



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

## **ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN Y ELECTRÓNICA**



### **PROYECTO FIN DE CARRERA**

## **PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES CON HOGAR DIGITAL PARA URBANIZACIÓN PRIVADA DE 30 VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

**Titulación: Sistemas Electrónicos**

**Autor: Adrián Solís Monzón**

**Tutor: Manuel Enríquez Chaves**

**Fecha: Marzo 2014**



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

## **ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN Y ELECTRÓNICA**



### **PROYECTO FIN DE CARRERA**

## **PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES CON HOGAR DIGITAL PARA URBANIZACIÓN PRIVADA DE 30 VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

### **HOJA DE FIRMAS**

**Alumno/a**

Fdo.: Adrián Solís Monzón

**Tutor/a**

Fdo.: Manuel Enríquez Chaves

**Fecha: Mayo 2014**



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

## ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN Y ELECTRÓNICA



### PROYECTO FIN DE CARRERA

### TÍTULO DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

### HOJA DE EVALUACIÓN

**Calificación:** \_\_\_\_\_

**Presidente:**

Fdo.:

**Secretario/a:**

Fdo.:

**Vocal:**

Fdo.:

**Fecha: Mayo 2014**

# Agradecimientos:

A mis padres y a mi hermana, por haberme apoyado y ayudado tanto durante mis estudios. Sin ellos jamás hubiera conseguido ninguno de mis objetivos.

A mi novia, por haberme inyectado ánimo e intensidad en el último tramo del Proyecto y siempre estar ahí.

A mis amigos, por hacer que desconectara en momentos de estrés y recargarme las pilas.

A mis compañeros de carrera, por ayudarme y compartir tantas horas de trabajo en equipo en laboratorio y biblioteca.

A mi tutor Manuel, por toda la ayuda prestada durante la elaboración del documento y por los consejos para mejorar.

## ÍNDICE

<b>1.- MEMORIA.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.-Datos Generales.....</b>	<b>18</b>
1.1.A.-Datos del Promotor .....	18
1.1.B.-Descripción del edificio o complejo urbano.....	18
1.1.C.-Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal .....	18
1.1.D.-Objeto del Proyecto Técnico .....	19
<b>1.2.- Elementos que constituyen la Infraestructura Común de Telecomunicaciones ..</b>	<b>20</b>
1.2.A.- Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales.....	20
1.2.A.a.- Consideraciones sobre el diseño.....	20
1.2.A.b.- Señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales que se reciben en el emplazamiento de la antena .....	22
1.2.A.c.- Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras .....	27
1.2.A.d.- Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras .....	29
1.2.A.e.- Plan de frecuencias .....	31
1.2.A.f.- Número de tomas .....	31
1.2.A.g.- Cálculo de parámetros básicos de la instalación .....	32
1.2.A.g.1.- Número de distribuidores, derivadores, según su ubicación en la red, PAU y sus características, así como las de los cables utilizados. (Cables en punto 1.2.A.h.5.)..	32
1.2.A.g.2.- Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 47 MHz – 862 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario) .....	34
1.2.A.g.3.- Respuesta amplitud frecuencia (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias en el mejor y en el peor caso).....	39
1.2.A.g.4.- Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida).....	40
1.2.A.g.5.- Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso .....	41
1.2.A.g.6.- Relación señal / ruido en la peor toma.....	44
1.2.A.g.7.- Productos de Intermodulación .....	49
1.2.A.g.8.- Número máximo de canales de televisión incluyendo los considerados en el proyecto original que puede distribuir la instalación .....	49
1.2.A.h.- Descripción de los elementos componentes de la instalación .....	50
1.2.A.h.1.- Sistemas captadores .....	50
1.2.A.h.2.- Amplificadores.....	50
1.2.A.h.3.- Mezcladores .....	50
1.2.A.h.4.- Distribuidores y derivadores .....	51
1.2.A.h.5.- Cable.....	51
1.2.A.h.6.- Materiales complementarios.....	52
1.2.B.- Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satellite .....	52
1.2.B.a.- Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satellite .....	52
1.2.B.b.- Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite. ....	56
1.2.B.c.- Previsión para incorporar las señales de satellite .....	57
1.2.B.d.- Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrenales.....	57
1.2.B.e.- Cálculo de parámetros básicos de la instalación .....	58
1.2.B.e.1.- Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 MHz – 2150 MHz. (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario) .....	58
1.2.B.e.2.- Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950 MHz – 2150 MHz (Variación	

máxima desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y en el peor caso) .....	60
1.2.B.e.3.- Amplificadores necesarios .....	61
1.2.B.e.4.- Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso .....	62
1.2.B.e.5.- Relación señal / ruido en la peor toma.....	67
1.2.B.e.6.- Productos de Intermodulación .....	75
1.2.B.f.- Descripción de los elementos componentes de la instalación .....	77
1.2.A.f.1.- Sistemas captadores .....	77
1.2.A.f.1.- Amplificadores .....	77
1.2.A.f.1.- Materiales complementarios.....	78
1.2.C.- Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).....	78
1.2.C.1.- Redes de Distribución y de Dispersión .....	82
1.2.C.1.a.- Redes de Cables de Pares o Pares Trenzados .....	82
1.2.C.1.a.1.- Establecimiento de la topología de la red de cables de pares .....	82
1.2.C.1.a.2.- Cálculo y dimensionamiento de la red y tipos de cables.....	82
1.2.C.1.a.3.- Estructura de distribución y conexión de pares.....	83
1.2.C.1.a.4.- Otros cálculos.....	85
1.2.C.1.a.5.- Estructura de distribución y conexión .....	85
1.2.C.1.a.6.- Dimensionamiento de:.....	85
1.2.C.1.a.6.i.- Punto de Interconexión.....	85
1.2.C.1.a.6.ii.-Puntos de Distribución .....	86
1.2.C.1.a.7.- Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de pares.....	86
1.2.C.1.a.8.-Cables .....	87
1.2.C.1.a.9.- Regletas del Punto de Interconexión .....	88
1.2.C.1.a.10.-Regletas de los Puntos de Distribución .....	88
1.2.C.1.a.11.-Conectores .....	88
1.2.C.1.a.12.-Puntos de Acceso al Usuario (PAU) .....	88
1.2.C.1.b.- Redes de Cables Coaxiales .....	88
1.2.C.1.b.1.- Establecimiento de la topología de la red de cables de coaxiales .....	88
1.2.C.1.c.- Redes de cables de fibra óptica.....	89
1.2.C.1.c.1.- Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica .....	89
1.2.C.1.c.2.- Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica, y tipos de cables.....	89
1.2.C.1.c.3.- Cálculo de los parámetros básicos de la instalación .....	93
1.2.C.1.c.3.i.- Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica .....	93
1.2.C.1.c.3.ii.- Otros cálculos .....	93
1.2.C.1.c.4.- Estructura de distribución y conexión .....	94
1.2.C.1.c.5.- Dimensionamiento de: .....	94
1.2.C.1.c.5.i.- Punto de Interconexión .....	94
1.2.C.1.c.5.ii.- Puntos de Distribución .....	95
1.2.C.1.c.6.- Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de fibra óptica .....	95
1.2.C.1.c.6.i.- Cables .....	95
1.2.C.1.c.6.ii.- Panel de conectores de salida .....	95
1.2.C.1.c.6.iii.- Cajas de segregación.....	96
1.2C.1.c.6.iv.- Conectores .....	96
1.2.C.1.c.6.v.- Puntos de Acceso al Usuario (PAU) .....	96
1.2.D.- Infraestructuras de Hogar Digital.....	96
1.2.D.a.- Introducción.....	96
1.2.D.b.- Hogar digital y área de servicios.....	97

1.2.D.c.- Servicios del Hogar Digital.....	99
1.2.D.d.- Descripción del inmueble .....	100
1.2.D.e.- Equipamientos y niveles del Hogar Digital.....	100
1.2.D.f.- Elección del sistema domótico .....	107
1.2.D.f.1.- Tipos de Protocolos.....	107
1.2.D.f.2.- Protocolo X10.....	111
1.2.D.f.2.a.- Características generales del sistema X10.....	111
1.2.D.g.- Descripción del sistema.....	113
1.2.D.g.1.- Tipos de módulos .....	113
1.2.D.g.2.- Estructura del sistema .....	115
1.2.D.g.3.- Topología .....	117
1.2.D.g.4.- Aplicaciones .....	119
1.2.D.g.3.- Instalación.....	119
1.2.D.h.- Asignación de código de Casa y Aparato .....	120
1.2.D.i.- Asignación de Dirección IP.....	125
1.2.D.j.- Funcionamiento del sistema domótico.....	126
1.2.D.j.1.- Protocolo de actuación .....	128
1.2.E.- Canalización e infraestructura de distribución.....	128
1.2.E.a.- Consideraciones sobre el esquema general de la urbanización .....	128
1.2.E.b.- Arqueta de entrada y canalización externa .....	129
1.2.E.c.- Registros de enlace .....	131
1.2.E.d.- Canalizaciones de enlace.....	131
1.2.E.e.- Recintos de Instalaciones de Telecomunicación .....	131
1.2.E.e.1.- Recinto Inferior .....	131
1.2.E.e.2.- Recinto superior .....	132
1.2.E.e.3.- Recinto único.....	132
1.2.E.e.4.- Equipamiento del recinto .....	132
1.2.E.f.- Registros principales .....	134
1.2.E.g.- Canalización Principal y Registros Secundarios .....	136
1.2.E.h.- Canalización secundaria y Registros de paso .....	139
1.2.E.i.- Registros de terminación de red .....	139
1.2.E.j.- Canalización interior de usuario.....	140
1.2.E.k.- Registros de toma.....	140
1.2.E.l.- Cuadro resumen de materiales necesarios .....	141
1.2.E.l.1.- Arquetas.....	141
1.2.E.l.2.- Tubos de diverso diámetro y canales .....	141
1.2.E.l.3.- Registros de diversos tipos.....	142
1.2.E.l.4.- Material de equipamiento del RITU .....	142
1.2.F.- Varios .....	143
<b>2.- PLANOS .....</b>	<b>145</b>
1.- Situación.	
2.- Instalación ICT Planta Baja. Esquema General Urbanización.	
3.- Instalación ICT Planta Sótano.	
4.- Instalación ICT Planta Baja.	
5.- Instalación ICT Planta Alta.	
6.- Instalación servicios ICT. Vista sección.	
7.- Esquema general Radiodifusión Sonora y Televisión.	
8.- Detalle cabecera y antenas.	
9.- Esquema general Telefonía.	
10.- Esquema general Fibra Óptica.	

11.- Distribución RITU.	
12.- Registro de Terminación de Red.	
<b>Hogar Digital</b>	
13.- Instalación Planta Sótano.	
14.- Instalación Planta Baja.	
15.- Instalación Planta Alta.	
<b>3.- PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>148</b>
<b>3.1.- Condiciones Particulares .....</b>	<b>149</b>
3.1.A.- Radiodifusión sonora y Televisión .....	149
3.1.A.a.- Condicionantes de acceso a los sistemas de captación .....	149
3.1.A.b.- Características de los sistemas de captación .....	150
3.1.A.c.- Características de los elementos activos .....	154
3.1.A.d.- Características de los elementos pasivos.....	159
3.1.B.- Distribución de los Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía disponible al público (STDP) y de Banda Ancha (TBA) .....	163
3.1.B.a.- Redes de cables de Pares o Pares Trenzados .....	163
3.1.B.a.1.- Características de los cables .....	163
3.1.B.a.2.- Características de los elementos activos (si existen) .....	164
3.1.B.a.3.- Características de los elementos pasivos .....	164
3.1.B.b.- Redes de cables coaxiales .....	165
3.1.B.b.1.- Características de los cables .....	166
3.1.B.b.2.- Características de los elementos pasivos .....	166
3.1.B.c.- Redes de cables de fibra óptica.....	168
3.1.B.c.1.- Características de los cables .....	168
3.1.B.c.2.- Características de los elementos pasivos .....	170
3.1.B.c.3.- Características de los empalmes de fibra en la instalación (si procede) .....	173
3.1.C.- Infraestructuras de Hogar Digital.....	174
3.1.D.- Infraestructura .....	188
3.1.D.a.- Condicionantes a tener en cuenta para su ubicación .....	188
3.1.D.b.- Características de las arquetas .....	188
3.1.D.c.- Características de la canalización externa, de enlace, principal, secundaria e interior de usuario .....	189
3.1.D.d.-Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior del RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos .....	190
3.1.D.e.- Características de los registros de enlace, secundarios, de paso, de terminación de red y toma.....	194
3.1.E.- Cuadros de Medidas .....	195
3.1.E.a.- Cuadro de medidas a satisfacer en las tomas de televisión terrenal, incluyendo el margen del espectro radioeléctrico entre 950 y 2150 MHz.....	195
3.1.E.b.- Cuadro de medidas de la red de telefonía disponible al público .....	197
3.1.F.- Utilización de elementos no comunes de la urbanización .....	198
3.1.F.a.- Descripción de los elementos y de su uso .....	198
3.1.F.b.- Determinación de las servidumbres impuestas a los elementos .....	198
3.1.G.- Estimación de los residuos generados por la instalación de la ICT .....	199
<b>3.2.- Condiciones Generales.....</b>	<b>206</b>
3.2.A.- Reglamento de ICT y Normas Anexas.....	206
3.2.B.- Normativa vigente sobre prevención de Riesgos Laborales .....	207



3.2.C.- Normativa sobre protección contra Campos Electromagnéticos.....	218
3.2.D.- Secreto de las Comunicaciones.....	219
3.2.E.- Normativa sobre gestión de residuos.....	220
3.2.F.- Normativa en materia de Protección contra Incendios.....	220
<b>4.- PRESUPUESTO Y MEDIDAS .....</b>	<b>223</b>
<b>4.1.- Radiodifusión sonora y televisión terrenales.....</b>	<b>225</b>
4.1.A.- Sistemas de captación .....	225
4.1.B.- Instalaciones de cabecera.....	225
4.1.C.- Red de distribución, dispersión e interior de usuario .....	226
4.1.D.- Resumen Radiodifusión sonora y televisión terrenales .....	227
<b>4.2.- Radiodifusión sonora y televisión por satélite.....</b>	<b>227</b>
4.2.A.- Sistemas de captación y mezcladores.....	227
<b>4.3.- Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público y banda ancha.....</b>	<b>228</b>
4.3.A.- Red de pares.....	228
4.3.B.- Red de fibra óptica .....	229
4.3.C.- Resumen servicio telefonía disponible al público y banda ancha .....	229
<b>4.4.- Canalización e infraestructuras .....</b>	<b>230</b>
4.4.A.- Arqueta.....	230
4.4.B.- Canalizaciones y tubos.....	230
4.4.C.- Registros.....	231
4.4.D.- Recinto de instalaciones de telecomunicaciones.....	231
4.4.E.- Resumen Canalización e infraestructuras .....	232
4.4.E.- Hogar Digital.....	232
<b>4.5.- PRESUPUESTO GLOBAL DE LA ICT .....</b>	<b>234</b>
<b>5.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>235</b>

## Índice de Tablas

<b>1.- MEMORIA.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.- Elementos que constituyen la Infraestructura Común de Telecomunicaciones ..</b>	<b>20</b>
Tabla 1 – Niveles de señal e intensidad de campo .....	22
Tabla 2 – Cobertura TDT para el emplazamiento .....	24
Tabla 3 – Parámetros básicos mínimos de las antenas .....	28
Tabla 4 – Ganancia de las antenas por canal .....	29
Tabla 5 – Plan de frecuencias .....	31
Tabla 6 – Número de tomas en la instalación .....	32
Tabla 7 – Características Repartidor “F” .....	33
Tabla 8 – Características Distribuidor .....	33
Tabla 9 – Características PAU .....	34
Tabla 10 – Total elementos distribución .....	34
Tabla 11 – Atenuaciones para las distintas frecuencias de radiodifusión sonora y televisión terrenales para las viviendas unifamiliares .....	35
Tabla 12 – Respuesta amplitud/frecuencia en canal para RTV .....	39
Tabla 13 – Respuesta amplitud/frecuencia en banda para RTV terrenal .....	39
Tabla 14 – Atenuación mejor toma .....	41
Tabla 15 – Atenuación de los elementos de distribución .....	42
Tabla 16 – Atenuación los cables .....	42
Tabla 17 – Atenuación peor toma .....	42
Tabla 18 – Atenuación de los elementos de distribución .....	43
Tabla 19 – Atenuación los cables .....	43
Tabla 20 – Ganancia de los amplificadores de cabecera .....	44
Tabla 21 – Valores en dB de C/N que exige el Reglamento .....	47
Tabla 22 – Relación C/N para radiodifusión sonora y televisión terrenal para el esquema de la Figura 2.....	48
Tabla 23 – Características de las antenas offset elegidas .....	53
Tabla 24 – Longitudes de los satélites .....	53
Tabla 25 – Resumen de los principales parámetros para cada uno de los satélites.....	55
Tabla 26 – Atenuaciones para las distintas frecuencias de radiodifusión sonora y televisión por satélite para las viviendas unifamiliares .....	58
Tabla 27 – Respuesta amplitud/frecuencia en canal para FI-SAT .....	60
Tabla 28 – Respuesta amplitud/frecuencia en banda para FI-SAT .....	61
Tabla 29 – Características del amplificador FI-SAT de cabecera.....	61
Tabla 30 – Características de los amplificadores de línea FI .....	61
Tabla 31 – Atenuación mejor toma .....	62
Tabla 32 – Atenuación de los elementos de distribución.....	62
Tabla 33 – Atenuación los cables .....	63
Tabla 34 – Atenuación peor toma .....	63
Tabla 35 – Atenuación de los elementos de distribución .....	63
Tabla 36 – Atenuación los cables .....	64
Tabla 37 – Niveles máximos y mínimos de señal en la mejor y peor toma de cada grupo de viviendas.....	64
Tabla 38 – Ganancia del amplificador FI de línea para cada grupo de viviendas. ....	65
Tabla 39 – Nivel de salida del amplificador de línea para la mínima atenuación.....	65
Tabla 40 – Potencia y nivel de señal de portadora para cada satélite.....	65
Tabla 41 – Ganancia de los amplificadores de FI de cabecera .....	66
Tabla 42 – Nivel de señal esperado para FI-SAT en mejor y peor toma de instalación sin amplificador de línea FI.....	66
Tabla 43 – Nivel de señal esperado para FI-SAT en mejor y peor toma de instalación ....	66

