $\mu$ v)
22	482	70
27	522	70
28	530	70
32	562	70
35	586	70
39	618	70
42	642	70
43	650	70

CANAL	FRECUENCIA (MHz)	S (dB $\mu$ v)
45	666	70
FM	87,5 a 108	>71 (valor típico)

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

Las antenas para la recepción de las señales de los servicios de radiodifusión se instalarán sobre el tejado del edificio, en el punto más cercano a la cumbrera que la construcción permita. No obstante, durante la ejecución de la propia obra se ha de verificar que dicho punto cumpla tanto con las normativas aplicables, así como con una recepción de señal de calidad.

Al objeto de poder colocar los elementos captadores en la posición adecuada, se utilizará el conjunto soporte formado por una torreta de un solo tramo superior de 1,5 metros, sobre la que se situará un mástil de 3 metros que soportará las antenas. Las antenas seleccionadas serán:

SERVICIO	TIPO	GANANCIA	CARGA AL VIENTO
FM-radio	Omnidireccional	0 dB	37 Newtons
COFDM-TV (UHF)	Directiva	G>12,85 dB	127,9 Newtons
DAB (VHF)	Directiva	G>8 dB	50,2 Newtons

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

Teniendo en cuenta que el sistema portante estará situado a más de 20 metros del suelo, los cálculos para definir la misma se han realizado para velocidades de viento de 130 Km/h.

Como ya se ha indicado anteriormente, el sistema portante estará formado por:

- Una torreta metálica en celosía de 1,5 metros de altura. Una placa base compatible con la torreta que permitirá su fijación sobre la cubierta del edificio mediante una zapata de hormigón.
- Un mástil de 3 metros que se fijará a la torreta mediante anclajes adecuados.
- Base empotrable ajustable para torreta.

- Zapata

La estructura queda de la siguiente manera:

Altura respecto a la zapata (L)		Carga al viento (Q)
Antena FM	6 m	37 N
Antena DAB	4 m	50,2 N
Antena UHF	7 m	128 N
Antena parabólica	0 m	382,8 N

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

Esta estructura estará apoyada en una zapata de hormigón que tendrá unas dimensiones de 0,2 de alto por 0,5 tanto de ancho como de profundo, la cual tendrá incorporada la base de la torreta puesto que ésta es empotrable.

**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:

	BANDA II	BANDA V
CANALES OCUPADOS	FM	22, 27, 28, 32, 35, 39, 39, 42, 43, 45
CANALES INTERFERENTES	No hay	No hay

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

BANDA	CANALES UTILIZADOS	CANALES UTILIZABLES	SERVICIO RECOMENDADO
Banda I	No utilizable		
Banda II	87,5-108		FM-Radio

BANDA	CANALES UTILIZADOS	CANALES UTILIZABLES	SERVICIO RECOMENDADO
Banda S(alta y baja)		Todos excepto S1	TVSAT A/D
Banda III		Todos	TVSAT A/D Radio D terrestre
Hiperbanda		Todos	TVSAT A/D
Banda IV	22, 27, 28, 32, 35	Todos menos 22, 27, 28, 32, 35	TDT
Banda V	39, 42, 43, 45	Todos menos 39, 42, 43, 45	TDT
950-1.446 MHz		Todos	TVSAT A/D (FI)
1.452-1.492 MHz		Todos	Radio D Satélite
1.494-2.150 MHz		Todos	TVSAT A/D (FI)

#### f) Número de tomas.

El número mínimo de tomas de RTV, para el caso de las viviendas, es de una por cada dos estancias, o fracción (excluidos baños y trasteros) teniendo en cuenta que el número resultante sea mayor o igual a 2. No obstante, a petición de la Propiedad se han instalado tomas en todas las estancias.

ALTURA	VIVIENDA	NÚMERO DE ESTANCIAS	NÚMERO DE TOMAS	
			NORMATIVA	INSTALADAS
PRINCIPAL	Izquierda	3	2	3
	Derecha	2	2	2
PRIMERO	Izquierda	3	2	3
	Derecha	3	2	3
SEGUNDO	Izquierda	3	2	3
	Derecha	4	2	4

El número total de tomas es de 18, todas en vivienda. La distribución en el interior de cada vivienda será de topología en estrella desde cada toma de usuario hasta el Registro de Terminación de Red.

#### 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 LAS DE LOS CABLES UTILIZADOS**

Los distribuidores son elementos pasivos que se utilizan para obtener a partir de una señal de entrada dos o más salidas. Suelen ser parte de la red interior del usuario y permite la distribución de las señales en el interior de los domicilios, locales u oficinas.

También los derivadores son elementos pasivos que permiten extraer señales de la línea de bajada. Estas salidas nos permiten la segregación de las señales a la red de dispersión.

La configuración de la red está formada por redes árbol rama que partiendo desde la salida del mezclador terminan, cada una de ellas, en un derivador situado en el Registro Secundario de cada una de las plantas.

En cada una de las redes se colocan los siguientes elementos pasivos:

<b>DISTRIBUIDORES Y DERIVADORES</b>			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>NÚM. SALIDAS</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Mezclador/ Distribuidor	1	2	Obtener las dos redes de distribución y permitir la mezcla de las señales en F.I.
Distribuidores	6	2, 3 ó 4	Dar servicio interior en viviendas

**DERIVADORES DE PLANTA**

<b>ALTURA</b>	<b>DERIVADOR</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>PÉRDIDA DE ACOPLAMIENTO</b>
PLANTA 2ª	Tipo C	2	15 dB
PLANTA 1ª	Tipo A	2	10 dB
PRINCIPAL	Tipo A	2	10dB

**PAU's**

El Punto de Acceso al Usuario (PAU) es el elemento en el que comienza la red interior de usuario, permitiendo la delimitación de responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de averías. Se ubicará en el interior del domicilio del usuario, siendo preciso uno por vivienda, local u oficina. El total de PAU que se tienen que instalar y su función se indican a continuación:

TIPOLOGÍA	CANTIDAD	PAU	FUNCIÓN
Vivienda	6	6	Permitir al usuario la selección del cable de la red que desee
<b>Número total</b>		<b>6</b>	

## DISTRIBUIDORES INTERIORES

En cada vivienda se colocará, a la salida del PAU un distribuidor de tantas salidas como estancias tenga la vivienda (2, 3 ó 4).

A ellas se conectarán los cables de la red interior de usuario correspondientes a cada estancia.

Las tomas que queden en previsión serán cargadas con resistencias de 75  $\Omega$ .

## CABLES

Se utilizará un cable de 6,7 mm de diámetro exterior para la red de dispersión. Además, emplearemos un cable de 10,1 mm de diámetro para la red de distribución y usaremos un cable para exterior con 15 mm de diámetro. Todos ellos deberán cumplir la norma UNE-EN 50117-2-4.

### 2) CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DESDE LOS AMPLIFICADORES DE CABECERA HASTA LAS TOMAS DE USUARIO, EN LA BANDA 15 MHz – 860 MHz (SUMA DE LAS ATENUACIONES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN, DISPERSIÓN E INTERIOR DE USUARIO).

En la siguiente tabla se indican los valores de atenuación medidos en el rango de frecuencias de la banda, desde la salida de los amplificadores hasta las tomas, de las diferentes viviendas:

INMUEBLE	FRECUENCIAS (MHz)				
	50	100	200	500	800
2° D T1	33,15	33,50	33,85	34,46	35,27
2° D T2	32,83	33,18	33,53	33,98	34,67
2° DT3	32,67	33,02	33,37	33,74	34,37
2°D T4	32,43	32,78	33,13	33,38	33,92
2° I T1	32,59	32,94	33,29	33,62	34,22

INMUEBLE	FRECUENCIAS (MHz)				
	50	100	200	500	800
2° I T2	32,75	33,10	33,45	33,86	34,52
2° I T3	32,67	33,02	33,37	33,74	34,37
2° I T4	32,43	32,78	33,13	33,38	33,92
1° D T1	32,51	32,86	33,21	33,50	34,07
1° D T2	32,59	32,94	33,29	33,62	34,22
1° D T3	32,63	32,98	33,33	33,68	34,30
1° I T1	32,99	33,34	33,69	34,22	34,97
1° I T2	33,19	33,54	33,89	34,52	35,35
1° I T3	32,27	32,62	32,97	33,14	33,62
PPAL D T1	33,19	33,54	33,89	34,52	35,35
PPAL D T2	35,25	35,60	35,95	36,56	37,37
PPAL I T1	34,93	35,28	35,63	36,08	36,77
PPAL I T2	34,77	35,12	35,47	35,84	36,47
PPAL I T3	34,53	34,88	35,23	35,48	36,02

Los derivadores a utilizar en la instalación deben satisfacer los requerimientos

**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.**

Los rizados en la banda producidos por el cable en la toma con menor y mayor atenuación son de 5,1 y 4,7 dB, respectivamente.