Tabla 44 – Niveles de relación portadora-ruido mínimos en la toma de usuario.....	67
Tabla 45 – Distancia del emplazamiento al satélite .....	73
Tabla 46 – Resumen de parámetros según tipo de modulación .....	74
Tabla 47 – Relación C/N con las antenas escogidas .....	75
Tabla 48 – Factor de mérito de las antenas para FI-SAT .....	75
Tabla 49 – Relación señal/intermodulación para FI-SAT .....	76
Tabla 50 – Registro asignación de pares .....	83
Tabla 51 – Número de fibras por grupo de viviendas .....	89
Tabla 52 – Conexiones fibras ópticas con las viviendas .....	90
Tabla 53 – Conexiones de reserva de las fibras ópticas con las viviendas .....	92
Tabla 54 – Valores atenuación cable de acometida de fibra óptica.....	93
Tabla 55 – Valores atenuación desde el Registro Principal hasta el PAU .....	93
<b>Hogar Digital</b>	
Tabla 56 – Tabla de puntuación niveles de Hogar Digital .....	102
Tabla 57 – Tabla de servicios completa de Hogar Digital .....	102
Tabla 58 – Resumen de las tecnologías de Hogar Digital .....	110
Tabla 59 – Distribución de los elementos domésticos .....	116
Tabla 60 – Códigos de Casa y Dispositivo .....	120
<b>3.- PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>148</b>
<b>3.1.- Condiciones Particulares .....</b>	<b>148</b>
Tabla 61 – Características Antena FM .....	150
Tabla 62 – Características Antena DAB .....	151
Tabla 63 – Características Antena Yagi .....	152
Tabla 64 – Características viento de las antenas .....	153
Tabla 65 – Características parabólicas TV satélite .....	154
Tabla 66 – Características módulos de amplificación para servicios terrenales .....	155
Tabla 67 – Características unidades exteriores LNB .....	157
Tabla 68 – Características de los amplificadores mezcladores de cabecera para señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite .....	158
Tabla 69 – Características del amplificador de línea para la banda FI .....	159
Tabla 70 – Características en cualquier punto de la red .....	159
Tabla 71 – Características Repartidor “F” .....	159
Tabla 72 – Características Distribuidor .....	160
Tabla 73 – Características PAU.....	161
Tabla 74 – Características Base de toma .....	161
Tabla 75 – Pérdidas de retorno según atenuación de cable coaxial.....	162
Tabla 76 – Características de los cables coaxiales para servicios de RTV .....	162
Tabla 77 – Características cables de pares .....	163
Tabla 78 – Capacidades y diámetros exteriores máximo de los cables usados .....	164
Tabla 79 – Diámetros exteriores y atenuación máxima cables.....	166
Tabla 80 – Código de colores cables de fibra óptica.....	168
Tabla 81 – Código de colores cables micromódulos fibra óptica.....	169
Tabla 82 – Código de colores cable de 12 fibras .....	169
Tabla 83 – Características Cámara IP WIFI.....	183
Tabla 84 – Características tubos .....	189
Tabla 85 – Grado protección registros principales .....	193
Tabla 86 – Grado protección registros de enlace.....	194
Tabla 86 – Cuadro de medidas de tomas .....	195
Tabla 87 – Lista 1 de residuos Categoría 01.....	200

Tabla 88 – Lista 1 de residuos Categoría 17.....	200
Tabla 89 – Lista 2 de residuos Categoría 01.....	201
Tabla 90 – Lista 2 de residuos Categoría 17.....	201
Tabla 91 – Lista de residuos Categoría 20.....	202
Tabla 92 – Lista estimación de residuos a generar.....	204
Tabla 93 – Material según RCD.....	204
Tabla 94 – Peso total para los tipos de residuos.....	204
Tabla 95 – Coste previsto para la correcta gestión de RCDs.....	205

## Índice de Figuras

<b>1.- MEMORIA.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.- Elementos que constituyen la Infraestructura Común de Telecomunicaciones ..</b>	<b>20</b>
Figura 1 – Colocación de las antenas en el mástil .....	30
Figura 2 – Esquema de la instalación .....	45
Figura 3 – Declinación magnética emplazamiento .....	54
Figura 4 – Soporte de tubo Tipo “T” .....	56
Figura 5 – Esquema del sistema en el peor caso con amplificador de línea de FI (Vivienda E3).....	68
Figura 6 – Esquema del sistema en el peor caso (Vivienda E3) .....	69
Figura 7 – Huella de cobertura para Hispasat 1C .....	71
Figura 8 – Huella de cobertura para Hispasat 1D .....	71
Figura 9 – Huella de cobertura para Astra 1G.....	72
Figura 10 – Huella de cobertura para Astra 1KR.....	72
Figura 11 – Punto de Interconexión de la Red de Pares .....	86
<b>Hogar Digital</b>	
Figura 12 – Pulso de 120 KHz .....	112
Figura 13 – Transmisión completa de un código X-10 .....	112
Figura 14 – Transmisión completa en ciclos binarios de un código X-10 .....	113
Figura 15 – Esquema con elementos domótica X-10 .....	118
Figura 16 – Esquema videovigilancia IP .....	119
Figura 17 – Esquema general domótica X-10 .....	119
Figura 18 – Arqueta de entrada .....	130
Figura 19 – Registro principal para cable de pares .....	135
Figura 20 – Registro principal para cable coaxiales de los servicios de TBA .....	136
Figura 21 – Registro principal para cable de fibra .....	137
Figura 22 – Registro secundario para red de cable de pares.....	138
Figura 23 – Registro secundario para red de cable coaxiales .....	138
Figura 24 – Registro secundario para red de cables de fibra .....	139
Figura 25 – Servicios Registro Terminación de Red .....	140
<b>3.- PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>148</b>
<b>3.1.- Condiciones Particulares .....</b>	<b>148</b>
Figura 26 – Antena FM .....	150
Figura 27 – Diagrama de radiación Antena FM.....	151
Figura 28 – Respuesta en frecuencia Antena FM .....	151
Figura 29 – Antena DAB .....	151
Figura 30 – Diagrama de radiación Antena DAB.....	152
Figura 31 – Respuesta en frecuencia Antena DAB .....	152
Figura 32 – Antena Yagi .....	152
Figura 33 – Diagrama de radiación Antena Yagi.....	153
Figura 34 – Respuesta en frecuencia Antena Yagi .....	153
Figura 35 – Unidad exterior LNB.....	157
Figura 36 – Amplificador de cabecera FI-SAT.....	158
Figura 37 – Amplificador de línea FI .....	159
Figura 38 – Repartidor “F” .....	160
Figura 39 – Distribuidor UDU-612 .....	160
Figura 40 – PAU .....	161
Figura 41 – Bases de toma .....	161

Figura 43 – Cable T100 .....	163
Figura 44 – Regleta de conexión de pares.....	165
Figura 45 – Roseta para cable de pares .....	165
Figura 46 – Sección cable de fibra óptica .....	168
Figura 47 – Caja de interconexión cables de fibra óptica .....	171
Figura 48 – Caja de segregación cables de fibra óptica.....	172
Figura 49 – Roseta de fibra óptica .....	172
Figura 50 – Conectores fibra óptica .....	173
Figura 51 – Empalme de fibra.....	173

### **Hogar Digital**

Figura 52 – Maxicontrolador LCD .....	175
Figura 53 – Sensor de Apertura / Transmisor universal RF.....	176
Figura 54 – Detector de movimiento .....	176
Figura 55 – Detector de humos.....	177
Figura 56 – Detector de humos termovelocimétrico .....	177
Figura 57 – Sensor rotura de cristales .....	178
Figura 58 – Módulo de lámpara .....	178
Figura 59 – Módulo de iluminación empotrable.....	179
Figura 60 – Micromódulo de persianas .....	179
Figura 61 – Módulo de iluminación con DIN.....	180
Figura 62 – Sirena remota .....	180
Figura 63 – Detector de movimiento para encendido de luz.....	181
Figura 64 – Gestor inteligente de energía .....	181
Figura 65 – Detector inalámbrico de gas.....	182
Figura 66 – Mando multimedia táctil .....	182
Figura 67 – Minimando de seguridad.....	183
Figura 68 – Cámara de seguridad IP .....	184
Figura 69 – Detector de inundaciones .....	185
Figura 70 – Electroválvula de corte de agua.....	186
Figura 71 – Filtro DIN.....	186
Figura 72 – Termostato.....	187
Figura 73 – Pasarela IP .....	187
Figura 74 – Videoportero IP .....	188

**Proyecto de Infraestructura Común de Telecomunicaciones (R.D. 346/2011)**

<b>Descripción</b>	<p>Proyecto Técnico de Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT): <b>destinada a proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrestres y de satélite; y el acceso a los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA) prestados a través de redes públicas de comunicaciones electrónicas por operadores habilitados para el establecimiento y explotación de las mismas.</b></p> <p>Nº Viviendas: <b>30</b>      Nº Locales: <b>0</b></p>
<b>Situación</b>	<p>Dirección: <b>Calle Buenos Aires S/N</b>  Localidad: <b>Arguineguín, Mogán</b>  Código postal: <b>35120</b>      Provincia: <b>Las Palmas</b>  Coordenadas Geográficas: <b>27° 45' 38.8224" N    -15° 40' 35.22" O</b></p>
<b>Promotor</b>	<p>Nombre o Razón Social: <b>ULPGC</b>  Tipo vía: <b>Campus</b>      Nombre vía: <b>Tafira</b>  Población: <b>Las Palmas de Gran Canaria</b>  Código postal: <b>35017</b>      Provincia: <b>Las Palmas</b></p>
<b>Autor del proyecto técnico</b>	<p>Apellidos y Nombre: <b>Solís Monzón, Adrián</b>  Titulación: <b>Ingeniero Técnico de Telecomunicación (Sistemas Electrónicos)</b>  Dirección: <b>Campus de Tafira</b>  Población: <b>Las Palmas de Gran Canaria</b>  Código postal: <b>35018</b>      Provincia: <b>Las Palmas</b>  Nº de Colegiado: <b>XXXX</b>  Correo electrónico: <a href="mailto:adrian.solis101@estudiantes.ulpgc.es">adrian.solis101@estudiantes.ulpgc.es</a></p>
<b>Datos del proyecto</b>	<p>Dirección de obra: <b>NO</b>  De conformidad con lo establecido en el artículo 6.5 de la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio.</p>
<b>Verificado por</b>	-
<b>Fecha de presentación</b>	Las Palmas de Gran Canaria, Mayo de 2013

## **INTRODUCCIÓN**

En los tiempos que corren, los avances tecnológicos están a la orden del día, por lo que no iba a ser menos un avance importante en la comunicación, obteniendo nuevos servicios de telecomunicación en los hogares. Debido a estos avances, las normativas existentes estarán en constante cambio, siendo la última publicación (Real Decreto 346/2011) la que hemos usado para la realización de este Proyecto y su correspondiente Memoria. Dicho Decreto, desde la perspectiva de la libre competencia, permite dotar a los edificios de instalaciones suficientes para atender los servicios de televisión, telefonía y telecomunicaciones por cable, y posibilita la planificación de dichas infraestructuras de forma que faciliten su adaptación a los servicios de implantación futura. Es de obligada instalación a los edificios o viviendas unifamiliares de nueva construcción, proporcionando a su vez un valor añadido a los inmuebles.

Con este servicio se consigue disponer de una red ordenada y eficiente de distribución de las tecnologías de la comunicación, reduciendo costes a los usuarios de las viviendas y mejorando el factor estético del inmueble. La idea principal es diseñar una red capaz de permitir a los operadores de servicio un modo cómodo de proporcionar su conexión a los usuarios en sus viviendas, utilizando la infraestructura común de la urbanización.

La Memoria se ha dividido en diferentes apartados donde se tratan de manera ordenada los cálculos y los diseños más óptimos, en cuanto a calidad-precio, de cada una de las redes de telecomunicaciones. Se incluirá dentro de esta Memoria, el apartado de Hogar Digital, donde se explicará la instalación y el tipo materiales necesarios para la implantación de esta tecnología en todas las viviendas de la urbanización.



# **MEMORIA**

## **1.1. Datos Generales**

### **1.1.A.- Datos del Promotor**

Para el presente Proyecto Fin de Carrera actúa como promotor la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria como requisito indispensable para la obtención del título de Ingeniero Técnico de Telecomunicación, especialidad en Sistemas Electrónicos.

### **1.1.B.- Descripción del edificio o complejo urbano**

La urbanización privada consta de 30 viviendas de tipo unifamiliar agrupadas de cinco en cinco con una extensión de 7628 metros cuadrados. Se clasifican según el tamaño de las mismas: Tipo A, B, C, D y E, siendo diferentes entre sí aunque iguales en todos los grupos de viviendas. Cada vivienda posee prácticamente la misma estructura: garaje, salón-cocina, 2 baños, 3 dormitorios, solana y trastero. Además disponen de diferentes zonas comunes en donde los usuarios podrán desempeñar actividades deportivas entre otras con fácil acceso a las mismas.

La urbanización se encuentra situada en la calle Buenos Aires, S/N en Arguineguín (perteneciente al municipio de Mogán). Respecto a las referencias catastrales, se encuentra en el polígono "Término Municipal de Mogán", en la parcela rústica 569 (subparcela a). Para una vista más detallada de la estructura y distribución de la urbanización se podrán ver en el apartado "PLANOS".

Se instalará una toma por estancia, tal y como sugiere la normativa vigente y serán de los siguientes tipos:

RTV: Toma radio y televisión.

STDP-TBA: Servicio de Telefonía Disponible al Público y Telecomunicaciones Banda Ancha

TBA-COAX: Telecomunicaciones Banda Ancha, cables coaxiales.

En resumen:

Urbanización con viviendas unifamiliares con:

**Viviendas:** 30

**Zonas comunes:** Deportivas (Cancha Polideportiva, Pista de Tenis) y Ocio Infantil.

Situada en:

**Dirección:** Calle Buenos Aires S/N

**Código Postal:** 35120

Arguineguín, Mogán

27° 45' 38.8224" N / -15° 40' 35.22" O

### **1.1.C.- Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal**

La urbanización descrita en el apartado anterior estará acogida al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de julio, de Propiedad horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril, ya que constituye una única comunidad de propietarios.

No se prevé en la instalación de la ICT la utilización de elementos no comunes del inmueble, salvo aquellos elementos constituyentes de la red interior de usuario, la arqueta de entrada que se ubicará en una de las aceras colindantes a la urbanización y la canalización externa que quedará enterrada por debajo de las aceras y carretera hasta las viviendas, por tanto, en una zona de dominio público.

#### **1.1.D.- Objeto del Proyecto Técnico**

Con objeto de garantizar que las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en el interior de los inmuebles cumplan con las normas técnicas establecidas en el Reglamento aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, aquéllas deberán contar con el correspondiente proyecto técnico elaborado y firmado por el proyectista de la ICT que, en todo caso, actuará en coordinación con el autor del proyecto.

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 de radiodifusión sonora y televisión terrenales y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales, y la distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión. Las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrenales susceptibles de ser captadas, adaptadas y distribuidas serían las contempladas en el apartado 4.1.6 y 4.1.7 del Anexo I del citado reglamento, difundidas por las entidades habilitadas dentro del ámbito territorial correspondiente.
- b) Proporcionar el acceso al servicio 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.
- c) Incorporar las funcionalidades del "Hogar Digital".

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 terrenal 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. La desaparición de la TV analógica y la incorporación de la TV digital terrenal conllevarían el uso de las frecuencias 195 MHz a 223 MHz (C8 a C11, BIII) y 470 a 862 MHz (C21 a C69, BIV y BV), que se destinarán con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital y televisión digital terrenal.

## **1.2. Elementos que constituyen la Infraestructura Común de Telecomunicaciones**

### **1.2.A.- Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales**

Constará de todos los cálculos o sus resultados, acordes con las características técnicas de los materiales que forman parte de la instalación y situación de los mismos. Se adjuntará en este apartado un resumen general en el que se mostrarán las características, cantidades y tipos de materiales que son necesarios para la instalación.

#### **1.2.A.a.- Consideraciones sobre el diseño**

Tras examinar el entorno electromagnético en la zona donde se construirá la urbanización 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. Se ha realizado una selección de las mismas para conseguir un nivel óptimo de señal de las diferentes emisiones de este servicio.

Los canales serán amplificados en cabecera por medio de amplificadores monocanales, con el fin de evitar la intermodulación entre ellos, debido a las 30 tomas que existen en la urbanización. Las características de ganancia, figura de ruido y nivel máximo de salida se han estudiado para garantizar los niveles de calidad exigidos por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, en las tomas de usuario. Con el objeto de reducir el volumen, peso y coste de la cabecera terrestre, los cuatro canales adyacentes del servicio DAB<sup>1</sup> y los tres digitales más elevados (canales 67 a 69), también adyacentes, serán amplificados mediante amplificadores multicanales.

Para conseguir el mayor equilibrio posible entre las diferentes tomas de usuario, las redes de distribución y dispersión se han configurado con los elementos de red descritos en el apartado correspondiente del pliego de condiciones.

La ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión terrestre estará formada por:

- Elementos de captación.
- Equipamiento de cabecera.
- Red (de distribución, de dispersión y de usuario).

El RITU<sup>2</sup> se ha ubicado en un cuarto construido dentro de las zonas comunes de la urbanización como se puede ver en el Plano 2.6. Los elementos de captación de la ICT de radiodifusión sonora y televisión terrenales se han colocado en la cubierta de dicho cuarto, aprovechando la poca distancia entre el RITU y éstos, pasando las señales de dichos elementos de captación a través de pasamuros mediante cables coaxiales a los equipos de cabecera en el interior del recinto.

El dimensionamiento de los elementos de captación se ha realizado teniendo en cuenta los niveles de intensidad de campo de las señales recibidas, la orientación para la recepción de las mismas y el posible rechazo a señales interferentes, así como la mejora de la relación señal-ruido en ambas instalaciones y los posibles obstáculos y reflexiones que pudieran producirse en inmuebles colindantes.

---

<sup>1</sup> Digital Audio Broadcasting: Radiodifusión de audio digital

<sup>2</sup> Recinto de instalaciones de telecomunicaciones único

En el equipo de cabecera del RITU tendremos dos salidas (dos cables coaxiales) que transmitirán las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales tras ser amplificadas por los elementos de cabecera. A su vez, tendremos otros dos cables que transmitirán las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite. Cada cable portará información de una plataforma satelital diferente. Luego, todas estas señales serán mezcladas por los amplificadores de FI<sup>3</sup> resultando finalmente que en uno de los cables coaxiales tenemos \_\_\_\_\_ y en el otro \_\_\_\_\_ siendo SAT1 y SAT2 las señales de cada plataforma digital por satélite. De esta forma, cada usuario podrá escoger que plataforma satelital quiere en su vivienda. Se puede observar en el plano 2.9, donde puede encontrarse la configuración de cabecera.

La red de distribución de la instalación de la ICT comienza a la salida de la cabecera y llega hasta los distribuidores situados en los registros secundarios del conjunto de viviendas para abastecerlas con las señales de radiodifusión sonora y televisión.

La señal procedente de las dos salidas coaxiales con las señales \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_, irán a través de la canalización principal. En los registros secundarios del conjunto de viviendas y en el RITU se ubicarán los correspondientes distribuidores, puntos donde comienza la red de dispersión. Se instalarán amplificadores FI de línea en las viviendas más alejadas para aumentar el nivel de señal de satélite, compensando así las pérdidas producidas por la longitud de cable necesario.

La red de dispersión comienza en los distribuidores mencionados y termina en los Puntos de Acceso de Usuario (PAU) correspondientes, que están alojados en el interior del registro de terminación de red de cada una de las viviendas. La red de dispersión está formada por los cables coaxiales, que transportan las señales \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_, provenientes de los distribuidores. Dichos cables coaxiales se conectan ambos al PAU, y es en este punto donde el usuario de forma manual, selecciona una de ellas para su paso hacia la red interior de usuario.

Los elementos que componen la estructura del conjunto de las redes de distribución y dispersión, así como la interconexión entre los mismos, pueden encontrarse de forma más detallada en el plano 2.2, donde están los esquemas de principio de las instalaciones de radiodifusión sonora y televisión para la instalación de la ICT. Se hace necesario observar el plano para elegir el lugar idóneo donde se colocará el amplificador de línea de FI.

Para el funcionamiento adecuado de las redes de distribución y dispersión, todas las salidas de derivadores, distribuidores y PAU no utilizadas, serán terminadas con cargas resistivas de 75 Ohmios de impedancia.

La red interior de usuario comienza en los PAU y termina en cada una de las Bases de Acceso Terminal (BAT) situadas en los registros de toma del domicilio del usuario. La interconexión entre el PAU y las BAT se realiza en estrella, de forma tal que cada BAT tiene su tirada de cable coaxial y canalización independientes. La red interior de usuario para cada una de las viviendas está detallada en los planos de instalaciones y servicios de ICT. Dichas conexiones se podrán ver en los planos 2.4, 2.5 y 2.6.

Tanto la red de distribución, la de dispersión, así como la de usuario, permitirán la distribución de señales dentro de la banda de 47 a 2150 MHz en modo transparente,

---

<sup>3</sup> Frecuencia intermedia

desde la cabecera hasta las BAT de usuario, sin provisión de un canal de retorno.

Siguiendo lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 346/2011 las redes de TV se han diseñado con una estructura en estrella colocando a la salida del PAU un distribuidor de tantas vías como estancias (sin incluir baños y trasteros) existen en la vivienda.

### 1.2.A.b.- Señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales que se reciben en el emplazamiento de la antena

En el emplazamiento de las antenas se reciben los programas, indicados a continuación, procedentes todos ellos de entidades con título habilitante. En función del nivel de señal medido en la zona de emplazamiento de la urbanización, para los programas terrestres que se reciben en el citado emplazamiento y aplicando las correcciones oportunas, en función de la altura prevista para la ubicación de las antenas, de menos de 20 m. aproximadamente y la ganancia de las antenas seleccionadas, se prevén valores de señal de entrada a los canales a distribuir reflejadas en esta tabla.

No se recibe ningún programa de entidad sin título habilitante, no existiendo, por tanto, canales interferentes.

Al ser un emplazamiento que se encuentra en el municipio de Mogán, la estación repetidora se encontrará en el Pico de Las Nieves, cuya cobertura sería: Mogán, San Nicolás de Tolentino, Tejeda y Artenara.

Tipo E

Pozo de las Nieves

Canal 65

Una vez realizada la toma de datos de los niveles de intensidad de campo en el emplazamiento y después de realizar los cálculos preliminares con los datos de la urbanización, se indican a continuación los valores a tener en cuenta para los cálculos posteriores:

Tabla 1. Niveles de señal e intensidad de campo.

SERVICIO	CANAL	F(MHz)	N (dB $\mu$ V)	E (dB $\mu$ V / m)
Radio FM	-	87,5 - 108	68,78	74,907
Radio DAB	8A - 9C	196 - 206	54,69	67,074
Televisión Digital Terrestre	28	526 - 534	63,20	84,01
	32	558 - 566	65,87	87,185
	35	582 - 590	64,75	86,428
	38	606 - 614	66,05	88,077
	52	718 - 726	66,79	90,281
	58	766 - 774	66,53	90,58
	60	782 - 790	67,38	91,608
	65	822 - 830	66,29	90,95
	67	838 - 846	67,72	92,546
	68	846 - 854	68,26	93,168
69	854 - 862	67,97	92,96	

Donde:

F = Frecuencia.

N = Nivel de señal que da el medidor de campo.

E = Intensidad de campo calculada a partir del nivel de señal.

Para los servicios de radiodifusión sonora se indica el ancho de banda que ocupa en el espectro radioeléctrico y el nivel de señal promedio de tres mediciones hechas en diferentes cadenas de radiodifusión sonora; una la más cercana a 87,5 MHz, otra cercana al centro de la banda y otra la más cercana a 108 MHz. La modulación de las señales de radiodifusión sonora en esta banda es del tipo FM<sup>4</sup>.

Para los servicios de DAB y Televisión Terrenal Digital se indican las frecuencias que limitan el ancho de banda del canal. Para DAB se hicieron dos mediciones según el bloque de frecuencias (8A = 196 MHz; 9C = 206 MHz) que se comprobó que transmite el repetidor de El Pozo de las Nieves. De esas dos mediciones se saca un promedio, debido a que se toman las dos frecuencias límites del ancho de banda. Existen más bloques de frecuencias, pero debido a que es una modulación digital no hace falta ser tan exacto. La modulación de estas señales es de tipo COFDM.

Para los canales de televisión digital, se consultó en la página web de la Televisión Digital Terrestre los servicios digitales y canales pertenecientes al municipio donde se va a situar la urbanización, los cuales recibirá el propietario de la vivienda.

Una vez determinados los canales, se procede a medir el nivel de señal de los mismos con un medidor de campo y una antena patrón de dipolo de media onda de ganancia 2,14 dBi en el emplazamiento.

La intensidad de campo (E) viene dada por la expresión:

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = K \text{ (dB/m)} + N \text{ (dB}\mu\text{V)} \quad (1.1)$$

Donde:

$$K \text{ (dB/m)} = 20 \cdot \log F \text{ (MHz)} - G \text{ (dB)} - 10 \cdot \log Z_0 - 12,79$$

Siendo  $F$  la frecuencia del canal,  $G$  la ganancia de la antena (2,14 dBi en el caso de la antena patrón usada para hacer la mediciones) y  $Z_0$  la impedancia (75 para sistemas de radiodifusión sonora y televisión). Por lo que la fórmula quedaría de la siguiente manera como método de simplificación:

$$K \text{ (dB/m)} = 20 \cdot \log F \text{ (MHz)} - 33,68 \quad (1.2)$$

La intensidad de campo (E) quedaría como:

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = 20 \cdot \log F \text{ (MHz)} - 33,68 + N \text{ (dB}\mu\text{V)} \quad (1.3)$$

Tabla 2. Cobertura TDT para el emplazamiento.

---

Frecuencia modulada

**LOCALES**

<b>PROGRAMA</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
<b>TELEVISIÓN</b>			
Mogán RTV	58	90,58	770
RTI			
Canal 13			
Canal 7 Gran Canaria			

**INSULARES**

<b>PROGRAMA</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
<b>TELEVISIÓN</b>			
Localia	52	90,281	722
Nueve TV			
<b>RADIO</b>			
Nueve Radio			

**AUTONÓMICOS**

<b>PROGRAMA</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
<b>TELEVISIÓN</b>			
TV Canaria	65	90,95	826
TV Canaria 2			
Antena 3 Canarias			
Popular TV			
<b>RADIO</b>			
Canarias Radio			
Radio ECCA			
<b>INTERACTIVO (mhp)</b>			
Lanzadera [TV Canaria]	65	90,95	
Ticker [TV Canaria]			
Piloto TDT [Gov. Canarias]			

**NACIONALES**



<b>PROGRAMA</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
<b>TELEVISIÓN</b>			
TVE HD	28	84,01	530
TDP			
Boing	32	87,185	562
La Tienda en Casa			
Telecinco HD			
Paramount Channel			
MTV			
Xplora	35	86,428	586
La Sexta3			
La Sexta HD			
Cuatro			
Energy			
Nitro	38	88,077	610
Antena3 HD			
Marca TV			
13 TV			
La 1	60	91,608	786
La 2			
24 Horas			
Clan			
Cuatro	67	92,546	842
Divinity			
Gol Televisión			
La Tienda en Casa			
La Sexta			
La Sexta3			
Telecinco	68	93,168	850
La Siete			
FDF			
Disney Channel			
Intereconomía			
Antena 3	69	92,96	858
Neox			
Nova			
Discovery MAX			
AXN			

**RADIOS**

<b>PROGRAMA</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
<b>RADIO</b>			
Radio Clásica HQ	28	84,01	530
Radio 3			
ABC Punto Radio	32	87,185	562
Cope	38	88,077	610
Radio María			
Onda Cero			
Europa FM			
Onda Melodía	60	91,608	786
Radio Nacional			
Radio 5 Todo Noticias	68	93,168	850
Radio Intereconomía			
esRadio	69	92,96	858
Radio Marca			
Vaughan Radio			

<b>PROGRAMA</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
<b>INTERACTIVO (mhp)</b>			
Canal Ingeniería	28	84,01	-
Lanzadera	32	87,185	-
T5digitext [Telecinco]			
Noticias “			
Tiempo “			
Bolsa “			
Tráfico “			
Mundo Interactivo [HbbTV]	38	88,077	-
A3epg [Antena 3]			
Gancho [TVE]	60	91,608	-
Lanzadera “			
EPG “			
Digitext “			
Tráfico “			
ODITOFI “			
Lanzadera [Telecinco]	67	92,546	-
Gol Bar [Gol Televisión]			
Lanzadera [Telecinco]	68	93,168	-
GUIDE Plus+	69	92,96	-

**RADIO DAB**

<b>RADIO DAB</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
	8A-9C	67,074	196 - 206

**RADIO FM**

<b>RADIO FM</b>	<b>Canal</b>	<b>Señal dB<math>\mu</math>V</b>	<b>Frecuencia MHz</b>
	-	74,907	87,5 - 108,0

Los servicios de televisión terrenal digital se indican los canales que limitan el ancho de banda de esta transmisión. La modulación de este tipo de señales es de COFDM.

A la instalación definitiva de la ICT se incorporarán aquellas señales que cumplan con lo especificado en el apartado 4.1.6 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de Marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, sin duplicar el contenido temático, es decir el programa o cadena, y eligiendo aquellas que por el canal utilizado o la procedencia de las mismas, optimicen la captación, adaptación y distribución de las mismas hasta las viviendas.

También, y siguiendo lo establecido en el punto 4.1.7 del Anexo I del R.D. 346/2011, de 11 de marzo, deberán incorporarse a la instalación de la ICT los canales de TV terrestre que, aún no estando operativos en la fecha de realización del proyecto, dispongan del título habilitante y en cuya zona prevista de cobertura se incluya la localización de la urbanización objeto del proyecto.

Por último, comentar que antes del fin de 2015 está planeado el cese de emisiones de los canales 61 a 69 de la TDT. Se prevé que se usarán el resto de canales de esta banda para sustituirlos, por lo que en el proyecto técnico se tomarán las medidas oportunas para la futura adaptación.

**1.2.A.c.- Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras**

El emplazamiento definitivo de los soportes de las antenas y la orientación aproximada de las mismas para los servicios de radiodifusión sonora y televisión terrenales, se indica en el plano de instalaciones de servicios de ICT. Dicho soporte estará constituido, por un tramo de mástil de 3 m de longitud, y 40 mm  $\varnothing$ , con un espesor mínimo de 2 mm y un momento flector de 508,75 N·m. Estará embutido en la cubierta de la zona habilitada para la puesta de dichos elementos. La longitud útil del mástil para la ubicación de las antenas será aproximadamente de 2 m.

Todos los elementos que constituyen los elementos de captación de la ICT: antenas, mástil, riostras, anclajes, etc. serán de materiales resistentes a la corrosión, o estarán tratados convenientemente para su resistencia a la misma. Así mismo, 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.

Tanto el mástil como todos los elementos captadores, quedarán conectados a la toma de tierra más cercana del inmueble siguiendo el camino más corto posible, mediante la utilización de conductor de cobre aislado de, al menos, 25 mm<sup>2</sup> de sección.

La ubicación del mástil 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.

Las antenas de las que será dotada la ICT serán: una antena Yagi (tipo Directiva) con una ganancia nominal de 15,5 dB para la recepción de las señales de televisión terrestre, una antena DAB (tipo Directiva) para la recepción de radio digital de ganancia 8 dB y una antena dipolo plegado circular (tipo Omnidireccional) de ganancia 1 dB para la recepción de las señales de radiodifusión terrestre (banda de FM).

La antena Yagi para la recepción de las señales de televisión terrestre, se situará en la parte superior del mástil y orientada hacia el repetidor; seguida de la antena de FM y la de DAB, con una separación entre ellas de 0,60 m. No obstante para la orientación definitiva de las mismas, se hará uso de un medidor de campo.

La antena dipolo plegado circular para la recepción de las señales de radiodifusión sonora terrestre, se fijará al mástil, separada 0,60 m de la antena de UHF, por debajo de ésta. Debido a las características de omnidireccionalidad de este tipo de antenas, no será necesaria su orientación. La elección de este tipo de antena omnidireccional para la ICT, está condicionada por el hecho de que las señales de radiodifusión sonora pueden llegar al emplazamiento de la misma desde cualquier dirección geográfica.

La antena DAB para la recepción de las señales de radiodifusión digital terrestre, se fijará al mástil, separada 0,60 m de la antena de FM, por debajo de ésta.

A continuación se indican los parámetros básicos mínimos de estas antenas, si bien sus especificaciones completas se recogen en el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones:

Tabla 3. Parámetros básicos mínimos de las antenas.

	Antena FM	Antena UHF	Antena DAB
Servicio	Radio FM	AM-TV (UHF), COFDM-TV (UHF)	Radio Digital Terrestre
Tipo de Antena	Circular, omnidireccional	Yagi Directiva, orientada al emisor	Directiva, orientada al emisor
Ganancia	1 dB	15,5 dB	8 dB
Carga del viento(*) < 20 m. > 20 m.	< 27 Newtons < 37 Newtons	< 67 Newtons < 92 Newtons	< 36,5 Newtons < 50,2 Newtons

(\*) Carga al viento en función de la altura a la que se ubicarán las antenas.

Las antenas de la ICT se conectarán a la cabecera de TV situada en el RITU, mediante cable coaxial de 75 Ohm de impedancia para instalación de exteriores (del tipo intemperie o en su defecto, protegido adecuadamente), y cuyas características están citadas en el Pliego de Condiciones de este proyecto. La entrada de dichos cables al interior del edificio se realizará con los pertinentes pasamuros, independientes para cada uno de los cables. En la siguiente tabla se puede observar la ganancia de las antenas por canal:

Tabla 4. Ganancia de las antenas por canal.