Asimismo, los rizados producidos por el resto de elementos de red para ambas tomas son de  $\pm 2,75$  y  $\pm 2,25$  dB. El rizado máximo total esperado en los extremos de la banda será:

Toma mejor (dB)		Toma peor (dB)	
50 MHz	800 MHz	50 MHz	800 MHz
32,27	33,62	35,25	37,37

#### **4) AMPLIFICADORES NECESARIOS (NÚMERO, SITUACIÓN EN LA RED Y TENSIÓN MÁXIMA DE SALIDA).**

Los amplificadores sirven para mejorar la recepción de las señales cuando son débiles, siempre y cuando tengan un nivel suficientemente más alto que el ruido propio de los amplificadores. Sin embargo, en este tipo de instalaciones, y aunque el nivel de señal en la salida de las antenas es suficiente para un receptor, es necesario elevar este nivel para posteriormente poder realizar la distribución a todas las viviendas y contrarrestar las pérdidas que ello conlleva.

Para garantizar en la peor toma de un inmueble 40 dB $\mu$ V de señal de TV digital terrestre se requiere un nivel de 84,44 dB $\mu$ V a la salida del combinador en Z del conjunto de monocanales.

Por otra parte, para asegurar que en la mejor toma no se superan 70 dB $\mu$ V el nivel de salida, en el mismo punto, no debe superar 103,07 dB $\mu$ V.

Se seleccionan por tanto unos amplificadores de nivel de salida máximo 102 dB $\mu$ V para los monocanales, para una S/I = 35 dB, que se ajustarán para obtener 93,75 dB $\mu$ V, redondeando obtenemos 94 dB $\mu$ V a la salida del combinador en Z para todos los canales, lo que garantiza ampliamente que en la toma peor no se bajará de 40 dB $\mu$ V y en la mejor toma no se superará de 70 dB $\mu$ V.

Asimismo, el amplificador de grupo del servicio de radiodifusión en FM, se ajustará para obtener un nivel de salida de cabecera de 92,02 dB $\mu$ V y el amplificador del servicio de radio digital se ajustará para un nivel de salida de cabecera de 114 dB $\mu$ V.

Si una vez realizada la instalación, por el rizado en la respuesta de los elementos de red, resultase un nivel inferior a 50 dB $\mu$ V para TV digital terrestre, se subirá la salida de los amplificadores correspondientes (aumentando su ganancia) hasta obtener este valor, sin superar nunca los valores máximos especificados.

La configuración y características del edificio permiten la utilización de amplificadores de cabecera que alimenten a toda la red.

#### **5) NIVELES DE SEÑAL EN TOMA DE USUARIO EN EL MEJOR Y PEOR CASO.**

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, los valores de señal obtenidos tanto en el mejor como en el peor caso están dentro de los valores requeridos por la norma:

Nivel de señal de prueba en el mejor caso (dB $\mu$ V/75 $\Omega$ )	Nivel de señal de prueba en el peor caso (dB $\mu$ V/75 $\Omega$ )
1º D T1	2º D T2
60,17 dB $\mu$ V	54,73 dB $\mu$ V

Para la obtención de los niveles de señal de pruebas tanto en el mejor como en el peor caso, simplemente hemos recurrido al valor de salida de cabecera, en nuestro caso 94 dB $\mu$ V, al cual le hemos restado la atenuación en la mejor y peor toma respectivamente.

Realizando estos cálculos, cumplimos con el Real Decreto, es decir, tenemos una tensión en la mejor toma inferior a 70 dB $\mu$ V y además, una tensión mayor que 40 dB $\mu$ V en la toma peor.

#### 6) RELACIÓN SEÑAL/RUIDO EN LA PEOR TOMA.

La figura del ruido del conjunto cable de antena-amplificadores-combinador Z de entrada será inferior a 11,5 dB para el monocanal de TDT más próximo a la salida (el más crítico) y la ganancia desde la salida de éste amplificador hasta la peor toma es de unos 52,5 dB.

La figura de ruido de este canal es aproximadamente  $F_s = 12$  dB.

La relación señal a ruido será:

$$S/N = 44 \text{ dB} > 25 \text{ dB}$$

Asimismo la instalación garantiza ampliamente una relación  $S/N > 38$  dB para las señales FM-radio que llegan a la antena omnidireccional con suficiente nivel y una  $S/N > 18$  dB para las señales DAB-radio.

#### 7) PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN (RELACIÓN SEÑAL/INTERMODULACIÓN).

La relación S/I esperada para el caso peor (93,83 dB $\mu$ V) es de  $S/I = 40$  dB  $> 30$  dB.

Para:

Tensión de salida máxima de los amplificadores seleccionados: 110 dB $\mu$ V (S/I = 33 dB)

Nivel de salida ajustado según su posición en el combinador para todos los canales digitales en todos los portales

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

FASE	OBJETO	ELEMENTO
SISTEMAS CAPTADORES DE SEÑAL	FM B-II	1 Antena omnidireccional
	VHF (DAB)	1 Antena directiva G>9 dB
	UHF	1 Antena directiva G>12
SOPORTES PARA ELEMENTOS CAPTADORES		1 Torreta metálica en celosía de 1,5 m de altura
		1 Placa base compatible con la torreta que permitirá su fijación al suelo mediante una zapata de hormigón
		1 Mástil de 3 m que de fijará a la torreta mediante anclajes adecuados
		1 Conjunto de anclajes para fijar las antenas al mástil
AMPLIFICADORES Y CONVERSORES	FM BII	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 120 dB $\mu$ V
	C/27 B-IV	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 120 dB $\mu$ V
	C/28 B-IV	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 120 dB $\mu$ V
	C/32 B-IV	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 120 dB $\mu$ V
	C/35 B-IV	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 120 dB $\mu$ V
	C/39 B-V	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 110 dB $\mu$ V
	C/42 B-V	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 110 dB $\mu$ V
	C/43 B-V	1 Amplificador G = 55 dB y Vmax = 110 dB $\mu$ V
MEZCLADORES		Se utilizará un doble mezclador de FI para mezcla con TVSAT. Dispone de 3 entradas (FI 1, MATV, FI 2) y dos salidas (FI 1 + MATV, FI 2+ MATV).
DISTRIBUIDORES Y OTROS ELEMENTOS PASIVOS	Distribuidores	1 de dos salidas
		4 de tres salidas
		1 de cuatro salidas
	Derivadores	2 Tipo C
		4 Tipo A
	PAU	6 Unidades
Tomas	18 Unidades	
CABLES		250 de longitud total
MATERIALES COMPLEMENTARIOS		Fuentes de alimentación
		Resistencias de carga de 75 $\Omega$
		Puentes, cofres para equipos, tomas de tierra

**II.- Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite.**

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

Inicialmente en los proyectos ICT no está prevista la incorporación de las señales de satélite, sin embargo en este caso, se instalarán dos antenas parabólicas con la orientación adecuada para captar los canales provenientes del satélite Astra e Hispasat respectivamente.

Se ha comprobado la ausencia de obstáculos que puedan provocar obstrucción de la señal en ambos casos.

La orientación de cada una de las antenas será la siguiente:

SATELITE	ACIMUT	ELEVACIÓN
HISPASAT	214°	35°
ASTRA	146°	35°

Los diámetros necesarios para cada una de las antenas se calculan partiendo de la ecuación del enlace descendente:

PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Efectiva en el lugar del emplazamiento

G: Ganancia de la antena receptora

$\Lambda$ : Longitud de onda

D: Distancia al satélite (38.000 Km)

K: Constante de Boltzman ( $1,38E(-23)W/Hz^{\circ}K$ )

Te: Temperatura equivalente de ruido del conjunto conversor-antena

C/N: Relación señal a ruido medida a la salida del conversor.

En ambos casos se seleccionarán convertidores con una figura de ruido máxima de 0,7 dB y 55 dB de ganancia y alimentadores con polarización lineal.

### **ANTENA PARA HISPASAT**

Tomando los siguientes datos de partida:

PIRE: 52 dBw

C/N: 17,5 dB. Se ofrecerá una calidad al usuario de 16,5 dB (5,5 dB mejor que la requerida para señales digitales QPSK) y se considerará una posible degeneración de hasta 1dB en el factor de ruido por efecto de las redes de distribución.