Servicio	Canales	Ganancia
Radio FM	-	1
Radio DAB	8A - 9C	8
Televisión Digital Terrestre	28	10,9
	32	11,4
	35	11,7
	38	12,1
	52	13,6
	58	14,5
	60	14,7
	65	15,1
	67	15,3
68	15,4	
69	15,5	

#### 1.2.A.d.- Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras

Para calcular los soportes de las antenas se tendrá en cuenta la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IAA/1973 la cual indica las distancias entre antenas, el orden de las mismas, la distancia de la antena más cercana al techo de la pared donde se ancla el mástil y la distancia entre anclajes y profundidad de las mismas. Como en el reglamento de ICT vigente no se indica nada al respecto y dicha norma no es de carácter obligatorio, se hará caso omiso del orden de las antenas, para conseguir el mínimo momento flector del conjunto posible.

El reglamento nos indica que las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:

- a) Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
- b) Para sistemas situados a más de 20 m del suelo: 150 km/h.

En el tipo de instalación de la que estamos tratando, el elemento más crítico de la misma, en cuanto a esfuerzos se refiere, es el mástil soporte de las antenas.

El Momento Flector Total que deberá soportar el mástil que aguanta las antenas (dato del fabricante: Momento flector máximo del mástil, MM) viene determinado por la siguiente ecuación:

(1.4)

Donde  $M_a$  es el momento flector del mástil debido a las antenas y  $M_M$  es el momento flector del propio mástil.

El Momento Flector de las antenas deberá ser menor al Momento Flector que soporta el mástil para que el conjunto pueda soportar las velocidades de viento exigidas.

(1.5)

El momento flector debido a las antenas se calcula a partir de la Carga al viento ( $Q$ ) que ofrece cada una y su posición en el mástil (altura  $l$ ), mediante la siguiente ecuación:

(1.6)

A continuación se mostrará un gráfico con la configuración de las antenas en el mástil con sus respectivas distancias unas de otras.

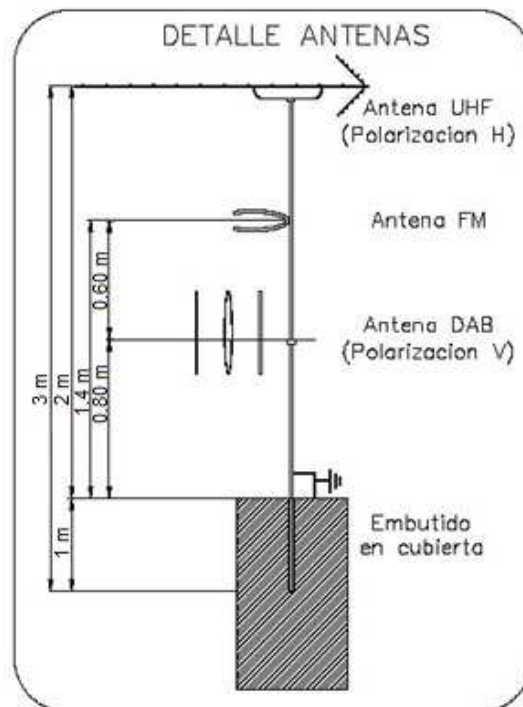


Figura 1. Colocación de las antenas en el mástil.

Obtenemos un valor para el Momento flector debido a las antenas para una carga al viento en alturas de menos de 20 m:

! " # \$ % &

Siendo el  $M_a = 508,75 \text{ N}\cdot\text{m}$  se comprueba que  $M_a < M_M$ , por lo que se considera una solución válida. En el Pliego de condiciones se podrá ver en detalle las especificaciones del mástil.

### 1.2.A.e.- Plan de frecuencias

Se deberá tener en cuenta que las bandas de frecuencias 195 MHz a 223 MHz y 470 MHz a 862 MHz se deben destinar, con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital terrestre y televisión digital terrestre, respectivamente, y no se podrá reclamar la protección de otras señales de telecomunicaciones distribuidas en estas bandas frente a las interferencias causadas por las señales de radiodifusión sonora digital terrestre o televisión digital terrestre, aunque la emisión de estas señales se produzca con posterioridad al diseño y construcción de la ICT.

La subbanda de frecuencias comprendidas entre 790 MHz y 862 MHz dejará de ser utilizada por el servicio de televisión antes del 1 de enero de 2015 de acuerdo con lo dispuesto en el 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. En consecuencia, se garantiza que los elementos que conforman la infraestructura disponen de las características técnicas necesarias para asegurar la debida protección a las señales del servicio de televisión, frente a señales de otros servicios que utilicen la mencionada subbanda.

No se realizará en ningún caso para los servicios de radiodifusión sonora y televisión terrestres conversión de canales de una banda a otra, ni dentro de la misma banda de frecuencias.

Tabla 5. Plan de frecuencias.

BANDA	Canales utilizados	Canales utilizables	Servicio asignado
BI		NO UTILIZADA	
BII	F.M.	87.5-108	FM-Radio
S - baja	NINGUNO	S2 a S10	TVSAT A/D
BIII	Todos	E5 a E12	Radio Digital Terrestre
S -Alta	NINGUNO	S11 a S20	TV SAT Analog.
HIPERBANDA	NINGUNO	S21 a S41	TV SAT Analog
BIV	28, 32 y 35	C21 a C37 menos el 28, 32 y 35	TV Digital Terrestre
BV	38, 52, 58, 60, 65, 67, 68 y 69	Resto de canales	TV Digital Terrestre
950-1446 MHz			TVSAT A/D (FI)
1452-1492 MHz			RADIO D SAT
1494-2150 MHz			TVSAT A/D (FI)

### 1.2.A.f.- Número de tomas

En el interior de las viviendas se instalarán las tomas de usuario BAT, que se conectarán mediante la red de interior, cuya configuración es en estrella, a los PAU de cada vivienda. Se seguirán los mínimos exigidos por normativa el cual en el apartado 3.5.2 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 4 de abril del Ministerio de Ciencia y Tecnología indica que en el caso de viviendas será de una BAT por cada dos estancias o

fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. A continuación se relaciona detalladamente el número de tomas necesario para la instalación de ICT:

Tabla 6. Número de tomas en la instalación.

Vivienda/Local	Estancias/Superficie	Nº de tomas
Viviendas tipo A	5 (x 6)	5 (x 6)
Viviendas tipo B	5 (x 6)	5 (x 6)
Viviendas tipo C	5 (x 6)	5 (x 6)
Viviendas tipo D	5 (x 6)	5 (x 6)
Viviendas tipo E	5 (x 6)	5 (x 6)
<b>TOTAL BAT ICT:</b>		<b>150</b>

PLANTA	Vivienda/Local	Estancias/Superficie	Nº de tomas
Planta SÓTANO	Viviendas tipo A,B,C,D y E	1 (x 6)	1 (x 6)
Planta 1º	Viviendas tipo A,B,C,D y E	1 (x 6)	1 (x 6)
Planta 2º	Viviendas tipo A,B,C,D y E	3 (x 6)	3 (x 6)
<b>TOTAL BAT ICT:</b>			<b>150</b>

### 1.2.A.g.- Cálculo de parámetros básicos de la instalación

Tomando como datos de partida los valores máximos y mínimos de calidad exigidos por cada toma y para cada frecuencia utilizada, y teniendo en cuenta las atenuaciones que se producen en la instalación a dichas frecuencias, se han calculado los valores máximos y mínimos que habrá por toma, en donde se verá cual es la mejor y peor toma de la instalación en los extremos de la banda, definiéndola como la respuesta amplitud-frecuencia. Se hará necesario el uso de amplificadores para las tomas más lejanos, garantizando los niveles de calidad exigidos.

#### 1.2.A.g.1.- Número de distribuidores, derivadores, según su ubicación en la red, PAU y sus características, así como las de los cables utilizados. (Cables en punto 1.2.A.h.5.)

Como hemos comentado anteriormente, cada una de las dos salidas de radiodifusión sonora y televisión terrestres se lleva a un módulo de amplificación de FI-SAT. Dichos módulos además de amplificar las señales procedentes de los LNB<sup>5</sup> del servicio de radiodifusión sonora y televisión por satélite (950 - 2150 MHz), realizan la función de mezcla de las mismas con las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestres (5 - 862 MHz), con unas pérdidas para estas últimas señales de 1,5 dB. Así pues a la salida de la cabecera se obtienen dos salidas coaxiales, en las cuales están presentes las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales, y una señal de FI de radiodifusión sonora y televisión por satélite diferente en cada una de ellas.

Las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestre y por satélite procedentes de las dos salidas coaxiales de cabecera son divididas por un repartidor de cuatro vías (un repartidor por cada cable coaxial), cada salida irá a un conjunto de viviendas.



Repartidor "F"

Tabla 7. Características Repartidor "F"

Modelo		4D 7,5/9,5 dB	
Referencia		5152	
Número de salidas		4	
Banda de frecuencias		MHz	5 – 2400
Pérdidas de inserción	MATV	dB	7,5
	FI		10
Rechazo entre salidas	MATV	dB	> 20

En los registros secundarios de cada grupo de viviendas se ubicará un distribuidor de 6 salidas que, tras repartir las señales de la canalización principal hacia la red de dispersión, continúa su recorrido hacia otro grupo de viviendas para seguir distribuyendo las señales.

Hay que tener en cuenta que cada distribuidor de los comentados anteriormente para el reparto de las señales, debe estar duplicado ya que la canalización principal está formada por dos cables coaxiales con las señales de RTV terrestre y por satélite correctamente mezcladas.

Distribuidor

- UDU. Distribuidores de Interior 5-2300 MHz
- Conectores F. Provisión para puesta a tierra.
- Paso de corriente unidireccional desde cada una de las salidas a la entrada (máx +24 VDC, 0,5 A). La caja permite el paso por debajo de los cables de distribución.

Tabla 8. Características Distribuidor

Modelo		UDU - 612	
Referencia		5353	
Número de salidas		6	
Atenuación de distribución	5 – 862 MHz	dB	11,8
	950 – 1550 MHz		13,5
	1551 – 2300 MHz		15,1
Desacoplo entre salidas	5 – 300 MHz	dB	28
	301 – 862 MHz		25
	950 – 2300 MHz		25
Pérdidas de retorno		dB	10
Dimensiones		mm	120x58x25

En la red de dispersión las señales de RTV se distribuirán hacia las viviendas por medio de la canalización secundaria, que se extiende desde el distribuidor del registro secundario hasta el PAU del que dispone cada vivienda. Cada PAU dispone de dos entradas, para recibir los dos cables coaxiales de la canalización secundaria, y de tres salidas para suministrar los servicios de telecomunicaciones a todas las estancias (excluidos baños y trasteros) de cada una de las viviendas. Las salidas no utilizadas de los PAU quedarán convenientemente cargadas con cargas de 75 de impedancia.

PAU

Tabla 9. Características PAU.

Modelo	PAU - 203	
Referencia	3354	
Número de salidas	3	
Distribuidor interno	Sí	
Banda de frecuencias	MHz	5 – 2150 (TV/FI)
Atenuación de distribución	dB	TV 6,5 ,, FI 9
Perdidas de retorno	dB	TV 13 ,, FI 8
Desacoplo entre salidas	dB	20
Dimensiones	Mm	100x45x15

Se relacionan a continuación los distribuidores y PAU de la ICT, y posteriormente las características más relevantes:

Tabla 10. Total elementos distribución

Lugar	Elemento	Cantidad
Zonas Comunes	Cabecera monocanal	1
Zonas Comunes	Repartidor 4 vías	2
Zonas Comunes	Distribuidor 6 salidas	12
En cada vivienda*	Distribuidor 6 salidas	120
En cada vivienda	PAU TV	30

\* Cada vivienda necesita de 3 distribuidores para las señales del PAU TV, multiplicado por las 30 viviendas de la urbanización se quedarían 90 distribuidores, pero como hemos comentado anteriormente todos los elementos de distribución de señales hay que duplicarlos debido a los dos cables coaxiales que transportan las señales de TV, lo que hace un total de 120 elementos.

### 1.2.A.g.2.- Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 47 MHz – 862 MHz (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).

En la siguiente tabla se pueden ver los valores calculados de atenuación en las tomas de cada vivienda, desde los amplificadores de cabecera hasta la propia toma, para la banda de 5 a 862 MHz. Se obtiene sumando la atenuación que produce cada uno de los elementos que intervienen en ese tramo. Concretamente:

$$At (Total) = At (cables) + At (amplificador de línea) + At (distribuidores) + At (PAU) + At (BAT) \quad (1.7)$$

siendo:

$At (Total)$  = Atenuación entre cada amplificador de cabecera y cada toma de usuario.

$At (cables)$  = pérdidas debido a los cables coaxiales entre la cabecera y la toma de usuario.

$At (amplificador de línea)$  = ganancia negativa que influye en la banda 5 MHz – 862 MHz

At (distribuidores) = pérdidas en los distribuidores de señal.

At (PAU) = pérdidas de inserción del PAU para cada salida.

At (BAT) = pérdidas de inserción de conexión del BAT.

Tabla 11. Atenuaciones para las distintas frecuencias de radiodifusión sonora y televisión terrenales para las viviendas unifamiliares.

Vivienda	Toma	Pérdidas Totales (dB)				
		47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
<b>VIV. A1</b>	Garaje	36,187	37,305	39,1925	41,9189	45,2045
	Salón-cocina	36,023	37,0711	38,8394	41,3935	44,4717
	Dormitorio 1	36,113	37,2003	39,0344	41,6837	44,8764
	Dormitorio 2	36,129	37,2222	39,0675	41,7328	44,945
	Dormitorio 3	36,005	37,0453	38,8004	41,3356	44,3908
<b>VIV. B1</b>	Garaje	35,949	36,965	38,6792	41,1553	44,1393
	Salón-cocina	35,787	36,7327	38,3287	40,6339	43,412
	Dormitorio 1	35,888	36,8772	38,5468	40,9583	43,8646
	Dormitorio 2	35,892	36,8834	38,556	40,9721	43,8837
	Dormitorio 3	35,81	36,7661	38,3791	40,7089	43,5166
<b>VIV. C1</b>	Garaje	35,884	36,8711	38,5375	40,9445	43,8452
	Salón-cocina	35,722	36,6391	38,1873	40,4236	43,1186
	Dormitorio 1	35,819	36,7791	38,3987	40,738	43,5572
	Dormitorio 2	35,824	36,7857	38,4086	40,7528	43,5778
	Dormitorio 3	35,701	36,6101	38,1435	40,3585	43,0278
<b>VIV. D1</b>	Garaje	36,049	37,1074	38,8942	41,4752	44,5855
	Salón-cocina	35,887	36,8766	38,5458	40,9569	43,8626
	Dormitorio 1	35,986	37,018	38,7592	41,2743	44,3053
	Dormitorio 2	35,99	37,0231	38,7669	41,2858	44,3214
	Dormitorio 3	35,868	36,8489	38,504	40,8947	43,7758
<b>VIV. E1</b>	Garaje	36,41	37,6254	39,676	42,6381	46,2077
	Salón-cocina	36,085	37,16	38,9736	41,5932	44,7502
	Dormitorio 1	36,179	37,2936	39,1752	41,8931	45,1685
	Dormitorio 2	36,353	37,5432	39,552	42,4536	45,9504
	Dormitorio 3	36,276	37,4325	39,385	42,2051	45,6038
<b>VIV. A2</b>	Garaje	37,664	39,4208	42,3861	46,6693	51,8311
	Salón-cocina	37,5	39,1868	42,0329	46,144	51,0983
	Dormitorio 1	37,59	39,316	42,228	46,4341	51,5031
	Dormitorio 2	37,606	39,3379	42,261	46,4833	51,5716
	Dormitorio 3	37,482	39,161	41,994	46,086	51,0175
<b>VIV. B2</b>	Garaje	37,417	39,0673	41,8526	45,8757	50,7241
	Salón-cocina	37,255	38,8351	41,5021	45,3543	49,9968
	Dormitorio 1	37,356	38,9796	41,7202	45,6788	50,4494

	Dormitorio 2	37,36	38,9857	41,7294	45,6925	50,4686
	Dormitorio 3	37,278	38,8685	41,5525	45,4293	50,1014
<b>VIV. C2</b>	Garaje	37,316	38,9236	41,6356	45,5529	50,2738
	Salón-cocina	37,154	38,6916	41,2854	45,032	49,5472
	Dormitorio 1	37,252	38,8316	41,4968	45,3464	49,9858
	Dormitorio 2	37,257	38,8382	41,5067	45,3612	50,0064
	Dormitorio 3	37,134	38,6626	41,2416	44,9669	49,4563
<b>VIV. D2</b>	Garaje	37,522	39,2178	42,0796	46,2135	51,1952
	Salón-cocina	37,361	38,9869	41,7312	45,6952	50,4723
	Dormitorio 1	37,459	39,1283	41,9446	46,0126	50,915
	Dormitorio 2	37,463	39,1334	41,9523	46,0241	50,9311
	Dormitorio 3	37,341	38,9592	41,6894	45,633	50,3855
<b>VIV. E2</b>	Garaje	37,803	39,6212	42,6886	47,1193	52,4588
	Salón-cocina	37,479	39,1559	41,9862	46,0745	51,0014
	Dormitorio 1	37,572	39,2894	42,1878	46,3744	51,4197
	Dormitorio 2	37,746	39,539	42,5646	46,9348	52,2015
	Dormitorio 3	37,669	39,4284	42,3976	46,6864	51,8549
<b>VIV. A3</b>	Garaje	37,9	39,76	42,8981	47,4309	52,8936
	Salón-cocina	37,737	39,526	42,545	46,9056	52,1608
	Dormitorio 1	37,827	39,6553	42,74	47,1958	52,5655
	Dormitorio 2	37,843	39,6771	42,7731	47,2449	52,6341
	Dormitorio 3	37,719	39,5002	42,506	46,8477	52,08
<b>VIV. B3</b>	Garaje	37,641	39,3881	42,3368	46,596	51,7289
	Salón-cocina	37,479	39,1559	41,9863	46,0746	51,0015
	Dormitorio 1	37,58	39,3004	42,2044	46,399	51,4541
	Dormitorio 2	37,584	39,3065	42,2136	46,4128	51,4733
	Dormitorio 3	37,502	39,1893	42,0367	46,1495	51,1061
<b>VIV. C3</b>	Garaje	37,541	39,2455	42,1215	46,2757	51,282
	Salón-cocina	37,379	39,0135	41,7713	45,7548	50,5554
	Dormitorio 1	37,477	39,1535	41,9827	46,0692	50,994
	Dormitorio 2	37,482	39,1601	41,9926	46,084	51,0146
	Dormitorio 3	37,359	38,9845	41,7275	45,6897	50,4646
<b>VIV. D3</b>	Garaje	37,642	39,3896	42,339	46,5993	51,7335
	Salón-cocina	37,481	39,1588	41,9906	46,0811	51,0106
	Dormitorio 1	37,579	39,3001	42,204	46,3984	51,4533
	Dormitorio 2	37,583	39,3053	42,2117	46,4099	51,4693
	Dormitorio 3	37,461	39,1311	41,9488	46,0188	50,9237
<b>VIV. E3</b>	Garaje [PEOR TOMA]	37,974	39,8657	43,0576	47,6682	53,2245
	Salón-cocina	37,649	39,4003	42,3552	46,6234	51,767
	Dormitorio 1	37,743	39,5339	42,5568	46,9232	52,1854
	Dormitorio 2	37,917	39,7835	42,9336	47,4837	52,9672
	Dormitorio 3	37,84	39,6728	42,7666	47,2353	52,6206