Con estos datos la ganancia que debe tener la antena debe ser superior a los 36 dB, por lo que el diámetro de la misma podría ser de unos 60 cm. si es del tipo offset, y de

unos 90 cm. si es de foco centrado, dependiendo de las características de cada fabricante. Toda ganancia superior repercutiría en una mejora de la relación C/N, esto es, de la calidad.

## **ANTENA PARA HISPASAT**

Tomando los siguientes datos de partida:

PIRE: 50 dBw

C/N: 17,5 dB. Se ofrecerá una calidad al usuario de 16,5 dB (5,5 dB mejor que la requerida para señales digitales QPSK) y se considerará una posible degeneración de hasta 1dB en el factor de ruido por efecto de las redes de distribución.

Con estos datos la ganancia que debe tener la antena debe ser superior a los 41 dB, por lo que el diámetro de la misma podría ser de unos 80 cm. si es del tipo offset, y de unos 1200 cm. si es de foco centrado, dependiendo de las características de cada fabricante. Toda ganancia superior repercutiría en una mejora de la relación C/N, esto es, de la calidad.

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

Las antenas y elementos del sistema captador de señales deberán haber sido diseñadas para soportar las siguientes velocidades de viento:

- Sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h
- Sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 150 km/h

Los fabricantes de estos sistemas proporcionan conjuntos completos que permiten una adecuada instalación, y, por tanto, se deberá seleccionar aquel que haya sido diseñado en su conjunto para soportar la presión que ejerza el viento en cada caso.

En el que nos ocupa, al estar situados menos de 20 m del suelo, se deberá ajustar a una velocidad de viento de 130 km/h, si bien al no instalarse en primera instancia dichos sistemas captadores, nos limitaremos a insertar en la cubierta del edificio los anclajes que permitirán su posterior instalación.

Para la fijación de las antenas parabólicas se construirán dos zapatas cuyas dimensiones serán definidas por el arquitecto, a las cuales se fijarán, en su día, mediante pernos de acero de 16 mm embutidos en el hormigón que los conforma, los pedestales de las antenas.

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

La normativa aplicable no exige la instalación de los equipos necesarios para recibir estos servicios, pero este proyecto ofrece previsión su instalación. A continuación se realiza el estudio de dicha instalación, suponiendo que se distribuirán solo los canales digitales modulados en QPSK y suministrados por las actuales entidades habilitadas de carácter nacional.

La introducción de otros servicios o 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 los amplificadores de FI.

Se deja previsto, entonces, que próximo, y a una distancia inferior a 3 metros de la torreta de sustentación de las antenas terrestres, se instalarán dos placas base para la futura colocación de las antenas parabólicas que permitirán dotas al edificio de este servicio, así como las canalizaciones de enlace superior.

Además, en el Recinto Único de Instalaciones de Telecomunicaciones (RITU) se reserva el suficiente espacio para la colocación de los elementos de recepción, procesamiento y mezcla de las señales de satélite.

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

Las señales captadas por las antenas de FM, DAB y TDT se introducirán en una cabecera de amplificación. La salida de dicha cabecera (MATV), se conectara a un mezclador de tres entradas (FI 1, MATV, FI 2), y su salida se repartirá en dos bajantes, las cuales contendrán las señales terrestres mezcladas con las de satélite.

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

#### **1) NIVELES DE SEÑAL EN LA TOMA DE USUARIO EN EL MEJOR Y PEOR CASO.**

El mejor y peor nivel de señal esperado en las tomas de usuario para las señales de TV digital vía satélite son los siguientes:

<b>Mejor nivel de señal (dB<math>\mu</math>V)</b>	<b>Peor nivel de señal (dB<math>\mu</math>V)</b>
---	--

Mejor nivel de señal (dB $\mu$ V)	Peor nivel de señal (dB $\mu$ V)
1° D T2	2° D T2
66,73 dB $\mu$ V	57,67 dB $\mu$ V

## 2) RESPUESTA AMPLITUD-FRECUENCIA EN LA BANDA 950-2.150

Los rizados en la banda producidos por el cable en la toma con menor y mayor atenuación son de 3 y 4,4 dB, respectivamente.

Asimismo, los rizados producidos por el resto de elementos de red para ambas tomas son de  $\pm 1,75$  y  $\pm 2,75$  dB. El rizado máximo total esperado en la banda será:

Toma con menor atenuación (dB)	Toma con mayor atenuación (dB)
6,5	9,9

La variación en la respuesta de amplitud con la frecuencia será inferior a  $\pm 4$  dB en cualquier canal, y nunca superará los  $\pm 1,5$  dB/MHz.

## 3) AMPLIFICADORES NECESARIOS

Para garantizar en la peor toma 47 dB $\mu$ V de señal de TV vía satélite se requiere un nivel de 97,68 dB $\mu$ V a la entrada del mezclador.

Por otra parte, para asegurar que en la mejor toma no se superan 77 dB $\mu$ V en el nivel de salida, en este mismo punto, no debe superar 114,17 dB $\mu$ V.

Se seleccionan amplificadores de nivel de salida máximo 118 dB $\mu$ V para una S/I=35 dB en la prueba de dos tonos que serán ajustados para que a su salida se obtengan 103,9 dB $\mu$ V, el cual redondeamos al entero superior, quedándose en 104 dB $\mu$ V.

## 4) ATENUACIÓN DESDE LA SALIDA DE LOS AMPLIFICADORES DE CABECERA HASTA LAS TOMAS DE USUARIO

Los derivadores seleccionados tienen unos aislamientos que garantizan unos desacoplos entre tomas de distintos usuarios de 20dB en la banda de 950-2.150 MHz.

INMUEBLE	FRECUENCIAS (MHz)		
	950	1.500	2.500
2º D T1	41,63	42,58	44,36
2º D T2	40,91	41,66	43,28
2º DT3	40,55	41,20	42,74
2ºD T4	40,01	40,51	41,93
2º I T1	40,37	40,97	42,47
2º I T2	40,73	41,43	43,01
2º I T3	40,55	41,20	42,74
2º I T4	40,01	40,51	41,93
1º D T1	39,83	40,28	41,66
1º D T2	40,19	40,54	42,20
1º D T3	40,37	40,97	42,47
1º I T1	40,46	41,09	42,61
1º I T2	40,73	41,43	43,01
1º I T3	41,27	42,12	43,82
PPAL D T1	41,72	42,70	44,50
PPAL D T2	39,65	40,05	41,39
PPAL I T1	39,83	40,28	41,66
PPAL I T2	40,19	40,74	42,20
PPAL I T3	40,73	41,43	43,01

#### 5) RELACIÓN PORTADORA-RUIDO

Queda determinada por el conjunto antena-conversor, menos una posible degeración máxima en la red de 1 dB:

SATÉLITE	C/N (dB)
ASTRA	16,5
HISPASAT	16,5

#### 6) RELACIÓN SEÑAL-INTERMODULACIÓN

Para un nivel máximo de salida del amplificador de 120 dB $\mu$ V y un nivel nominal de salida por portadora de 103,18 dB $\mu$ V, la relación señal intermodulación será:

$$S/I = 35 \text{ dB} > 18 \text{ dB}$$

#### **f) Descripción de los elementos componentes de la instalación.**

No se instalan ni los elementos captadores ni el amplificador de cabecera. Sí se instalarán dos placas base para la futura colocación de las antenas parabólicas que permiten dotar al edificio de este servicio, así como las canalizaciones de enlace superiores y las redes de distribución y usuario transparente hasta 2.150 MHz.

### **III.- Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).**

Este capítulo tiene por objeto describir y detallar las características de la red que permitan el acceso y la distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha.

Según se establece en el artículo 9 del Real Decreto 346/2011 en este proyecto se describirán y proyectarán la totalidad de las redes que pueden formar parte de la ICT, de acuerdo a la presencia de operadores que despliegan red en la ubicación de la futura edificación.

#### **a) Redes de distribución y de dispersión**

##### **1) REDES DE CABLE DE PARES O PARES TRENZADOS**

###### **i. ESTABLECIMIENTO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE CABLES DE PARES**

###### **RED DE ALIMENTACIÓN**

Los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha, accederán al edificio a través de sus redes de alimentación, que pueden ser mediante cables o vía radio. En cualquier caso, accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente y terminaran en unas regletas de conexión (Regletas de Entrada).

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

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

En el RITU 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: CABLE DE PARES TRENZADOS

Con el diseño del tendido de la red de distribución/dispersión de cables de pares trenzados previsto en el presente proyecto, no se supera, en ningún caso, la longitud de 100 m entre el registro principal y cualquiera de los PAU, por lo que se realizarán las citadas redes mediante cables de pares trenzados, de acuerdo a lo establecido en el apartado 3.1.1 del Anexo II del Reglamento.

La red interior del edificio se compone de:

- Red de distribución
- Red de dispersión
- Red 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).
- Punto de acceso al usuario (entre la red de dispersión y la red interior de usuario).

#### ii. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE CABLES DE CABLES DE PARES TRENZADOS Y TIPOS DE CABLES

El dimensionamiento de las redes vendrá dado por el número máximo de pares y cables que vayan a necesitar a largo plazo.

Las condiciones que se deben satisfacer requieren que la red interior sea capaz de atender la demanda telefónica del inmueble a largo plazo, y para ello se realizará una evaluación de las necesidades telefónicas de sus usuarios. Para determinar el número de líneas necesarias se aplicarán los valores siguientes, que podrán ser afectados por los índices correctores correspondientes:

<b>CRITERIOS MÍNIMOS</b>	
VIVIENDAS	2 líneas por unidad

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ALIMENTACION

El dimensionamiento de esta red es responsabilidad de los Operadores, como ya se había comentado. El acceso de la misma hasta el RITU se establecerá por los conductos previstos en la infraestructura.

El equipo terminal que se instala en el RITU y los de captación y adaptación, en su caso, será responsabilidad de cada Operador.

En el RITU solo se dejará espacio previsto para la instalación de equipos de adaptación de este servicio para los operadores que accedan vía radio; y para la instalación de la terminación de red de alimentación de todos los operadores, lo más próximo posible al Registro Principal de la Red de Distribución comunitaria.

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Esta red está formada por el cable o cable multipares y demás elementos que prolongan los pares de la red de alimentación, distribuyéndolos por el inmueble, dejando disponibles una cierta cantidad de ellos en varios puntos estratégicos, para poder dar el servicio posible a cada usuario.

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

<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	
<b>USUARIO</b>	<b>PARES</b>

DESTINO	NÚMERO	POR USUARIO	NÚMERO
VIVIENDA	6	2	12
TOTAL PARES PREVISTOS			12
COEFICIENTE CORRECTOR OCUPACIÓN AL 70 %			1,4
TOTAL PARES NECESARIOS			16,8
<b>TOTAL PARES A INSTALAR</b>			<b>18</b>

Teniendo en cuenta que el número de pares a instalar es menor de 30, se ha determinado que el cable a emplear será de acometida de dos pares en este inmueble

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISPERSIÓN

Es la que va desde la regleta de distribución situada en el registro secundario hasta el registro de terminación de red en cada vivienda.

Se instalarán cables de acometida que cubran la demanda prevista, conectándolos al correspondiente terminal de la regleta del punto de distribución. Dicha conexión se realizará correlativamente de arriba hacia abajo de acuerdo a una ordenación de viviendas.

Está formada por un cable de dos pares, que va desde la regleta de distribución situada en el registro secundario hasta el registro de terminación de red en cada vivienda.

En el registro de terminación de red en cada vivienda se instalará un Punto de Acceso al Usuario (PAU) por cada par y, previo al acuerdo entre las partes, podrá ser suministrado por el operador del servicio.

RED DE DISPERSIÓN INMUEBLE	
POR VIVIENDA	1 cable de 2 pares (4 hilos)

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INTERIOR DE USUARIO

Los elementos necesarios para conformar la red privada de cada usuario, como pueden ser el número de BAT (se hace referencia ellos en el punto ) o los pares de esta red, se conectarán a las Bases de Acceso Terminal y se prolongarán hasta el Punto de Acceso al Usuario, dejando la longitud suficiente para su posterior conexión al mismo.

Desde cada BAT a una regleta montada en el PAU se utilizará topología en estrella, por lo que se necesitan tantos cables de un par como número de tomas se instalen.

En el PAU de cada vivienda se instalará una regleta de 5 pares.

<b>RED INTERIOR</b>			
<b>Nº BAT</b>	<b>SITUACIÓN DE TOMAS</b>	<b>Nº CABLES</b>	<b>Nº PARES</b>
2	Salón y dormitorio principal	2	1 par (2 hilos)
3	Salón (cocina), dormitorio principal y dormitorio	3	1 par (2 hilos)

### iii. ESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIÓN

Como se ha determinado en el apartado anterior, la red de distribución estará formada por cable de acometida de dos pares. La distribución de pares y el número de regletas a instalar en cada punto de interconexión se realizará del siguiente modo:

<b>DISTRIBUCIÓN DE PARES Y REGLETAS EN REGISTROS SECUNDARIOS</b>		
<b>PLANTA</b>	<b>PARES SEGREGADOS</b>	<b>REGLETAS 5 PARES</b>
2ª	4 + 2 de reserva	2
1ª	6 + 3 de reserva	2
PRINCIPAL	4 + 2 de reserva	2
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>6</b>

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

La numeración de los pares se realizará como sigue, en el punto de interconexión:

<b>PLANTA</b> <b>VIVIENDA</b>	<b>2ª</b>	<b>1ª</b>	<b>PRINCIPAL</b>	
IZQUIERDA	1 – 2	7 – 8	13 – 14	Pares
	R1	R3	R5	Regleta
DERECHA	3 – 4	9 – 10	15 – 16	Pares
	R1	R3	R5	Regleta
RESERVA	5 – 6	11 – 12	17 – 18	Pares
	R1-2	R3-4	R5-6	Regleta

#### iv. NÚMERO DE TOMAS

El número mínimo de BAT para viviendas será de una por cada dos estancias o fracción (excluidos baños y trasteros), teniendo en cuenta que el número resultante sea igual o superior a 2. No obstante, a petición de la Propiedad se instalarán tomas en todas las estancias.

<b>ALTURA</b>	<b>VIVIENDA</b>	<b>NÚMERO DE ESTANCIAS</b>	<b>NÚMERO DE TOMAS</b>	
			<b>NORMATIVA</b>	<b>INSTALADAS</b>
PRINCIPAL	Izquierda	3	2	3
	Derecha	2	2	2
PRIMERO	Izquierda	3	2	3
	Derecha	3	2	3
SEGUNDO	Izquierda	3	2	3
	Derecha	4	2	4

El número total de tomas es de 18, todas en vivienda.

#### v. DIMENSIONAMIENTO

##### A. Punto de Interconexión

Realiza la unión entre las redes de alimentación de los Operadores del servicio y la distribución de las ICT del edificio, y delimita las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el Operador y la Propiedad.

Los pares de las redes de alimentación se terminan en unas regletas de conexión (Regletas de Entrada) independientes para cada Operador. Estas regletas serán instaladas por dichos Operadores. Los pares de la red de distribución se terminan en otras regletas de conexión (Regletas de Salida), que serán instaladas por la Propiedad. El número total de pares de la Regleta de Entrada (para todos los Operadores) será 1,5 veces el número de pares de las Regletas de Salida. La unión de ambas regletas se realiza mediante hilos-puente.

Según se determinó anteriormente, por el número de pares necesario y el número de pares a instalar, el punto de interconexión del edificio estará formado por 3 regletas de salida de 10 pares, a montar en el Registro Principal.

#### B. Punto de Distribución de cada planta

Los pares segregados en cada planta se conectarán a las regletas de conexión montadas en el Registro Secundario.

Se equipará con 1 regleta de 5 pares cada Registro Secundario de cada planta, como se refleja en las tablas anteriores.

La red de dispersión está formada por 2 cables de una par cada uno, o por uno de dos pares, que van desde el punto de Distribución situado en el Registro Secundario hasta el Punto del Acceso del Usuario en el registro de terminación de red de cada vivienda.

En el registro de terminación de red de cada vivienda se instalarán dos PAU de una línea, o un PAU de dos líneas.

La red interior de usuario es la parte de red que va desde el PAU hasta cada base terminal (BAT). En la vivienda se han previsto tantas BAT como estancias tengan las viviendas, estas son el salón (cocina), dormitorio principal y dormitorio. Se utilizará topología de estrella, por lo que se necesita un cable desde cada una de las BAT al PAU.

### vi. RESUMEN DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE CABLES DE PAR TRENZADO

#### A. Cables

Cable de acometida de dos pares para la red de distribución y dispersión

Cable de 1 par para la red interior de cada usuario

B. Regletas

3 de 10 pares en el Punto de Interconexión

6 de 5 pares en Punto de Distribución

C. PAU.

6 de 2 líneas ó 12 de 1 línea.