<b>VIV. A4</b>	Garaje	36,608	37,9094	40,1047	43,2758	47,0973
	Salón-cocina	36,445	37,6754	39,7516	42,7505	46,3645
	Dormitorio 1	36,535	37,8046	39,9466	43,0406	46,7693
	Dormitorio 2	36,551	37,8265	39,9797	43,0898	46,8378
	Dormitorio 3	36,427	37,6496	39,7126	42,6925	46,2837
<b>VIV. B4</b>	Garaje	36,357	37,5496	39,5616	42,4679	45,9703
	Salón-cocina	36,195	37,3173	39,2111	41,9465	45,243
	Dormitorio 1	36,296	37,4618	39,4292	42,2709	45,6955
	Dormitorio 2	36,3	37,468	39,4384	42,2847	45,7147
	Dormitorio 3	36,218	37,3507	39,2615	42,0214	45,3476
<b>VIV. C4</b>	Garaje	36,296	37,4621	39,4295	42,2714	45,6963
	Salón-cocina	36,134	37,2301	39,0794	41,7505	44,9697
	Dormitorio 1	36,232	37,3701	39,2907	42,065	45,4083
	Dormitorio 2	36,237	37,3767	39,3007	42,0797	45,4289
	Dormitorio 3	36,114	37,2011	39,0356	41,6854	44,8788
<b>VIV. D4</b>	Garaje	36,432	37,6572	39,724	42,7095	46,3073
	Salón-cocina	36,271	37,4264	39,3756	42,1912	45,5844
	Dormitorio 1	36,37	37,5677	39,589	42,5086	46,0271
	Dormitorio 2	36,373	37,5728	39,5967	42,5201	46,0432
	Dormitorio 3	36,252	37,3986	39,3338	42,129	45,4976
<b>VIV. E4</b>	Garaje	36,76	38,1269	40,4331	43,7642	47,7786
	Salón-cocina	36,435	37,6616	39,7307	42,7194	46,3211
	Dormitorio 1	36,529	37,7951	39,9323	43,0192	46,7394
	Dormitorio 2	36,703	38,0447	40,3091	43,5797	47,5213
	Dormitorio 3	36,626	37,9341	40,142	43,3312	47,1747
<b>VIV. A5</b>	Garaje	35,781	36,7242	38,3157	40,6146	43,3851
	Salón-cocina	35,618	36,4902	37,9626	40,0893	42,6523
	Dormitorio 1	35,708	36,6194	38,1576	40,3795	43,0571
	Dormitorio 2	35,723	36,6413	38,1907	40,4286	43,1256
	Dormitorio 3	35,6	36,4644	37,9236	40,0314	42,5715
<b>VIV. B5</b>	Garaje	35,542	36,3814	37,7984	39,8451	42,3117
	Salón-cocina	35,38	36,1492	37,4479	39,3237	41,5843
	Dormitorio 1	35,481	36,2937	37,666	39,6481	42,0369
	Dormitorio 2	35,485	36,2998	37,6752	39,6619	42,0561
	Dormitorio 3	35,403	36,1826	37,4983	39,3987	41,6889
<b>VIV. C5</b>	Garaje	35,47	36,2789	37,6437	39,615	41,9906
	Salón-cocina	35,308	36,0469	37,2935	39,094	41,264
	Dormitorio 1	35,406	36,187	37,5049	39,4085	41,7026
	Dormitorio 2	35,411	36,1935	37,5148	39,4232	41,7232
	Dormitorio 3	35,288	36,0179	37,2497	39,0289	41,1731
<b>VIV. D5</b>	Garaje	35,606	36,473	37,9366	40,0507	42,5985
	Salón-cocina	35,445	36,2422	37,5882	39,5325	41,8756
	Dormitorio 1	35,543	36,3836	37,8016	39,8499	42,3183

	Dormitorio 2	35,547	36,3887	37,8093	39,8614	42,3343
	Dormitorio 3	35,425	36,2145	37,5464	39,4702	41,7887
<b>VIV. E5</b>	Garaje	35,936	36,9464	38,6512	41,1137	44,0812
	Salón-cocina	35,611	36,4811	37,9488	40,0688	42,6238
	Dormitorio 1	35,705	36,6146	38,1504	40,3687	43,0421
	Dormitorio 2	35,879	36,8643	38,5272	40,9292	43,8239
	Dormitorio 3	35,802	36,7536	38,3602	40,6807	43,4773
<b>VIV. A6</b>	Garaje	35,786	36,7316	38,3269	40,6313	43,4083
	Salón-cocina	35,623	36,4976	37,9738	40,106	42,6755
	Dormitorio 1	35,713	36,6268	38,1688	40,3961	43,0803
	Dormitorio 2	35,728	36,6487	38,2019	40,4453	43,1489
	Dormitorio 3	35,605	36,4718	37,9348	40,048	42,5947
<b>VIV. B6</b>	Garaje	35,539	36,3775	37,7924	39,8362	42,2992
	Salón-cocina	35,377	36,1452	37,4419	39,3148	41,5719
	Dormitorio 1	35,478	36,2897	37,66	39,6392	42,0245
	Dormitorio 2	35,482	36,2959	37,6692	39,653	42,0436
	Dormitorio 3	35,4	36,1786	37,4923	39,3898	41,6765
<b>VIV. C6</b>	Garaje	35,469	36,2766	37,6402	39,6098	41,9834
	Salón-cocina	35,307	36,0446	37,29	39,0889	41,2568
	Dormitorio 1	35,404	36,1847	37,5014	39,4033	41,6954
	Dormitorio 2	35,409	36,1913	37,5113	39,4181	41,716
	Dormitorio 3 [MEJOR TOMA]	35,286	36,0156	37,2462	39,0238	41,166
<b>VIV. D6</b>	Garaje	35,61	36,4796	37,9466	40,0656	42,6192
	Salón-cocina	35,449	36,2488	37,5982	39,5473	41,8963
	Dormitorio 1	35,548	36,3902	37,8116	39,8647	42,339
	Dormitorio 2	35,551	36,3953	37,8193	39,8762	42,3551
	Dormitorio 3	35,43	36,2211	37,5564	39,4851	41,8095
<b>VIV. E6</b>	Garaje	35,936	36,9456	38,6499	41,1117	44,0785
	Salón-cocina	35,611	36,4802	37,9475	40,0669	42,6211
	Dormitorio 1	35,704	36,6138	38,1491	40,3668	43,0394
	Dormitorio 2	35,878	36,8634	38,5259	40,9273	43,8212
	Dormitorio 3	35,801	36,7527	38,3589	40,6788	43,4746

Hay que tener en cuenta, que existe un amplificador de línea de FI que añade una atenuación por inserción propia de 2 dB en la banda de 15 – 862 MHz. Esta atenuación ya se refleja en los cálculos de la tabla anterior. Además para dicho rango de frecuencias intervienen los valores de atenuación introducidos por los puentes Z en la cabecera, y los producidos por la mezcla de señales terrestres y satélite, ya que en este apartado sólo se contemplan las pérdidas desde la red de distribución. No obstante, si fuese necesario determinar los valores auténticos de atenuación desde la salida de la cabecera, es decir, una vez han sido mezcladas las señales terrenales y de satélite, bastará sumar 6,5 dB (5 dB + 1,5 dB) a los valores proporcionados en las tablas.

### 1.2.A.g.3.- Respuesta amplitud frecuencia (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias en el mejor y en el peor caso).

La respuesta amplitud-frecuencia para radiodifusión sonora y terrenal viene definida como la diferencia máxima de atenuación en la banda de 47-862 MHz. La respuesta amplitud-frecuencia en canal, la cual es responsabilidad directa de los fabricantes de los elementos usados en la distribución de la señal y del instalador, y que se refiere a la atenuación existente entre la salida de cabecera y cualquier toma de usuario tendrá que estar dentro de los valores dictados por Normativa:

Tabla 12. Respuesta amplitud/frecuencia en canal para RTV

Respuesta amplitud/frecuencia en canal para las señales	47 – 862 MHz	950 – 2150 MHz
FM – Radio, AM-TV*, 64 QAM-TV	± 3 dB en toda la banda ± 0.5 dB en un ancho de banda de 1 MHz	-
FM-TV, QPSK-TV	6 dB	± 4 dB en toda la banda ± 1,5 dB en un ancho de banda de 1MHz
COFDM-DAB, COFDM-TV	± 3 dB en toda la banda	-

(\*) Los niveles de calidad para señales de AM-TV se dan a los solos efectos de tenerse en cuenta para el caso de que se desee distribuir con esta modulación alguna señal de distribución no obligatoria en la ICT.

La respuesta amplitud-frecuencia en banda de la red que es sólo para la atenuación introducida por la red entre la salida de cabecera y la toma de usuario con menor nivel de señal, la cual se calcularía como:

$$A_{\text{banda}} = A_{862} + A_{47} - A_{\text{mejor}} \quad (1.8)$$

Tabla 13. Respuesta amplitud-frecuencia en banda para RTV terrenal.

Atenuación (dB) en 862 MHz	Atenuación (dB) en 47 MHz	Respuesta de amplitud frecuencia en banda
<b>MEJOR TOMA</b>		
41,166	35,286	5,88
<b>PEOR TOMA</b>		
53,2245	37,974	15,2505

La característica de amplitud / frecuencia de la red en la banda de 47 a 862 MHz, cumple con lo establecido en el apartado 4.4.3 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de Marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, ya que este valor es inferior a 16 dB en cualquiera de los casos.

#### **1.2.A.g.4.- Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida)**

Debido a la distancia que existe entre el RITU y algunas tomas de viviendas, se hace necesaria la amplificación del rango de frecuencias 950 – 2150 MHz para garantizar una recepción óptima de la señal de televisión por satélite. Ésta amplificación de señales repercute negativamente en las señales de televisión digital terrestre y radiodifusión sonora, inyectándole una ganancia negativa de 2 dB.

Se instalará en el RITU, el cual se encuentra en un cuarto construido en las zonas comunes de la urbanización, una cabecera de TV compuesta por los siguientes módulos amplificadores:

Amplificador para la BII de VHF-FM, con un nivel máximo de salida de 114 dB $\mu$ V.

Amplificador para radio DAB (BIII), con un nivel máximo de salida de 114 dB $\mu$ V.

Amplificadores monocanales para TV digital terrestre en la BIV de UHF para los canales C28, C32 y C35, con un nivel máximo de salida de 118 dB $\mu$ V.

Amplificadores monocanales para TV digital terrestre en la BV de UHF para los canales C38, C52, C58, C60 y C65 con un nivel máximo de salida de 118 dB $\mu$ V.

Amplificador multicanal para TV digital terrestre en la BV de UHF para los canales C67, C68 y C69, con un nivel máximo de salida de 111 dB $\mu$ V.

El sistema de amplificadores de cabecera hace uso de autoseparación Z a la entrada y automezcla Z a la salida, entregando dos salidas con las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestres amplificadas. Las pérdidas debidas a los puentes Z varían dependiendo de la proximidad de éstos a la antena UHF. Luego, nos encontramos que a la salida del amplificador de FM, las pérdidas serán la suma de los 10 puentes Z, los cuales introducen 0,5 dB cada uno, resultando un total de 5 dB. Esta atenuación irá reduciéndose según nos desplazemos puente a puente por lo amplificadores, desde el de FM hasta el multicanal, donde sólo habrá las pérdidas debidas a un solo puente. Para asegurarnos de que el orden no varía en los cálculos, pese a que en la realidad no sea así, se aplicará las mismas pérdidas de peor caso por puente Z (10 puentes) a la salida de todos los amplificadores, independientemente del orden. De esta manera, dependiendo del orden y el amplificador habrá algo más de margen de seguridad en cada uno y el mismo cálculo resultará igual de correcto para las dos bajadas de cables coaxiales con las distintas señales de FI mezcladas con las terrenales.

Para determinar los valores máximos y mínimos de señal que deben proporcionar a su salida cada uno de los módulos amplificadores de la cabecera, se han teniendo en cuenta los niveles máximo y mínimo en la toma de usuario para cada tipo de señal, y los valores de atenuación en la mejor y peor tomas calculadas anteriormente. Los valores máximo y mínimo de señal (niveles de calidad) en la toma de usuario para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión, son los establecidos en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, y son los siguientes:

Nivel FM Radio	(dB V) = 40-70
Nivel DAB Radio	(dB V) = 30-70
Nivel COFDM-TV	(dB V) = 47-70

Lo único en que afectará el cese de emisiones de los canales 61 a 69 será en que habrá que cambiar los amplificadores monocanales por unos específicos para los nuevos canales. En el caso del amplificador multicanal, si los canales no fueran consecutivos,



habría que introducir nuevos amplificadores monocanal. Por eso se dejará espacio de sobra en los módulos de cabecera.

### 1.2.A.g.5.- Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso

La determinación de estas atenuaciones para cada frecuencia se ha realizado teniendo en cuenta, que la atenuación total entre cada amplificador de cabecera y la toma de usuario será:

$$\text{At (Total)} = \text{At (cables)} + \text{At (amplificador de línea)} + \text{At (distribuidores)} + \text{At (PAU)} + \text{At (BAT)} \quad (1.9)$$

siendo:

At (Total) = Atenuación entre cada amplificador de cabecera y cada toma de usuario.

At (cables) = pérdidas debido a los cables coaxiales entre la cabecera y la toma de usuario.

At (amplificador de línea) = ganancia negativa que influye en la banda 5 MHz – 862 MHz

At (distribuidores) = pérdidas en los distribuidores de señal.

At (PAU) = pérdidas de inserción del PAU para cada salida.

At (BAT) = pérdidas de inserción de conexión del BAT.

Así se identificará en la ICT la toma con menor atenuación, que será la mejor toma, y la toma con mayor atenuación, que será la peor toma, con el fin de determinar cuál es el mejor y peor caso para la distribución de los servicios de radiodifusión sonora y terrenal.

Las atenuaciones deben ser consideradas desde la red de distribución, por eso no se incluirán las pérdidas debidas a la mezcla de FI hecha en el amplificador de FI (1,5 dB) ni las pérdidas debidas a los 10 puentes Z (5 dB). Sin embargo lo tendremos en cuenta en el cálculo posterior de este apartado.

#### **Nivel de señal máximo en toma más favorable:** Dormitorio 3, Vivienda C6

Tabla 14. Atenuación mejor toma.

Vivienda	Toma	Atenuación (dB)				
		47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
<b>VIV. C6</b>	Garaje	33,469	34,2766	35,6402	37,6098	39,9834
	Salón-cocina	33,307	34,0446	35,29	37,0889	39,2568
	Dormitorio 1	33,404	34,1847	35,5014	37,4033	39,6954
	Dormitorio 2	33,409	34,1913	35,5113	37,4181	39,716
	Dormitorio 3	33,286	34,0156	35,2462	37,0238	39,166

Tabla 15. Atenuación de los elementos de distribución.

<b>Elementos</b>		
Nombre	Referencia	Atenuación distribución (dB)
		5-862 Mhz
UDU-612	Repartidor (5353)	11,8
ARTU009	Toma (2472)	1,5
PAU-203	PAU-TV (3354)	6,5

Tabla 16. Atenuación de los cables.

<b>Cables</b>		Atenuación / 100 m. (dB)				
Nombre	Referencia	47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
		CCI-174	2016	3,7	5,3	8,0
Toma	Metros	47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
Garaje	50,5054	1,8687	2,6768	4,0404	6,0102	8,3839
Salón-cocina	46,128	1,7067	2,4448	3,6902	5,4892	7,6577
Dormitorio 1	48,747	1,8036	2,5836	3,90	5,801	8,092
Dormitorio 2	48,8436	1,7702	2,5358	3,8275	5,6934	7,9421
Dormitorio 3	45,5569	1,6856	2,4145	3,6628	5,4213	7,5625

El cálculo del nivel máximo de señal viene expresado como:

$$S_{max} = S_{ref} - A_{toma} + A_{puntos} + A_{mezcla} + A_{FI} - A_{línea} \quad (1.10)$$

Donde:

$S_{max}$  = Máximo valor de nivel de señal que podemos fijar en la cabecera para no saturar los receptores de los usuarios.

$A_{toma}$  = Atenuación en dB de la mejor toma.

$A_{puntos}$  = 5 dB = Suma de las atenuaciones de los 10 puentes Z de los amplificadores de cabecera.

$A_{mezcla}$  = 1,5 dB = Atenuación debida a la mezcla de señal terrenal con FI en el amplificador de FI.

$S_{ref}$  = Nivel de señal máximo en toma estipulado en la Normativa.

$A_{línea}$  = Atenuación del amplificador de línea en el caso de que lo hubiera.

**Nivel de señal mínimo en toma más desfavorable:** Garaje, Vivienda E3

Tabla 17. Atenuación peor toma.

Vivienda	Toma	Pérdidas Totales				
		47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
VIV. E3	Garaje	35,974	37,8657	41,0576	45,6682	51,2245
	Salón-cocina	35,649	37,4003	40,3552	44,6234	49,767
	Dormitorio 1	35,743	37,5339	40,5568	44,9232	50,1854
	Dormitorio 2	35,917	37,7835	40,9336	45,4837	50,9672
	Dormitorio 3	35,84	37,6728	40,7666	45,2353	50,6206

Tabla 18. Atenuación de los elementos de distribución.

Elementos		
Nombre	Referencia	Atenuación distribución (dB)
		5-862 Mhz
UDU-612	Repartidor (5353)	11,8
ARTU009	Toma (2472)	1,5
PAU-203	PAU-TV (3354)	6,5

Tabla 19. Atenuación de los cables.

Cables		Atenuación / 100 m. (dB)				
Nombre	Referencia	47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
CCI-174	2016	3,7	5,3	8,0	11,9	16,6
Toma	Metros	47 Mhz	100 Mhz	230 Mhz	470 Mhz	862 Mhz
Garaje	117,7733	4,3576	6,242	9,4219	14,015	19,5504
Salón-cocina	108,9921	4,0327	5,7766	8,7194	12,97	18,0927
Dormitorio 1	111,5149	4,1261	5,9103	8,9212	13,2703	18,5115
Dormitorio 2	116,219	4,3	6,1596	9,2975	13,83	19,2923
Dormitorio 3	114,1345	4,2223	6,0491	9,1308	13,582	18,947

El cálculo del nivel mínimo de señal viene expresado como:

$$N_{\min} = N_{\text{min}} + A_{\text{peor}} + A_{\text{FI}} + A_{\text{CD}} + A_{\text{linea}} \quad (1.11)$$

Donde:

$N_{\min}$  = Mínimo valor de nivel de señal que podemos fijar en la cabecera para garantizar un nivel adecuado en la toma de los usuarios.

$A_{\text{peor}}$  = Atenuación en dB de la peor toma.

$A_{\text{FI}}$  = 5 dB = Suma de las atenuaciones de los 10 puentes Z de los amplificadores de cabecera.

$A_{\text{CD}}$  = 1,5 dB = Atenuación debida a la mezcla de señal terrenal con FI en el amplificador de FI.

$N_{\text{min}}$  = Nivel de señal mínimo en toma estipulado en la Normativa.

$A_{\text{linea}}$  = Atenuación del amplificador de línea en el caso de que lo hubiera.

Tras obtener estos valores máximos y mínimos, calculamos el valor intermedio ( $\bar{N}$ ) para cada canal o banda de frecuencia, el cual determinará el nivel de señal de la salida para cada uno de los amplificadores de cabecera. Usaremos la siguiente ecuación:

$$F_{-1/3/4 \text{ 1A}} \text{ 5G} \quad \%HI'J_k / 1 \quad - \quad /3/4 \text{ 1A} \quad \text{5GL} \quad ; \quad \%HI'J \quad 1 \quad - \quad /3/4 \text{ 1A} \quad \text{5GL} \quad (1.12)$$

Donde:

$F_{-1/3/4 \text{ 1A}}$  = Valor de ganancia que se ajustará para cada amplificador de cabecera.

$\%HI'J_k / 1 \quad - \quad /3/4 \text{ 1A}$  = Nivel de señal que habrá en la salida de los amplificadores de cabecera escogido a partir de la media de los valores máximo y mínimo permitidos en las tomas de usuario.

$\%HI'J \quad 1 \quad - \quad /3/4 \text{ 1A}$  = La diferencia entre el nivel de antena (suma del nivel de señal recibido en el emplazamiento y la ganancia de la antena) y las atenuaciones por puente Z. Este nivel se podrá ver con más detalle en el apartado 1.2.A.g.6.

Una vez conocidos el nivel máximo y mínimo de señal, la ganancia de cada amplificador de cabecera y los datos de la mejor y peor toma y los niveles de calidad de señal vistas en el apartado anterior, calcularemos el nivel de salida del amplificador. Se obtendrá sumando los datos de señal recibida (Tabla 1) y la ganancia de las antenas (Tabla 4) para cada modulación o canal. Además de añadir los 4 dB que ganamos debido a que el nivel de señal medido en el emplazamiento es a nivel de suelo, y los elementos de captación estarán ubicados a 7,5 metros de altura aproximadamente, mejorando así el nivel recibido. Luego, con el resultado de la resta de ambos niveles, obtendremos los valores de ganancia que debemos fijar en los amplificadores de cabecera.

Tabla 20. Ganancia de los amplificadores de cabecera.

	FM	DAB	C28	C32	C35
Nmáx	110,52	111,5	114,3		
Nmin	84,37	77,3	101,5		
$V_i$	98	95	108		
Nout	98	95	110		
G	24,82	28,31	31,9	28,73	29,55

	C38	C52	C58	C60	C65	C67	C68	C69
Nmáx	115,67							
Nmin	104,72							
$V_i$	110							
Nout	110							
G	27,85	25,361	25,87	24,12	24,61	22,98	22,34	22,53

Vemos en la tabla como el valor de  $V_i$  sugerido es inferior a los 113 dB que podemos sacar como máximo de la cabecera. Además, debemos tener en cuenta que el nivel máximo de salida digital de amplificador multicanal es 111 dB, por lo que el valor escogido como salida de cabecera debe estar por debajo de este nivel. Para evitar que los amplificadores trabajen a su máximo nivel de potencia hemos escogido un valor más bajo, 110 dB, tras asegurarnos que este valor es válido para toda la instalación.

## Amplificadores de línea

Sólo se instalarán amplificadores de línea para la banda FI, los cuales introducirán 2 dB de pérdidas. De esta forma, todas las tomas de la instalación se sitúan en los niveles establecidos en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

### 1.2.A.g.6.- Relación señal / ruido en la peor toma.

La relación señal-ruido en la toma de usuario, indica en este punto, uno de los parámetros de la calidad de la señal, una vez ésta ha sido demodulada. La relación señal-ruido obtenida dependiendo del tipo de modulación utilizado, es función del nivel de la portadora de la señal modulada, con respecto al nivel de ruido en el punto donde se realice la medida, en este caso la toma de usuario. De esta forma, la obtención de una relación portadora-ruido (C/N) determinada en la toma de usuario, garantiza una determinada relación señal- ruido (S/N) de la señal demodulada en este punto.

Por comodidad en los cálculos, el nivel de ruido en la toma de usuario suele referirse al nivel de ruido en la antena. De esta forma la potencia de ruido viene dada por la expresión:

$$N = k_B B f_{SIS} T_0 (1 + f_{SIS}) \quad (1.13)$$

$N$  = Potencia de ruido referida a la salida de la antena. [W]

$k_B$  = Constante de Boltzman =  $1.38 \times 10^{-23}$  [W/(Hz·K)]

$B$  = Ancho de Banda considerado. [Hz]

$f_{SIS}$  = Factor de ruido del sistema en unidades naturales.

$T_0$  = Temperatura de operación del sistema en K°, se considerará 293°K

Para una instalación como la mostrada a continuación, cuyo esquema responde a la ICT que nos ocupa:

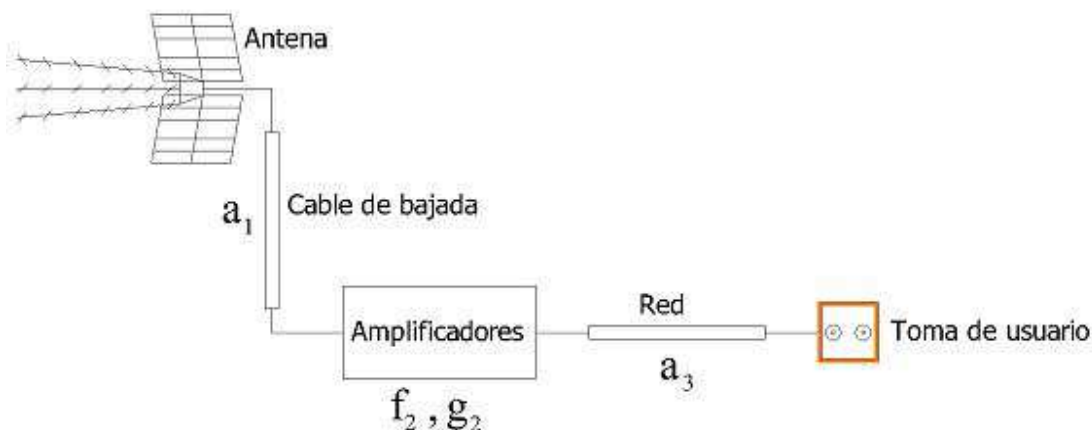


Figura 2. Esquema de la instalación

Para obtener el factor de ruido del sistema hay que aplicar la fórmula de Friis (usando unidades naturales), que relaciona los factores de ruidos independientes de una serie de cuadripolos en cascada, y que en su forma general es:

$$0 \quad 0 \quad \frac{3_0^2}{R_s} \quad \frac{3_r^2}{R_s R_0} \quad U \quad \frac{3_v^2}{WVYS R_x} \quad (1.14)$$

Sabiendo que el factor de ruido de un cable es su atenuación,  $a_1$  y  $a_3$ , y su ganancia la inversa de la atenuación, la  $f_2$  es el factor de ruido de un amplificador y  $g_2$  su ganancia, el factor de ruido de la instalación será:

$$Q_{DIP} \quad , \quad 0 \quad ; \quad , \quad \frac{\tau^2}{R_0} \quad s \quad (1.15)$$

Para el cálculo de los parámetros “a” y “f”, cuya expresión es en unidades naturales, basta con elegir la atenuación del cable y el factor de ruido del amplificador en decibelios y hacer la equivalencia en unidades naturales, siendo:

$$5G \quad \# \quad [N] \quad *?^? \quad (1.16)$$

Luego, el objetivo es dejar la relación (C/N) en unidades dB convirtiendo N a unidades dBμV para hacer más fácil su aplicación directa, ya que C en dBμV será el nivel de señal a la entrada de los amplificadores de cabecera:

$$\_ \` \% \quad 5G \quad \_ \quad 5GL \quad ; \quad \% \quad 5GL \quad (1.17)$$

Sabiendo que la potencia es una relación entre la tensión (V) y la impedancia (Z):

$$a \quad \_ \quad b \quad (1.18)$$

Luego:

$$\overline{ca \quad b} \quad (1.19)$$

Sustituyendo queda:

$$\overline{dM \quad N \quad Q_{DIP} \quad G \quad b} \quad (1.20)$$

Y sabiendo que para pasar V a dBμV es:

$$5Ge \quad \# \quad [N] \quad \frac{f}{gf} \quad (1.21)$$

Sustituyendo el parámetro V queda:

$$\% \quad 5Ge \quad \# \quad [N] \quad \frac{dh \quad i \quad 3_{jkj} \quad I \quad B}{gf} \quad (1.22)$$

Por propiedades de los logaritmos sacamos el factor de ruido del sistema  $f_{S/S}$  fuera:

$$\% \quad 5Ge \quad \# \quad [N] \quad \frac{h \quad i \quad B \quad I}{m \quad Yn \quad 0} \quad \# \quad [N] \quad Q_{DIP} \quad (1.23)$$

Donde  $\# \quad [N] \quad Q_{DIP}$  es la figura de ruido del sistema

Expresando B en MHz, quedaría de la siguiente forma:

$$N_b = \frac{P_{\text{DPT}}}{k \cdot T_0 \cdot B} \quad (1.24)$$

Y sustituyendo los valores de  $T_0$  y  $k$ , y sabiendo que la impedancia  $Z$  en los sistemas de radiodifusión sonora y televisión es de 75 resulta:

$$N_b = \frac{P_{\text{DPT}}}{75 \cdot B}$$

Ecuación para la potencia de ruido en dBμV en sistemas de radiodifusión sonora y televisión válida si y solo si  $T_0$  es 293°K.

Finalmente sustituyendo tenemos:

$$N_b \text{ [dB}\mu\text{V]} = 10 \log \left( \frac{P_{\text{DPT}}}{75 \cdot B} \right) \quad (1.25)$$

Siendo ésta la fórmula final que se aplicará para determinar la relación C/N en radiodifusión terrenal.

Se han de tener en cuenta los anchos de banda propios de cada servicio, siendo:

- B<sub>FM Radio</sub> = 0,3 MHz
- B<sub>DAB Radio</sub> = 2 MHz
- B<sub>TV Digital</sub> = 8 MHz

Se supondrá 5 metros de cable desde las antenas hasta la cabecera como margen de seguridad y el cálculo del factor de ruido del sistema se hará siempre a la peor toma. A los niveles de señal medidos se le aplicará el factor correctivo de 4 dB debido a la altura que estarán las antenas. Se tendrá en cuenta las pérdidas por puente  $Z$  (0,5 dB cada uno) a la entrada a medida que la señal va de amplificador en amplificador desde el amplificador multicanal hasta el de DAB. Sin embargo, usaremos el peor caso, considerando todos los puentes  $Z$ . Así la  $C$ (dBμV) queda como:

$$C \text{ [dB}\mu\text{V]} = 10 \log \left( \frac{P_{\text{DPT}}}{k \cdot T_0 \cdot B} \right) + 4 \cdot Z \quad (1.26)$$

Según lo establecido en el apartado 4.5 del anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio se debe cumplir los siguientes valores de la relación portadora-ruido en el peor de los casos.

Tabla 21. Valores en dB de C/N que exige el Reglamento.

Relación Port./Ruido aleatorio	Unidad	47 Mhz – 862Mhz
C/N FM - Radio	dB	38 dB
C/N COFDM - DAB	dB	18 dB
C/N COFDM - TV	dB	25 dB

Los canales implicados para la C/N COFDM – TV son los siguientes: 28, 32, 35 38, 52, 58, 60, 65, 67, 68 y 69

Se detallan a continuación los cálculos y valores portadora-ruido calculados para todas las frecuencias de interés, en la peor de las tomas de usuario de la instalación:

		Relación C/N												
F(MHz)		FM	DAB	C28	C32	C35	C38	C52	C58	C60	C65	C67	C68	C69
		100	200	500	500	500	862	862	862	862	862	862	862	862
Cabecera	At cable (dB)	0,265	0,375	0,62	0,62	0,62	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
	a <sub>1</sub> (u.n.)	1,063	1,09	1,153	1,153	1,153	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211
	Fig. ruido ampl. (dB)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	f <sub>2</sub> (u.n.)	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943	7,943
	G amplificador (dB)	24,82	28,31	31,9	28,73	29,55	27,85	25,361	25,87	24,12	24,61	22,98	22,34	22,53
	g <sub>2</sub> (u.n.)	303,389	677,642	1548,817	746,449	901,571	609,537	343,637	386,367	258,226	289,068	198,609	171,396	179,061
Red	At. peor toma	37,8657	40,282	46,325	46,325	46,325	51,2245	51,2245	51,2245	51,2245	51,2245	51,2245	51,2245	51,2245
	a <sub>3</sub> (u.n.)	6117,44	10670,9	42904,2	42904,2	42904,2	132571,4	132571,4	132571,4	132571,4	132571,4	132571,4	132571,4	132571,4
	f <sub>SIS</sub> (u.n.)	29,437	25,821	41,097	75,4286	64,0263	273	476,81	425,138	631,33	565	817,955	946,3	906,2
	F <sub>SIS</sub> (dB)	14,689	14,12	16,138	18,7754	18,0636	24,3616	26,7835	26,2853	28	27,5205	29,1273	29,7603	29,5722
	B (MHz)	0,3	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	N (dBμV)	4,2783	11,9484	19,987	22,6244	21,9126	28,2106	30,6325	30,1343	31,849	31,369	32,9763	33,6093	33,4212
	Santena (dBμV)	68,78	54,69	63,20	65,87	64,75	66,05	66,79	66,53	67,38	66,29	67,72	68,26	67,97
	Mejora por altura	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Gantena (dB)	1	8	10,9	11,4	11,7	12,1	13,6	14,5	14,7	15,1	15,3	15,4	15,5
	Pérdidas puentes Z	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	<b>Relación C/N (dB)</b>	64,5017	49,7416	53,113	53,6456	53,5374	48,9394	48,7575	49,8957	49,231	49,021	49,0437	49,0507	49,0488

Tabla 22. Relación C/N para radiodifusión sonora y televisión terrenal para el esquema de la Figura 2.



### 1.2.A.g.7.- Productos de Intermodulación.

Los amplificadores de cabecera, los amplificadores de línea, los repetidores intermedios, los conversores de canal y demás dispositivos activos son los dispositivos susceptibles de generar distorsión no lineal, y por lo tanto intermodulación.

Es la relación entre el nivel de la portadora de un canal (video) y el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden producidos por las tres portadoras presentes en el canal (video, audio y color). En nuestra instalación sólo se podrá producir intermodulación en los amplificadores de cabecera y en el de línea.