D. BAT

18

## **B) REDES DE CABLES COAXIALES PARA TBA.**

### **i. ESTABLECIMIENTO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE CABLES COAXIALES.**

#### **RED DE ALIMENTACIÓN**

Los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de cable coaxial para servicios de banda ancha, accederán al edificio a través de sus redes de alimentación. En cualquier caso, accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente y terminarán sus redes en unos paneles de conexión o regletas de entrada situadas en el Registro Principal de Cables Coaxiales situados en el RITU. Estos paneles de conexión estarán constituidos por derivadores terminados en conectores tipo F hembra.

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

Del Registro Principal de Cables Coaxiales, partirán los propios cables de la red de distribución de la edificación terminados con conectores tipo F macho.

En el RITU se deberá hacer una previsión de espacio para el caso de que sea necesaria amplificación, tanto para el caso que cuando el operador accede mediante cable o vía radio.

#### **RED INTERIOR DEL EDIFICIO**

Al tratarse de una edificación con 6 PAUS, la red de distribución y dispersión se hará en estrella desde el Registro Principal de Cables Coaxiales.

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 la red de cable coaxial 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).

ii. NÚMERO DE TOMAS.

El número mínimo de tomas en el caso de viviendas es de una por cada dos estancias o fracción (excluidos baños y trasteros), y teniendo en cuenta que el número resultante sea mayor o igual a dos; no obstante, a petición de la Propiedad se han instalado tomas en todas las estancias.

ALTURA	VIVIENDA	NÚMERO DE ESTANCIAS	NÚMERO DE TOMAS	
			NORMATIVA	INSTALADAS
PRINCIPAL	Izquierda	3	2	3
	Derecha	2	2	2
PRIMERO	Izquierda	3	2	3
	Derecha	3	2	3
SEGUNDO	Izquierda	3	2	3
	Derecha	4	2	4

El número total de tomas es de 18, todas en vivienda. La distribución en interior de cada vivienda será con tipología de en estrella desde cada toma de usuario hasta el PAU.

iii. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN.

## CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE CABLES COAXIALES.

Se utilizará un cable cuya atenuación es de 0,2 dB/metro a 860 MHz en red de dispersión y 0,1 dB/metro en la red de distribución. Para 86 MHz tenemos una atenuación de 0,07 dB/metro en la red de dispersión y 0,04 dB/metro para la red de distribución. La atenuación total desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y cada local será la suma de la atenuación del cable más la atenuación del distribuidor de 2 salidas (4 dB a 860 MHz y 3,9 dB a 86 MHz) y la atenuación de dos conectores F uno en cada extremo del cable que aportan 1 dB entre los dos.

La siguiente tabla muestra las atenuaciones a 86 MHz y 860 MHz, desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y cada local.

ALTURA	VIVIENDA	DISTANCIA DE DISTRIBUCIÓN (m)		FRECUENCIA (MHz)	
		RITU-RS	RS-PAU	86	860
PRINCIPAL	Izquierda	15,93	6,79	6,01 dB	7,95 dB
	Derecha	15,93	12,54	6,44 dB	9,10 dB
PRIMERO	Izquierda	18,83	6,73	6,12 dB	8,22 dB
	Derecha	18,83	6,79	6,12 dB	8,23 dB
SEGUNDO	Izquierda	21,73	6,73	6,24 dB	9,52 dB
	Derecha	21,73	6,79	6,25 dB	9,54 dB

En ningún caso se supera el valor máximo de 20 dB establecido en el Anexo II del Real Decreto 346/2011.

En este caso concreto, tenemos dos atenuaciones diferentes de cable para cada banda de frecuencias, puesto que se ha usado un cable para la red de distribución y otro para la de dispersión.

### iv. ESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIÓN

Como se ha realizado en apartados anteriores la distribución de esta red se hará en estrella mediante un cable 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 y del local.

### v. DIMENSIONAMIENTO

#### A. Punto de Interconexión.

No se equipará 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 el servicio.

#### B. Puntos de Distribución en 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, por lo que el punto de distribución carece de implementación física.

### vi. RESUMEN DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE CABLES COAXIALES

#### A. Cables

Se tenderá cable coaxial tipo RG 59 de 6,5 mm de diámetro.

#### B. Elementos pasivos

Se instalarán distribuidores de dos salidas en cada una de las viviendas.

El número total de distribuidores de dos salidas es de 6.

#### C. Conectores

Cada uno de los cables de cada vivienda quedará terminando en sus dos extremos mediante un conector F macho.

El número total de conectores de tipo F macho es de 12.

### **C) REDES DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA**

#### i. 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. En cualquier caso, accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación

correspondiente y terminaran sus redes en unos paneles de conectores de entrada situados en el Registro Principal de Cables de Fibra Óptica situados en el RITI.

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

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.

#### RED INTERIOR DEL EDIFICIO

Al tratarse de una edificación con 6 PAU, la red de distribución y dispersión se hará mediante dispersión multifibra.

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 la red de distribución emplearemos una distribución multifibra. Sin embargo, en el RS de cada planta haremos la extracción de las fibras ópticas que necesitemos, teniendo una red de dispersión de cable de 2 F.O. Los cables sobrantes se quedarán en el RS.
- Punto de acceso de usuario (entre la red de dispersión y la red interior de usuario).

#### ii. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y TIPOS DE CABLES

La edificación de 6 viviendas objeto del presente proyecto, se corresponde con la siguiente tabla:

<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>			
<b>USUARIO</b>		<b>NÚMERO DE PAU</b>	<b>NÚMERO DE ACOMETIDAS DE FO</b>
<b>DESTINO</b>	<b>NÚMERO</b>		
VIVIENDA	6	6	6
TOTAL ACOMETIDAS PREVISTOS			6
COEFICIENTE CORRECTOR			1,2
TOTAL PARES NECESARIOS			7,2

TOTAL PARES PREVISTOS	9
NÚMERO TOTAL DE FO	18

Con la finalidad de que en cada planta exista al menos una acometida de reserva para posibles roturas o averías, se ha previsto instalar 9 cables, es decir, 18 F.O.

Dado que la red de distribución de cables de fibra óptica es de tipo multifibra, los cables de la red pasan por el RS de cada planta, donde seleccionamos los que queremos para la red de dispersión, la cual estará formada por cables de 2 F.O. Los cables de reserva quedarán en el registro secundario de cada planta con holgura suficiente para llegar al PAU más alejado de esa planta.

### iii. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN

Se utilizará un cable multifibra en la red de distribución y uno de 2 F.O 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. La atenuación total desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y cada local será la suma de la atenuación del cable más la atenuación del conector SC/APC que se instalará en ambos extremos del cable y que aportan 0,5 dB entre los dos. Además, no debemos de olvidar la atenuación producida por el empalme situado en cada RS, el cual tiene una atenuación de 0,2 dB.

La siguiente tabla muestra las atenuaciones desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda:

ALTURA	VIVIENDA	DISTANCIA RITU-RTR (m)	1310 nm	1490 nm	1550 nm
PRINCIPAL	Izquierda	22,72	0,7090 dB	0,7079 dB	0,7068 dB
	Derecha	28,47	0,7113 dB	0,7099 dB	0,7085 dB
PRIMERO	Izquierda	25,56	0,7102 dB	0,7089 dB	0,7076 dB
	Derecha	25,62	0,7102 dB	0,7089 dB	0,7076 dB
SEGUNDO	Izquierda	28,46	0,7113 dB	0,7099 dB	0,7085 dB
	Derecha	28,52	0,7113 dB	0,7099 dB	0,7085 dB

Para realizar los siguientes cálculos, en primer lugar, pasamos la distancia del RITI al RTR a kilómetros. Posteriormente, multiplicamos por la atenuación del cable correspondiente y finalmente añadimos la atenuación debida al conector y al empalme.

A partir de los cálculos realizados, comprobamos que en ningún caso se supera el valor máximo establecido en el Anexo II del Real Decreto 346/2011, de 1,55 dB.

#### iv. ESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIÓN

Como se ha indicado en apartados anteriores, la distribución de esta red será mediante fibra multipar que partirá del punto de interconexión situado en el Registro Principal en el RITI y terminará en el RS de cada planta. En dicho registro, sacaremos tantos cables de 2 F.O como PAUs tengamos en dicha planta, en este caso, dos.

#### v. DIMENSIONAMIENTO

##### A. Punto de Interconexión

Dado que se deben conectar 9 cables de fibra óptica cada uno con 2 fibras ópticas, se equipará un panel de 24 F.O, lo que nos proporciona 12 cables de dos fibras ópticas de reserva, puesto que solo usaremos 12 F.O como hemos descrito en apartados anteriores.