Los amplificadores comercializados para distribución de TV se adaptan básicamente a la norma UNE EN 50083-5-2002, el cual indica que para señales de COFDM-TV se tiene que cumplir que:

#### C/I simple Toma 30 dB

Esta relación viene dada por la expresión:

$$C/I \text{ simple } T_{\text{oma}} \text{ (dB)} = C/I \text{ simple } \text{ampli.cabecera} \text{ (dB)} + 2 \cdot (V_{\text{máxima}} \text{ (dB}\mu\text{V)} - V_{\text{trabajo}} \text{ (dB}\mu\text{V)}) \quad (1.27)$$

donde:

$C/I \text{ simple } \text{ampli.cabecera}$  = Nivel de intermodulación simple del amplificador, 30 dB (dato suministrado por el fabricante, siguiendo la norma UNE EN 50083-5-2002)

$V_{\text{máxima}}$  = Nivel de salida máximo de cabecera para que no entre en saturación que el fabricante haya medido = 118 dB $\mu$ V.

$V_{\text{trabajo}}$  = Nivel de salida ajustado de cabecera = 110 dB $\mu$ V.

$$C/I \text{ simple } T_{\text{oma}} \text{ (dB)} = 30 \text{ dB} + 2 \cdot (118 \text{ dB}\mu\text{V} - 110 \text{ dB}\mu\text{V}) = 46 \text{ dB}$$

El resultado es superior a 30 dB por lo que cumple la consigna del reglamento. No obstante, para el resto de señales presentes en la instalación, no pueden estimarse mediante cálculo de los valores de intermodulación, pero éstos estarán dentro de los márgenes establecidos en el apartado 4.5 del Anexo I del Real Decreto 346/2011 de 11 Marzo del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

### 1.2.A.g.8.- Número máximo de canales de televisión incluyendo los considerados en el proyecto original que puede distribuir la instalación.

En la instalación de ICT proyectada no se presenta problema alguno para añadir canales de radiodifusión sonora y televisión terrenales aparte de los ya previstos en el momento de la creación del presente proyecto.

Sólo recordar que la única consideración a tener en cuenta es que debido a la existencia de un amplificador de línea para la banda de FI a lo largo de la urbanización, dicho amplificador mete en la red una pérdida por inserción del mismo en la banda de 47 - 862 MHz de 2 dB, sin interferir en ninguna otra cuestión en la red en lo que a señales de radiodifusión sonora y terrenal se refieren.

### 1.2.A.h.- Descripción de los elementos componentes de la instalación.

Se detallan a continuación los componentes necesarios para la instalación de la ICT:

#### 1.2.A.h.1.- Sistemas captadores

Elemento	Cantidad
Antena tipo Omnidireccional para <b>FM</b> B-II, ganancia 1 dB	1
Antena tipo Directiva para <b>DAB</b> B-III, canales 5-12, ganancia 8 dB	1
Antena Yagi tipo Directiva para <b>UHF</b> B-III, canales 21-69, ganancia 15,5 dB	1
Mástil de 3 m. de longitud, 45 mm. de diámetro y 2 mm. de espesor *	1
Metro lineal de cable coaxial de 75 Ohm para exteriores, dieléctrico PE	10
Metro lineal cable de Cu aislado para conexión a tierra de 35 mm <sup>2</sup>	10

\* El mástil estará embutido en cubierta una profundidad de 1 m.

#### 1.2.A.h.2.- Amplificadores

Los amplificadores que componen la cabecera de la ICT para la adaptación de las señales que se procesan son los siguientes:

Elemento	Cantidad
Cofre para 14 módulos + Fuente de Alimentación	1
Placa Embellecedora	1
Fuente de Alimentación para 14 módulos de 60 W	1
Módulo amplificador regulable para la banda FM, ganancia 30 dB	1
Módulo amplificador regulable para la banda DAB, ganancia 45 dB	1
Módulo amplificador regulable monocanal para la banda UHF señal COFDM-TV, ganancia 50 dB	8
Módulo amplificador regulable multicanal (3 canales) para la banda UHF señal COFDM-TV, ganancia 50 dB	1
Puente Z. Conector F	20
Cargas 75 . Conector F	3
Conector F	6
Metro lineal de cable coaxial de 75 de cobre para interiores. Dieléctrico PVC	2

#### 1.2.A.h.3.- Mezcladores

El mezclador que compone la cabecera de la ICT para la adaptación de las señales de satélite es el siguiente y sus características se detallan en el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones.

Elemento	Cantidad
Módulo amplificador regulable para FI-SAT mezclador para MATV, ganancia 50dB	2

#### 1.2.A.h.4.- Distribuidores y derivadores

Elemento	Cantidad
Distribuidor de 6 salidas, atenuación de distribución 11,8 dB *	132
Repartidor de 4 vías, pérdidas de inserción 7,5 dB	2
PAU TV 3 vías, pérdidas de inserción 6,5 dB	30
Carga de 75 . Conector F	20
Conector F	192

\* Cada vivienda necesita de 3 distribuidores para las señales del PAU TV, multiplicado por las 30 viviendas de la urbanización se quedarían 90 distribuidores, pero como hemos comentado anteriormente todos los elementos de distribución de señales de televisión hay que duplicarlos debido a los dos cables coaxiales que transportan las señales, lo que hace un total de 120 elementos. A eso sumamos los 6 distribuidores que utilizaremos en las zonas comunes, que a su vez hay que duplicarlos, por lo que en total quedarían 132 distribuidores.

#### 1.2.A.h.5.- Cable

Los cables utilizados en la realización de la ICT, tanto en la red de distribución como en la red de dispersión, cumplirán en todos sus parámetros con las especificaciones del Reglamento. Sus características técnicas se describirán en el Pliego de condiciones del presente Proyecto.

Utilizaremos un cable coaxial con apantallamiento que cumpla la norma UNE-EN 50117-2-4 para distribución interior y norma UNE-EN 50117-2-5 para instalación exterior.

Elemento	Cantidad
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de distribución viviendas 1.	46
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de distribución viviendas 2.	85
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de distribución viviendas 3.	91
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de distribución viviendas 4.	57
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de distribución viviendas 5.	35
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de distribución viviendas 6.	35
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de dispersión viviendas 1.	58
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de dispersión viviendas 2.	59
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de dispersión viviendas 3.	55

Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de dispersión viviendas 4.	56
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de dispersión viviendas 5.	56
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de dispersión viviendas 6.	56
Metro lineal cable coaxial de 75 de Cu para interiores, red de interior de usuario.	2670

Sumando finalmente tenemos un total de 3314 metros de cable coaxial de 75 de cobre para interiores de dieléctrico PE de diámetro 4,8 mm.

#### 1.2.A.h.6.- Materiales complementarios

Elemento	Cantidad
Bases de toma de usuario individuales con filtros, salidas TV-FM y SAT	150
Embelecedor para base de toma de usuario	150

#### 1.2.B.- Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

En este apartado, se estudiará la elección del emplazamiento de las antenas receptoras de señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite, las características de las mismas que inciden en los cálculos mecánicos de las bases de las parábolas y el cálculo de la estructura de soporte de las mismas. Además, se establecerán los niveles de señal requeridos a la salida de la cabecera que deberán ser compatibles con los amplificadores seleccionados. Así mismo se determinarán los niveles de señal obtenidos en el mejor y peor caso.

La normativa vigente no exige la instalación de los equipos necesarios para recibir estos servicios, debiendo tener en cuenta sólo la previsión para su posterior incorporación. Se ha de tener en cuenta la cabecera para la captación terrenal ya que en función de dicha cabecera, se puede producir la mezcla de ambas señales para su distribución.

##### 1.2.B.a.- Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite.

Se establecerán las previsiones para que pueda producirse la instalación de dos antenas parabólicas con la orientación adecuada para captar los canales digitales (modulación QPSK-TV<sup>6</sup>) provenientes de los satélites Astra e Hispasat en polarización vertical alta, pues así se dará cobertura total a la única plataforma digital por satélite disponible y contratable en todo el territorio nacional (Digital+).

El emplazamiento definitivo de los soportes de las antenas para los servicios de radiodifusión sonora y televisión por satélite, será el mismo que en el caso de la televisión terrenal, pudiéndose observar en el plano 2.19. Dicho emplazamiento se ha elegido teniendo en cuenta la orientación necesaria para la colocación de las antenas parabólicas, que realizarán la captación de los servicios de radiodifusión sonora y televisión por satélite con un nivel de señal adecuado.

Se ha comprobado la ausencia de obstáculos que puedan producir interferencias o bloqueo entre las señales provenientes del satélite y la antena receptora.

Parámetros de las antenas receptoras.

Los parámetros más relevantes de las antenas elegidas son los siguientes:

Tabla 23. Características de las antenas offset elegidas.

Antenas para recepción TV satélite		
	Astra	Hispasat
Diámetro de la antena	110 cm.	80 cm.
Tipo de antena	Foco offset	Foco offset
Ganancia mínima de la antena	41,5 dB	39 dB

Para la correcta orientación de las antenas receptoras hay que determinar su Acimut, elevación y el ángulo de desplazamiento de polarización, aunque éste último se da como una mera referencia como se verá más adelante.

Para hacer dichos cálculos, previamente se necesitan varios datos. Empezamos con los datos del emplazamiento de la urbanización que vienen dados en grados sexagesimales:

**Latitud:** 27° 45' 38,8224" N

**Longitud:** 15° 40' 35,22" O

Para mayor comodidad en los cálculos, se convierten los datos en grados sexagesimales a grados decimales:

**Latitud ( ):** 27,760784

**Longitud ( ):** -15,67645

Como se dijo se harán los cálculos para los satélites Astra e Hispasat, los cuales se distribuyen en una órbita geoestacionaria situada por encima del ecuador. Sus respectivas longitudes son las siguientes:

Tabla 24. Longitudes de los satélites.

Satélites	Longitud
<b>Astra</b>	19,2
<b>Hispasat</b>	-30

Para poder realizar los cálculos posteriores, se necesitarán dos variables auxiliares, como:

(1.27)

Donde:

= Longitud geográfica del emplazamiento de la estación receptora.

Longitud de la órbita geoestacionaria del satélite.

La segunda variable auxiliar sería:

(1.28)

Donde:

= Latitud geográfica del emplazamiento de la estación receptora.

Una vez conocidas estas variables podemos calcular los parámetros necesarios para la correcta orientación de las antenas receptoras.

### Acimut

$$q = \arctan\left(\frac{\sin(\alpha) \cos(\phi)}{\cos(\alpha) \cos(\phi) - \sin(\phi) \tan(\delta)}\right) \quad (1.29)$$

Los 180° del acimut son para que el mismo se mida respecto al norte geográfico. Cabe destacar que el norte geográfico no se corresponde con el norte magnético, el cual se puede medir con una brújula y que varía según el tiempo. Debemos calcular la declinación magnética para corregir el error que se produce debido a esta desviación. Para ello se consulta un mapa de declinación magnética y también una calculadora web basada en datos geométricos actuales. Se ha estimado que la declinación para nuestro desplazamiento es de 5° 27' 15" O, como podemos observar en la siguiente imagen. Transformándolo a grados decimales serían -5,45417° respecto al norte real.



Figura 3. Declinación magnética desplazamiento.

Como se trata de hacer que el instalador pueda orientar las antenas tomando como punto de referencia la aguja de la brújula se sumará dicha declinación magnética (cambiada de signo) al acimut.

Elevación de las antenas receptoras

Previamente habrá que calcular la relación entre la distancia Tierra-satélite y el radio de La Tierra, que se representa en la siguiente expresión:

$$\epsilon = \frac{R_e \cdot (1 - \cos \theta)}{R_e \cdot (1 - \cos \theta) + H^2} \quad \# \quad \text{!}$$

Con la segunda variable auxiliar mencionada anteriormente ( ), podemos completar la expresión de la elevación respecto a la horizontal del terreno:

$$\theta = \arcsin \left( \frac{R_e \cdot (1 - \cos \theta)}{R_e \cdot (1 - \cos \theta) + H^2} \right) \quad (1.30)$$

Dicha expresión necesitará una compensación, puesto que las antenas receptoras escogidas son de tipo offset, luego para dar la máxima ganancia no deben estar directamente orientadas al satélite según los cálculos realizados. Esa compensación, que se restará a la elevación calculada, es de 24° para la parabólica de 1100 mm (Astra) y de 26,5° como para la de 800 mm (Hispasat).

El ángulo de desplazamiento de polarización es el ángulo al que hay que girar el conversor de la antena para que la polarización horizontal y vertical incidan perfectamente en el conversor LNB, el cual viene dado por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{R_e \cdot (1 - \cos \theta)}{R_e \cdot (1 - \cos \theta) + H^2} \right) \quad (1.31)$$

Para acabar se calculará aquí también la distancia entre el emplazamiento y el satélite ya que hará falta para los cálculos de la relación C/N y necesita de una de las variables auxiliares propuestas anteriormente:

$$d = R_e \cdot \theta \quad \# \quad \text{!} \quad (1.32)$$

Una vez conocidas las ecuaciones, realizamos todos los cálculos referentes a cada satélite para nuestra instalación ICT. Los podemos ver en esta Tabla:

Tabla 25. Resumen de los principales parámetros para cada uno de los satélites.

Parámetros	ASTRA	HISPASAT
(°)	19,2	-30
(°)	-15,67645	
(°)	-34,87645	14,32355
(°)	27,760784	
(°)	43,4512	30,975
(°)	0,151266483	
Acimut (°)	123,7535	208,8731
Declinación magnética (°)	5,45417	
Acimut Corregido (°)	129,2077	214,3273
Elevación (°)	39,8832	53,9133
Compensación Offset (°)	24	26,5
Elevación compensada (°)	63,8832	80,4133
Desplazamiento de polarización (°)	-47,3696	25,174

Distancia del emplazamiento al satélite (km)	37793,483	36868,156
--	-----------	-----------

### 1.2.B.b.- Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite.

El conjunto de los elementos de captación de las señales de radiodifusión sonora y de televisión por satélite irán colocados en el techo del cuarto común donde se encuentra el RITU. Para las mismas se ha previsto un soporte de tubo de tipo "T" para suelo. Como ejemplo podemos observar dicho soporte en la imagen:



Figura 4. Soporte de tubo Tipo "T".

Las antenas se situarán a menos de 20 metros del suelo, por lo que deberán soportar una velocidad del viento de 130 km/h y una presión de 800 N/m<sup>2</sup>. Según el fabricante, las cargas de viento para cada antena serían las siguientes:

Antena parabólica (Astra) de 1100 mm de diámetro: 912 N

Antena parabólica (Hispasat) de 800 mm de diámetro: 499,2 N

Teniendo en cuenta que los soportes de las antenas tienen 750 mm de longitud, los momentos flectores en su base se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Momento Flector} = \text{Carga al viento (N)} \cdot \text{Longitud del soporte (m)} \quad (1.33)$$

Luego:

$$M_{\text{flector Astra}} = 912 \cdot 0,75 = 684 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{flector Hispasat}} = 499,2 \cdot 0,75 = 374,4 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Para la fijación de los soportes de antenas al forjado de hormigón del suelo, deberá construirse sobre el citado forjado una zapata de hormigón, cuyas dimensiones serán de 30 cm de altura, y de 40 cm de ancho por 40 cm de largo. Estas zapatas deberán armarse con el propio forjado mediante varillas de hierro de 16 mm de diámetro. Los herrajes de empotrar los soportes quedarán embutidos en la propia zapata de hormigón, que deberá ser construida con la suficiente antelación para su fraguado, antes de instalar los soportes de antena.



Los elementos que constituyen los elementos de captación: antenas, soportes, anclajes, etc. serán de materiales resistentes a la corrosión, o estarán tratados convenientemente para su resistencia a la misma. La parte superior de los tubos soporte se obturarán permanentemente de forma tal que se impida el paso del agua al interior del mismo, si es que dicha obturación no fuese ya prevista de fábrica. Todos los elementos de tornillería se protegerán de la corrosión mediante pasta de silicona no ácida.

Tanto los tubos soporte como todos los elementos captadores, quedarán conectados a la toma de tierra más cercana de la urbanización siguiendo el camino más corto posible, mediante el uso de conductor de cobre de al menos 25 mm<sup>2</sup> de sección.

### **1.2.B.c.- Previsión para incorporar las señales de satélite.**

Durante la ejecución del inmueble, como ya se expuso en el apartado anterior, se dejarán instaladas las bases que servirán de soporte a las antenas parabólicas.

Para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales, las redes de distribución, la de dispersión, así como la de usuario, están diseñadas para permitir la distribución de señales dentro de la banda de 47 a 2150 MHz en modo transparente, desde la cabecera hasta las BAT de usuario. Esto permite la distribución de las señales de satélite (FI-SAT) de 950 a 2150 MHz desde la cabecera hasta las tomas de usuario.

En la cabecera, las señales de satélite de 10,75 a 12 GHz (banda KU) previamente convertidas a FI-SAT por el LNB alojado en la antena parabólica, son amplificadas y mezcladas por los amplificadores de FI-SAT, con las señales de los servicios de radiodifusión sonora y televisión terrestres (47 a 862 MHz), para ser distribuidas desde este punto hasta las tomas de usuario de las viviendas

Es por ello que se destinarán espacios específicos y suficientes para la instalación de los componentes necesarios para el procesamiento, amplificación y mezcla de las señales de satélite que se desean distribuir, tanto analógicas como digitales.