##### B. Puntos de Distribución en cada planta

La distribución de cada planta se realizará mediante cajas de segregación colocadas en los registros secundarios a partir de las cuales se sacarán los cables de dos fibras ópticas necesarios para cada vivienda.

#### vi. RESUMEN DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

##### A. Cables

Se tenderá cable de dos fibras ópticas para la red de dispersión.

En el caso de la red de distribución, tendremos un cable de 24 F.O.

##### B. Panel de conectores de salida

Se instalará un módulo de 24 F.O.

##### C. Cajas de Segregación

Se utilizan cajas de segregación en el registro secundario de cada planta, donde se empalmará el cable de fibra óptica de la red de distribución que viene en cables de 24

F.O, con los cables de fibra óptica que van en cables de acometida de 2 fibras hasta los registros de terminación de red.

Conviene destacar que los cables de dos fibras ópticas de reserva no se dejan arrollados en el registro secundario de cada planta.

#### D. Conectores

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

Se instalarán por tanto 6 conectores SC/APC en el panel de conexiones. Además en cada roseta de fibra óptica se instalarán 2 conectores en cada una, teniendo un total de 12 conectores SC/APC.

#### E. PAU

El punto de acceso al usuario estará constituido por una roseta óptica que alojará los conectores ópticos SC/APC .

El número de rosetas ópticas es de 6.

### b) Redes Interiores de Usuario

#### 1) Redes de Cables de Pares Trenzados

##### i. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE USUARIO PARA PARES TRENZADOS

En la tabla que se incluye a continuación se indica el número de estancias que tiene cada vivienda y cada local, así como el número total de tomas. En el punto 3 de este mismo apartado se indica la distribución de las tomas en cada vivienda.

ALTURA	VIVIENDA	NÚMERO DE ESTANCIAS	NÚMERO DE TOMAS
PRINCIPAL	Izquierda	3	5
	Derecha	2	4
PRIMERO	Izquierda	3	5
	Derecha	3	5
SEGUNDO	Izquierda	3	5
	Derecha	4	6

Total de tomas necesarias en viviendas: 30.

#### ii. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN

Para el cálculo de la atenuación de cada una de las ramas que constituyen las redes interiores de usuario de cable de pares trenzados, se ha considerado la atenuación del cable, la del conector del PAU (roseta), la de cada una de las dos conexiones de multiplexor pasivo, y la de la base de acceso terminal.

En el salón y en el dormitorio principal se instalarán dos bases de acceso terminal en cada una de las estancias, que tendrá la misma atenuación al estar en un mismo registro de toma doble.

ALTURA	VIVIENDA	ESTANCIAS		
		SALÓN	DORMITORIO PRINCIPAL	DORMITORIO
PRINCIPAL	Izquierda	3,56	8,92	3,74
	Derecha	1,72	4,53	
PRIMERO	Izquierda	3,55	8,89	3,75
	Derecha	3,65	8,94	3,85
SEGUNDO	Izquierda	3,55	8,89	3,75
	Derecha	3,65	8,92	3,85

Para este cálculo se ha considerado un valor máximo de atenuación del cable de 34 dB/100 metros a 300 MHz.

Así mismo, cada una de las conexiones introduce una atenuación menor de 0,3 dB, con lo que consideramos este valor.

#### iii. NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS BASES DE ACCESO TERMINAL

En viviendas se instalará una BAT o toma en cada estancia, exceptuando baños y trasteros. Además, en dos estancias, comedor y dormitorio principal, se instalará otra BAT quedando instaladas ambas de la misma estancia en el mismo registro de toma.

El número total de tomas por vivienda será de 4, 5 ó 6, dependiendo del tipo de vivienda, lo que hace finalmente un total de 30 tomas de par trenzado.

#### iv. TIPOS DE CABLES

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.

v. RESUMEN DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA RED INTERIOR  
DE USUARIO DE CABLES COAXIALES

A. Cables

Se tenderá cable de cobre de 4 pares trenzados UTP categoría 6 Clase E para las redes interiores de usuario.

B. Conectores

Se utilizarán 6 conectores, los cuales establecen una conexión con la roseta.

C. BAT

Se instalarán un total de 30 bases de acceso terminal o tomas. En el salón y en el dormitorio principal de cada vivienda se colocarán dos registros de toma contiguos, o uno con dos tomas.

**b) Red de Cables Coaxiales**

i. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE INTERIOR DE USUARIO  
DE CABLES COAXIALES

La red interior de usuario se configurará en estrella con un cable coaxial del tipo RG 59 desde el Registro de Terminación de Red hasta cada una de las tomas que se instalarán en cada vivienda.

Total de tomas necesarias en viviendas: 12.

ii. CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DE LA RED INTERIOR DE USUARIO DE  
CABLES COAXIALES

La siguiente tabla muestra las atenuaciones para 86 MHz y para 860 MHz, desde el PAU de cada vivienda hasta cada una de las dos tomas que se instalarán en la vivienda, teniendo en cuenta la atenuación del cable, la de la toma y conector F de salida del distribuidor con una atenuación de 0,5 dB.

Se utilizará el mismo tipo de cable que para la red de distribución que tiene una atenuación de 0,1 dB/m a 860 MHz y 0,04 dB/m a 86 MHz.

Las tomas que se utilizarán tienen una atenuación de 1,2 dB a 860 MHz y 0,9 dB a 86 MHz.

ALTURA	VIVIENDA	ATENUACIÓN EN ESTANCIAS (dB)		
		SALÓN	DORMITORIO PRINCIPAL	DORMITORIO
PRINCIPAL	Izquierda	3,56	8,92	3,74
	Derecha	1,72	4,53	
PRIMERO	Izquierda	3,55	8,89	3,75
	Derecha	3,65	8,94	3,85
SEGUNDO	Izquierda	3,55	8,89	3,75
	Derecha	3,65	8,92	3,85

### iii. NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS BASES DE ACCESO TERMINAL

En las viviendas se instalará una toma en el comedor y otra en el dormitorio principal.

Se instalará un total de 12 tomas en la edificación.

### iv. TIPOS DE CABLES

Se utilizará cable del tipo RG 59 de 6,5 mm de diámetro.

### v. RESUMEN DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA RED INTERIOR DE USUARIO DE CABLES COAXIALES

#### A. Cables

Se tenderá cable coaxial tipo RG 59 de 6,5 mm de diámetro.

#### B Conectores

Se utilizarán conectores tipo F macho en el extremo correspondiente al PAU, que se conectarán al distribuidor de dos salidas.

El número total de conectores tipo F es de 12.

#### C. BAT

Se utilizarán bases de acceso terminal del tipo final.

El número total de BATs es de 12.

## **IV.- Canalización e infraestructura de distribución.**

En este capítulo se definen, dimensionan y ubican las canalizaciones, registros y recinto que constituirán la infraestructura donde se alojarán los cables y equipamiento necesarios para permitir el acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones definidos en capítulos anteriores.

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

El esquema general del edificio se refleja en el plano 3.1.I, en él se detalla la infraestructura necesaria, que comienza, por la parte inferior del edificio en la arqueta de entrada y por la parte superior del edificio en la canalización de enlace superior, y termina siempre en las tomas de usuario. Esta infraestructura la componen las siguientes partes: arqueta de entrada y canalización externa, canalizaciones de enlace, recinto de instalaciones de telecomunicaciones, 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, según se describe a continuación.

### **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 convergencia de las redes de alimentación de los Operadores de estos servicios, y desde la cual parten los cables de las redes de alimentación de los operadores que discurren por la canalización externa y de enlace hasta el RITU.

#### ARQUETA DE ENTRADA

Tendrá unas dimensiones mínimas 400 x 400 x 600 mm (ancho, largo y profundo). Inicialmente se ubicará en la zona de acera situada en las inmediaciones del portal 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

Esta canalización está constituida por los conductos que discurren por la zona exterior del edificio, desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general del mismo.

Es la encargada de introducir en el inmueble las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos Operadores.

Estará compuesta por 4 tubos de material plástico no propagador de llama y pared interior lisa, de 63 mm de diámetro exterior embutidos en un prisma de hormigón y con la siguiente funcionabilidad:

- 2 conductos para STDP y TBA
- 2 conductos de reserva

Tanto la construcción de la arqueta de entrada como la de la canalización externa son responsabilidad de la propiedad de la edificación.

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

Los registros de enlace tienen la función de interconectar las canalizaciones externa y de enlace.

##### REGISTROS DE ENLACE INFERIOR

El Registro de enlace inferior asociado al punto de entrada general realiza la unión de las canalizaciones externa y de enlace interior por las que discurren los Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha, con redes de alimentación por cable. Se situará en la parte interior de la fachada para recibir los tubos de la canalización externa y de él parte la canalización de enlace hasta acceder al RITU.

Se materializa mediante caja cuyas dimensiones mínimas son 45x45x12 cm (alto x ancho x profundo).

##### REGISTRO DE ENLACE SUPERIOR

Es necesario para unir las antenas con el RITU, a través de una caja situada bajo el forjado de cubierta en el punto de entrada de la canalización superior llamada Registros de Enlace. En este caso tiene unas dimensiones de 360 x 360 x 120 mm (alto x ancho x profundo) y estará formada por 2 tubos de 40 mm en su interior.

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

Es la que soporta los cables de las redes de alimentación desde el primer registro de enlace hasta el recinto de instalaciones de telecomunicación correspondiente.

#### CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR

Comienza en el registro de enlace situado en la parte interior de la fachada y termina en el RITU. Estará compuesta por 4 tubos de material plástico no propagador de llama y pared interior lisa, de 40 mm de diámetro exterior, distribuidos de la siguiente forma:

- 2 conductos para STDP y TBA
- 2 conductos para reserva

#### CANALIZACIÓN DE ENLACE SUPERIOR

Comienza en el Registro de Enlace Superior situado bajo la cubierta y termina en el RITU. 4 tubos de material plástico no propagador de llama y pared interior lisa, de 40 mm de diámetro exterior, distribuidos de la siguiente forma:

- 1 conducto para cables RTV terrenal
- 1 conducto para cables RTV satélite
- 1 conducto para cables de Servicio de Acceso Inalámbrico (SAI).
- 1 conducto para reserva

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

Deberán existir solo uno, denominado RITUdos: uno en la zona inferior del inmueble y otro en la zona superior del mismo.

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

No procede en este proyecto.

##### **2) Recinto Superior.**

No procede en este proyecto.

##### **3) Recinto Único.**

Consiste en un armario modular ignífugo donde se ubicará el equipo necesario para el suministro de todos los servicios que soporta la ICT.

Las dimensiones de este recinto, son:

- Altura: 2000 mm
- Anchura: 1000 mm
- Profundidad: 500 mm

Por la zona inferior del armario acometerán los tubos que forman la canalización de enlace inferior, saliendo por la parte superior los correspondientes a la canalización principal.

Su espacio interior se distribuirá de la siguiente forma:

- Mitad superior para RTV y SAI, reservando en la parte superior del lateral derecho espacio para, al menos, tres bases de enchufes y el correspondiente cuadro de protección.
- Mitad inferior para STDP y TBA.

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

#### **4) Equipamiento.**

RITI

No procede en este proyecto.

RITS

No procede en este proyecto.

RITU

El Recinto Único de Instalaciones de Telecomunicación estará equipado inicialmente con:

- Registros Principales de Cables de Par Trenzado, de Cables Coaxiales y de Cables de Fibra Óptica, equipados con los paneles y regletas de salida que correspondan.
- Equipos amplificadores monocanales para TDT, y de grupo FM y radio DAB.
- Mezclador.
- Cuadro de protección.
- Sistema de conexión a tierra.
- 3 bases de enchufe.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Placa de identificación de la instalación.

#### **f) Registros Principales.**

Los Registros Principales tienen como función albergar el Punto de Interconexión, entra la red exterior y la red interior del inmueble. Existen tres tipos de Registros Principales: para Red de Cables de Pares Trenzados, para Red de Cables Coaxiales y para la Red de Cables de Fibra Óptica.

#### REGISTRO PRINCIPAL PARA RED DE CABLES DE PARES TRENZADOS (OPCIÓN CON CABLES DE PARES TRENZADOS)

El Registro Principal para Red de Cables de Pares Trenzados es una caja de 500x500x300 (alto x ancho x fondo) mm.

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

La unión con las regletas o paneles de entrada se realizara mediante latiguillos de conexión.

#### REGISTRO PRINCIPAL PARA RED DE CABLES COAXIALES

El Registro Principal para Red de Cables Coaxiales es una caja de 500x500x300 (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 para Red de Cables de Fibra Óptica es una caja de 500x1000x300 (alto x ancho x fondo) mm.

En él se alojaran dos paneles de conectores de salida constituido por un módulo básico de

24 conectores (12 dobles) y dispondrá de espacio para que los operadores instalen sus paneles de conectores de entrada.

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

Es la que soporta la red de distribución de la ICT del edificio. Su función es la de alojar las redes de Cables de Pares Trenzados, de Cables Coaxiales, de Cables de Fibra Óptica y red de RTV hasta las diferentes plantas y facilitar la distribución de los servicios a los usuarios finales.

#### CANALIZACIÓN PRINCIPAL

Según el Real Decreto esta edificación al tener 6 PAUS, su canalización principal debería estar compuesta por 5 tubos de 50 mm de diámetro exterior, uno para cada uno de los siguientes servicios:

1. Pares Trenzados
2. Fibra Óptica
3. Coaxiales para TBA
4. Coaxiales para RTV
5. Reserva

#### REGISTROS SECUNDARIOS

Son cajas o armarios, que se intercalan en la canalización principal en cada planta y en los cambios de dirección, y que sirven para poder segregar en la misma todos los servicios en número suficiente para los usuarios de esa planta. La canalización principal entra por la parte inferior, se interrumpe por el registro y continúa por la parte superior, finalizando en el registro de la última planta, donde enlaza con la canalización superior a cubierta.

De ellos salen los tubos que configuran la canalización secundaria.

Sus dimensiones mínimas serán de 450x450x150 (alto x ancho x fondo) mm. Dentro se colocan los dos derivadores de los dos ramales de RTV, las regletas para la segregación de pares telefónicos y las cajas de segregación de los cables de fibra óptica.

Existirá uno en cada planta de viviendas.

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

##### CANALIZACIÓN SECUNDARIA

Es la que soporta la red de dispersión. Conecta los Registros Secundarios con los Registros de Terminación de Red en el interior de las viviendas.

Está formada por 3 tubos de material plástico no propagador de llama y pared interior lisa, de 25 mm de diámetro exterior, que van de cada RS de planta al RTR de cada vivienda de la planta con la siguiente funcionalidad y diámetro exterior:

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

El diámetro de los 3 tubos es de 25 mm.

## REGISTROS DE PASO

Los registros de paso son unas cajas con entradas laterales preiniciadas e iguales en sus cuatro paredes, a las que se podrán acoplar conos ajustables multidiámetro para entrada de tubos. Los registros de paso se colocan cada 15 m de canalización secundaria o para cambios de dirección. El registro de paso empleado es de tipo C siendo sus dimensiones 100x160x40 mm (altura, anchura, profundidad). Su diámetro máximo de tubo es 25 mm.

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

Conectan la red de dispersión con la red interior de usuario. En estos registros se alojan los puntos de acceso al usuario (PAU) de los distintos servicios, que separan la red comunitaria de la privada en cada usuario.

Están constituidos por cajas empotradas en la pared de vivienda o local provistas de tapa y sus dimensiones serán de 500x600x80mm (siendo esta última dimensión la profundidad). En este caso se ha optado por una opción empotrable en tabique y disposición del equipamiento principalmente en vertical.

Se deberán instalar a más de 20 cm del suelo, y a menos de 230 del mismo, siempre con dos tomas de corriente o bases de enchufe.

El total de Registros de Terminación de red necesarios es de 12.

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

Es la que soporta la red interior del usuario. Está realizada por tubos de material plástico no propagador de llama y pared interior lisa, empotrados por el interior de la vivienda que unen el RTR con los distintos Registros de Toma.

Estará realizada con tubos o canales y utilizará configuración en estrella, generalmente con tramos horizontales y verticales. Utilizamos 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.

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

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

En cada una de las dos estancias principales (salón y dormitorio principal) se colocarán: 2 registros para tomas de cables de pares trenzados, 1 registro para toma de coaxiales TBA y 1 registro para toma de cables coaxiales de servicios de RTV.

En el resto de estancias, excluidos baños y trasteros: 1 registro para toma de cables de pares trenzados y 1 registro para cables coaxiales para servicios RTV.

En la cercanía del PAU: 1 registro para toma configurable.

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

#### **I) Cuadro resumen de materiales necesarios.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Arqueta de entrada		400x400x600 mm
Canalización externa		Tubo de Ø63 mm
Canalización de enlace inferior		Tubo de Ø40 mm
Registros de enlace inferior	1	450 x 450 x 120 mm
Canalización de enlace superior		Tubo de Ø40 mm
Registros de enlace superior		360 x 360 x 120 mm
Registros principales	Pares Trenzados	500 x 500 x 300 mm
	Coaxiales	500 x 500 x 300 mm
	Fibra Óptica	500 x 1000 x 300 mm
Canalización principal		Tubo de Ø 50 mm
Registros secundarios por planta	3	450x450x150 mm
Canalización secundaria por vivienda		Tubo de Ø25 mm
Registros de terminación de red en vivienda	12	500x600x80mm
Canalización interior en viviendas		Tubo Ø20 mm
Bases de acceso terminal (tomas en total)	Coaxial para RTV	18
	Coaxial servicios TBA	12
	Pares Trenzados	
Recinto Único de Instalaciones de Telecomunicaciones		2000x1000x500 mm
Equipamiento RITU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Placa de identificación de la instalación</li> <li>• Alumbrado normal y de emergencia</li> <li>• Cuadro de protección equipado</li> <li>• Sistema de conexión a tierra</li> <li>• 2 bases de enchufe</li> <li>• Registros Principales para Redes de Pares Trenzados, de</li> </ul>	

ELEMENTO	SERVICIO	DIMENSIONES
	Cables Coaxiales y de Fibra Óptica	

## V.- SOLUCIONES DE PROTECCIONES E INDEPENDENCIA

### COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Tierra local: el sistema general de tierra del inmueble 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, 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, que será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectado directamente al sistema general de tierra del edificio en uno o más puntos. A él se conectará el conductor de protección o de equipotencialidad y los demás componentes o equipos 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 del inmueble 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 una tierra local.

Si en el inmueble existe más de una toma de tierra de protección, éstas deberán estar eléctricamente unidas.

Interconexiones equipotenciales y apantallamiento: Se supone que el inmueble cuenta con una red de interconexión común, o en general de equipotencialidad, del tipo mallado, unida a la puesta a tierra del propio inmueble. Esa red estará también unida a las estructuras, elementos de refuerzo y demás componentes metálicos del inmueble.

Compatibilidad electromagnética entre sistemas en el interior del RITU: Al ambiente electromagnético que cabe esperar en los recintos, la normativa internacional le asigna la categoría ambiental clase 2. Por tanto, en lo que se refiera a los requisitos exigibles a los equipamientos de telecomunicación de un recinto con sus cableados específicos, por razón de emisión electromagnética que genera, se estará a lo dispuesto en la

Directiva sobre compatibilidad electromagnética 89/336/CEE. Para el cumplimiento de esta Directiva podrá utilizarse como referencia la norma ETS 300 386 del ETSI. El valor máximo aceptable de emisión de campo eléctrico del equipamiento o sistema para un ambiente de clase 2 se fija en 40 dB $\mu$ V/m en la banda de los 230 – 1.000 MHz, medidos a 10 m de distancia. Estos límites serán de aplicación en los recintos aun cuando sólo dispongan en su interior de elementos pasivos.

#### REQUISITOS DE SEGURIDAD ENTRE INSTALACIONES

Como norma general se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicaciones y las del resto de servicios.

Los requisitos serán los siguientes:

- La separación entre una canalización de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm para traslados paralelos, y de 3 cm para cruces.
- Si las canalizaciones secundarias se realizan con canaletas para la distribución conjunta con otros servicios que no sean de telecomunicación, cada uno de ellos se alojará en compartimentos diferentes.
- La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias conjuntas deberá tener un valor máximo de 15 KV/mm (según norma UNE 21316). Si son metálicos, se pondrán a tierra.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las canalizaciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo.

### **3. CONCLUSIONES.**

Antes de empezar con las conclusiones, hay que remitirse al primer punto de este trabajo, donde se exponen las motivaciones del mismo, siendo la primera de las cuales el dotar al redactor de una aproximación a la edición de proyectos de ICT de cara a ser más valioso en su puesto de trabajo, y la segunda el comprobar cómo han evolucionado tanto las necesidades como las soluciones tecnológicas y regulatorias en el tiempo transcurrido desde la construcción del inmueble objeto del presente documento.

En lo que corresponde al primer objetivo, se considera que se han cumplido expectativas, siendo el propio documento la prueba fehaciente de ello.

Respecto al segundo, algunas ideas deben ser mencionadas.

Antes de nada, la aplicación práctica. Aquí hay que resaltar que las redes de telecomunicaciones son casi las últimas invitadas a ese gran ballet que es la construcción de un edificio de viviendas o locales comerciales, pero las que más rápidamente han evolucionado, habiendo crecido la cantidad de tiempo, materiales y espacio que se dedican a ello exponencialmente, si bien con una percepción aún pobre por parte del usuario final. Siendo realistas, aún no se ven compradores que, en el momento de la compra, se vean influidos por la calidad de la ICT. Me estoy refiriendo principalmente, al comprador de vivienda: en el usuario de locales comerciales sí que puede haber una mayor influencia dependiendo del campo de especialización del mismo. No obstante, como ya se ha comentado, esto no debe ser óbice para que el promotor deje de lado este tema, pues esta percepción cambia con el uso y disfrute del inmueble, y así como en el los últimos año se agradece especialmente el aumento del número de enchufes, hay que reseñar que, en muchos casos, éstos se usan para aparatos que tienen que ver con las telecomunicaciones, por lo que no parece grosero pensar que, cuando una nueva generación acceda al mercado, la capacidad del inmueble para adaptarse tanto a las tecnologías ampliamente aceptadas, como para adelantarse a la implementación en él de tecnologías punteras en su época de construcción con los mínimos trastornos para el usuarios (nuevas rozas, falta de tomas, inexistencia de redes de dispersión o distribución, incompatibilidades entre tecnologías) sea un elemento diferenciador que permita una mejor percepción del producto final que es la vivienda o local comercial de cara a sus futuros usuarios.

Respecto a esto último, el adelantarse a las necesidades de posibles tecnologías punteras que durante la vida útil del inmueble puedan llegar a tener un uso extendido y pasen, por lo tanto, a ser una necesidad de sus usuarios, se cree que el ingeniero redactor del proyecto de ICT, en su labor de asesor de la Propiedad, del Arquitecto y del Instalador, contando con la ayuda del Legislador y otras entidades normalizadoras (UNE, p.ej.) debe explorar el mercado y controlar esas nuevas tecnologías que presentan mayores probabilidades de llegar a extenderse, para de este modo poder presentar un infraestructura que resista lo mejor posible el paso del tiempo en un sector que se ha demostrado tan especialmente activo como son las telecomunicaciones.

Así, tomando como ejemplo el edificio objeto del presente documento, desde su entrega al usuario (año 2012) ya se han producido algunas pequeñas revoluciones, como son la implantación definitiva de la televisión digital terrestre, y la llegada al usuario de la redes de telecomunicación por fibra óptica, que no estaban contempladas en el proyecto original. También, por ejemplo, el progresivo abandono de la telefonía fija tradicional es un tema que se podría tratar aquí.

Son estos temas los que el ingeniero debe poner a disposición de la Propiedad para que ésta pueda decidirse a realizar un edificio adelantado a la normativa, diferenciado por sus telecomunicaciones, y que absorba modificaciones del mercado en el ciclo del vida útil del mismo, la cual, recordemos, es un tiempo muy largo para quedarse corto demasiado pronto.

En este orden de cosas, la idea que hoy en día viene a la mente es, desde luego, la domótica y el hogar digital, así como la indispensable integración de estos sistemas con los de ahorro y eficiencia energéticos, objetivos estos últimos que parece que serán fundamentales en el diseño de nuevas promociones, pues ya se están empleando en la construcción de viviendas de alta calidad y precio.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] “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.”
- [2] “Proyecto-Guía ICT, Según R.D 346/2011, de 11 de marzo, y Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio,” *Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación*, 2011. [Online]. Disponible en: <http://docplayer.es/2640427-Proyecto-guia-de-ict.html>. [Consultado: 16-Dic-2015].
- [3] J. R. Reig Pascual, “Temas 1-4, Distribución de señales audiovisuales.” 2015.
- [4] J. M. Huidobro Moya, “Normativa de las Infraestructuras Comunes de telecomunicaciones, R.D 346/2011”
- [5] “Catálogo Ikusi 2015/2016.” Ikusi
- [6] “Catálogo Simón 2015/2016.” Simón
- [7] “Catálogo Televés 2015/2016.” Televés
- [8] “Tarifa Simón 2015/2016.” Simón
- [9] “Tarifa Televés 2015/2016.” Televés
- [10] “Tarifa Ikusi 2015/2016.” Ikusi