### **1.2.B.d.- Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrenales.**

Los amplificadores de frecuencia intermedia FI-SAT situados en la cabecera de la instalación no sólo son los encargados de aumentar el nivel de señal en la banda FI para una óptima recepción en las tomas de usuario, sino que además también realizan la función de mezcla con las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales, provocando en éstas últimas una atenuación debido a las pérdidas de inserción de 1,5 dB. Para los servicios de Astra e Hispasat habrá un amplificador como el comentado anteriormente en donde a cada uno le llega un cable coaxial con la señal de su respectiva antena parabólica. Cada amplificador mezclará dichas señales con las de radiodifusión sonora y televisión terrenales, resultando que cada cable coaxial contendrá las señales terrenales, aunque cada cable portará la información de su correspondiente satélite.

De esta forma en el PAU, el usuario tiene la posibilidad de acceder a la plataforma de satélite deseada, seleccionando manualmente un cable u otro.

### 1.2.B.e.- Cálculo de parámetros básicos de la instalación:

#### 1.2.B.e.1.- Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950 MHz – 2150 MHz. (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario).

En la siguiente tabla se pueden ver los valores calculados de atenuación en las tomas de cada vivienda, desde los amplificadores de cabecera hasta la propia toma, para la banda de 950 a 2150 MHz. Se obtiene sumando la atenuación que produce cada uno de los elementos que intervienen en ese tramo. Concretamente:

$$At (Total) = At (cables) + At (amplificador de línea) + At (distribuidores) + At (PAU) + At (BAT) \quad (1.34)$$

siendo:

At (Total) = Atenuación entre cada amplificador de cabecera y cada toma de usuario.

At (cables) = pérdidas debido a los cables coaxiales entre la cabecera y la toma de usuario.

At (amplificador de línea) = para la banda 950 MHz – 2150 MHz no hay ganancia negativa.

At (distribuidores) = pérdidas en los distribuidores de señal.

At (PAU) = pérdidas de inserción del PAU para cada salida.

At (BAT) = pérdidas de inserción de conexión del BAT.

Tabla 26. Atenuaciones para las distintas frecuencias de radiodifusión sonora y televisión por satélite para las viviendas unifamiliares.

Toma	Vivienda	Pérdidas Totales		Vivienda	Pérdidas Totales	
		950 Mhz	2150 Mhz		950 Mhz	2150 Mhz
Garaje	<b>VIV. A1</b>	50,23362	60,42426	<b>VIV. A2</b>	57,2195325	71,4021225
Salón-cocina		49,4610825	59,2102725		56,446995	70,188135
Dormitorio 1		49,8878025	59,8808325		56,873715	70,858695
Dormitorio 2		49,96006	59,99438		56,9459725	70,9722425
Dormitorio 3		49,375875	59,076375		56,3617875	70,0542375
Garaje	<b>VIV. B1</b>	49,11075	58,65975	<b>VIV. B2</b>	56,0525625	69,5683125
Salón-cocina		48,34397	57,45481		55,2857825	68,3633725
Dormitorio 1		48,8210725	58,2045425		55,762885	69,113105
Dormitorio 2		48,8413025	58,2363325		55,783115	69,144895
Dormitorio 3		48,45422	57,62806		55,3960325	68,5366225
Garaje	<b>VIV. C1</b>	48,8007025	58,1725325	<b>VIV. C2</b>	55,577805	68,822265
Salón-cocina		48,0346575	56,9687475		54,81176	67,61848
Dormitorio 1		48,49706	57,69538		55,2741625	68,3451125
Dormitorio 2		48,5187775	57,7295075		55,29588	68,37924
Dormitorio 3		47,938915	56,818295		54,7160175	67,4680275

Garaje	<b>VIV. D1</b>	49,5811325	59,3989225	<b>VIV. D2</b>	56,549195	70,348735
Salón-cocina		48,8190075	58,2012975		55,78707	69,15111
Dormitorio 1		49,2857325	58,9347225		56,253795	69,884535
Dormitorio 2		49,3026375	58,9612875		56,2707	69,9111
Dormitorio 3		48,727465	58,057445		55,6955275	69,0072575
Garaje	<b>VIV. E1</b>	51,29125	62,08625	<b>VIV. E2</b>	57,8813125	72,4420625
Salón-cocina		49,75475	59,67175		56,3448125	70,0275625
Dormitorio 1		50,19575	60,36475		56,7858125	70,7205625
Dormitorio 2		51,02	61,66		57,6100625	72,0158125
Dormitorio 3		50,6546	61,0858		57,2446625	71,4416125
Garaje	<b>VIV. A3</b>	58,33962	73,16226	<b>VIV. A4</b>	52,2290925	63,5600025
Salón-cocina		57,5670825	71,9482725		51,456555	62,346015
Dormitorio 1		57,9938025	72,6188325		51,883275	63,016575
Dormitorio 2		58,06606	72,73238		51,9555325	63,1301225
Dormitorio 3		57,481875	71,814375		51,3713475	62,2121175
Garaje	<b>VIV. B3</b>	57,11175	71,23275	<b>VIV. B4</b>	51,041	61,693
Salón-cocina		56,34497	70,02781		50,27422	60,48806
Dormitorio 1		56,8220725	70,7775425		50,7513225	61,2377925
Dormitorio 2		56,8423025	70,8093325		50,7715525	61,2695825
Dormitorio 3		56,45522	70,20106		50,38447	60,66131
Garaje	<b>VIV. C3</b>	56,6407025	70,4925325	<b>VIV. C4</b>	50,7521275	61,2390575
Salón-cocina		55,8746575	69,2887475		49,9860825	60,0352725
Dormitorio 1		56,33706	70,01538		50,448485	60,761905
Dormitorio 2		56,3587775	70,0495075		50,4702025	60,7960325
Dormitorio 3		55,778915	69,138295		49,89034	59,88482
Garaje	<b>VIV. D3</b>	57,1166325	71,2404225	<b>VIV. D4</b>	51,3963025	62,2513325
Salón-cocina		56,3545075	70,0427975		50,6341775	61,0537075
Dormitorio 1		56,8212325	70,7762225		51,1009025	61,7871325
Dormitorio 2		56,8381375	70,8027875		51,1178075	61,8136975
Dormitorio 3		56,262965	69,898945		50,542635	60,909855
<b>Garaje [PEOR TOMA]</b>	<b>VIV. E3</b>	<b>58,6885</b>	<b>73,7105</b>	<b>VIV. E4</b>	52,94731	64,68863
Salón-cocina		57,152	71,296		51,41081	62,27413
Dormitorio 1		57,593	71,989		51,85181	62,96713
Dormitorio 2		58,41725	73,28425		52,67606	64,26238
Dormitorio 3		58,05185	72,71005		52,31066	63,68818
Garaje	<b>VIV. A5</b>	48,31562	57,41026	<b>VIV. A6</b>	48,34012	57,44876
Salón-cocina		47,5430825	56,1962725		47,5675825	56,2347725
Dormitorio 1		47,9698025	56,8668325		47,9943025	56,9053325
Dormitorio 2		48,04206	56,98038		48,06656	57,01888
Dormitorio 3		47,457875	56,062375		47,482375	56,100875
Garaje	<b>VIV. B5</b>	47,184	55,632	<b>VIV. B6</b>	47,170875	55,611375

Salón-cocina		46,41722	54,42706		46,404095	54,406435
Dormitorio 1		46,8943225	55,1767925		46,8811975	55,1561675
Dormitorio 2		46,9145525	55,2085825		46,9014275	55,1879575
Dormitorio 3		46,52747	54,60031		46,514345	54,579685
Garaje	<b>VIV. C5</b>	46,845515	55,100095	<b>VIV. C6</b>	46,837955	55,088215
Salón-cocina		46,07947	53,89631		46,07191	53,88443
Dormitorio 1		46,5418725	54,6229425		46,5343125	54,6110625
Dormitorio 2		46,56359	54,65707		46,55603	54,64519
<b>Dormitorio 3 [MEJOR TOMA]</b>		45,9837275	53,7458575		<b>45,9761675</b>	<b>53,7339775</b>
Garaje	<b>VIV. D5</b>	47,4863825	56,1071725	<b>VIV. D6</b>	47,5082225	56,1414925
Salón-cocina		46,7242575	54,9095475		46,7460975	54,9438675
Dormitorio 1		47,1909825	55,6429725		47,2128225	55,6772925
Dormitorio 2		47,2078875	55,6695375		47,2297275	55,7038575
Dormitorio 3		46,632715	54,765695		46,654555	54,800015
Garaje	<b>VIV. E5</b>	49,0495	58,5635	<b>VIV. E6</b>	49,0466475	58,5590175
Salón-cocina		47,513	56,149		47,5101475	56,1445175
Dormitorio 1		47,954	56,842		47,9511475	56,8375175
Dormitorio 2		48,77825	58,13725		48,7753975	58,1327675
Dormitorio 3		48,41285	57,56305		48,4099975	57,5585675

**1.2.B.e.2.- Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950 MHz – 2150 MHz (Variación máxima desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y en el peor caso).**

En toda la red, la respuesta amplitud / frecuencia en canal no superará los siguientes valores:

Tabla 27. Respuesta amplitud/frecuencia en canal para FI-SAT

Respuesta amplitud/frecuencia en canal para las señales	950 – 2150 MHz
FM-TV, QPSK-TV	± 4 dB en toda la banda ± 1,5 dB en un ancho de banda de 1MHz

La respuesta amplitud-frecuencia en banda de la red que es sólo para la atenuación introducida por la red entre la salida de cabecera y la toma de usuario con menor nivel de señal, la cual se calcularía como:

$$\text{Respuesta amplitud-frecuencia en banda (dB)} = A_{t2150 \text{ MHz}} - A_{t950 \text{ MHz}}$$

La respuesta amplitud / frecuencia en banda de la red, para la mejor y peor toma en la instalación, dentro de la banda de 950 a 2150 MHz será:

Tabla 28. Respuesta amplitud/frecuencia en banda para FI-SAT

Atenuación (dB) en 2150 MHz	Atenuación (dB) en 950 MHz	Respuesta de amplitud frecuencia en banda
<b>MEJOR TOMA</b>		
53,7339775	45,9761675	7,75781
<b>PEOR TOMA</b>		
73,7105	58,688	15,022

Teniendo en cuenta los valores de atenuación en la mejor y peor toma de la instalación referente a televisión por satélite se verifica que la amplitud / frecuencia de la red en dicha banda, cumple con lo establecido en el apartado 4.4.3 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, ya que este valor es inferior a 20 dB en cualquiera de los casos.

### 1.2.B.e.3.- Amplificadores necesarios.

Los niveles de amplificación necesarios en las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite, para que el nivel de la señal sea el adecuado en todas y cada una de las tomas de usuario, deberán ser ajustados en los amplificadores FI-SAT (950 - 2150 MHz) de la cabecera, ya que los módulos LNB que convierten la señal de los satélites (10,75 - 12 GHz) a la frecuencia intermedia, tienen una ganancia fija de 51 dB y 0,5 dB de figura de ruido. Estos amplificadores de FI-SAT son módulos amplificadores de banda ancha, con la posibilidad de regular la ganancia, de forma que la señal entregada a la salida se adapte a las características de la instalación. A continuación se muestran las características del amplificador FI-SAT de cabecera:

Tabla 29. Características del amplificador FI-SAT de cabecera

Nivel de salida máximo	124 dB $\mu$ V
Ganador en banda FI	35 – 45 dB
Ecualizador	12 dB
Figura de ruido	< 9 dB

Debido a las pérdidas producidas en el reparto de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite, se ha tenido que instalar amplificadores en línea, para compensar así las atenuaciones y garantizar un nivel de señal adecuado que le llegue al usuario. Se detallan las características de este amplificador:

Tabla 30. Características de los amplificadores de línea FI.

Nivel de salida máximo	119 dB $\mu$ V
Ganador en banda FI	10-30 dB
Figura de ruido	10 dB

El amplificador de línea tiene dos entradas (FI1-FI2/MATV) y dos salidas (FI1/MATV – FI2/MATV), por lo que no será necesario duplicar estos elementos como ocurría en el caso de los elementos de distribución.

En cualquier amplificador de banda ancha el nivel de señal que da el fabricante es el debido a la amplificación de dos portadoras, por lo que si se amplifican más de dos portadoras, su nivel de señal máximo vendrá limitado por el número de canales o portadoras a amplificar. Para calcular dicho nivel máximo de señal usaremos esta ecuación:

$$-E > \cdot . A \quad 1A \quad K \quad 5GL \quad - E > \cdot . /3/4 \quad 1A \quad 5GL \quad ; \quad " \quad [N] \quad \% . A \quad 1A \quad K ; \quad (1.35)$$

Suponiendo que en la banda FI habrán 30 portadoras, el nivel máximo de salida para los amplificadores de FI que intervienen en esta instalación será de:

Amplificadores de FI de cabecera

$$S_{\text{máx 30 portadoras}}(\text{dB}\mu\text{V}) = 124 - 7,5 \cdot \log(30-1) = 113,032 \text{ dB}$$

El nivel de señal máximo que pueden suministrar dichos amplificadores está por encima de los 110 dB $\mu$ V permitidos para la salida de cabecera por el reglamento vigente en el apartado 4.3 del Anexo I del Real Decreto 346/2011 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Amplificadores de línea FI

$$S_{\text{máx 30 portadoras}}(\text{dB}\mu\text{V}) = 119 - 7,5 \cdot \log(30-1) = 108,032 \text{ dB}$$

Los valores aquí calculados de nivel de señal máximo para cada tipo de amplificador de banda ancha no podrán ser superados bajo ningún concepto.

#### 1.2.B.e.4.- Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.

Para este apartado, usaremos el mismo método que la parte de radiodifusión sonora y televisión terrenal comentado anteriormente, con la salvedad que no tendremos en cuenta la atenuación introducida por el amplificador FI de línea, porque ejerce la función de amplificador.

Con los niveles de salida indicados anteriormente para los amplificadores FI-SAT, se pueden determinar los valores de señal en la mejor y peor tomas de los usuarios:

#### **Nivel de señal máximo en toma más favorable:** Dormitorio 3, Vivienda C6

Tabla 31. Atenuación mejor toma.

Vivienda	Toma	Atenuación (dB)	
		950 Mhz	2150 Mhz
VIV. C6	Garaje	46,837955	55,088215
	Salón-cocina	46,07191	53,88443
	Dormitorio 1	46,5343125	54,6110625
	Dormitorio 2	46,55603	54,64519
	Dormitorio 3	45,9761675	53,7339775

Tabla 32. Atenuación de los elementos de distribución.

<b>Elementos</b>			
Nombre	Referencia	Atenuación distribución (dB)	
		950-1550 MHz	1551-2300 MHz
UDU-612	Repartidor (5353)	13,5	15,1
ARTU009	Toma (2472)	2	2
PAU-203	PAU-TV (3354)	9	9

Tabla 33. Atenuación los cables.

<b>Cables</b>				
Nombre	Referencia	Atenuación / 100 m. (dB)		
		950 MHz	1750 MHz	2150 MHz
CCI-174	2016	17,5	24,5	27,5
Toma	Metros	950 MHz	1750MHz	2150MHz
Garaje	50,5054	8,8384	12,3738	13,889
Salón-cocina	46,128	8,0724	11,3014	12,6852
Dormitorio 1	48,747	8,5307	11,943	13,4054
Dormitorio 2	48,8436	8,5476	11,9667	13,432
Dormitorio 3	45,5569	7,9725	11,1614	12,5282

**Nivel de señal mínimo en toma más desfavorable:** Garaje, Vivienda E3

Tabla 34. Atenuación peor toma.

Vivienda	Toma	Atenuación (dB)	
		950 Mhz	2150 Mhz
<b>VIV. E3</b>	Garaje	58,6885	73,7105
	Salón-cocina	57,152	71,296
	Dormitorio 1	57,593	71,989
	Dormitorio 2	58,4173	73,2843
	Dormitorio 3	58,0519	72,7101

Tabla 35. Atenuación de los elementos de distribución.

<b>Elementos</b>			
Nombre	Referencia	Atenuación distribución (dB)	
		950-1550 MHz	1551-2300 MHz
UDU-612	Repartidor (5353)	13,5	15,1
ARTU009	Toma (2472)	2	2
PAU-203	PAU-TV (3354)	9	9

Tabla 36. Atenuación los cables.

Cables		Atenuación / 100 m. (dB)		
Nombre	Referencia	950 MHz	1750 MHz	2150 MHz
CCI-174	2016	17,5	24,5	27,5
Toma	Metros	950 MHz	1750MHz	2150MHz
Garaje	117,7733	20,6103	28,8545	32,3877
Salón-cocina	108,9921	19,0736	26,7031	29,9728
Dormitorio 1	111,5149	19,5151	27,3212	30,6667
Dormitorio 2	116,219	20,3383	28,4737	31,9602
Dormitorio 3	114,1345	19,9735	27,963	31,387

Una vez obtenidos los valores de las atenuaciones, podemos calcular el nivel de señal en las tomas de usuario, y con éste, el nivel de los amplificadores FI de cabecera. Para la banda de FI, los niveles máximos y mínimos de señal en toma de usuario son:

Nivel FM-TV: 47 – 77 dB $\mu$ V

Nivel QPSK-TV: 47 – 77 dB $\mu$ V

A través de los datos de la mejor y peor toma de usuario y las expresiones que se muestran debajo obtendremos el nivel de señal que necesitamos en cabecera. Analizaremos los resultados para asegurarnos de que el valor de salida de cabecera no es insuficiente o satura cualquier toma de la ICT.

$$\begin{aligned} \%HI 'J_{-E>/-A} & \pm \dot{z}A A- & \%HI 'J_{-E>? \cdot A - / \cdot \\ \%HI 'J_{- \cdot /-A} & \pm \cdot A A- & \%HI 'J_{- \cdot ? \cdot A - / \cdot \end{aligned}$$

Tabla 37. Niveles máximos y mínimos de señal en la mejor y peor toma de cada grupo de viviendas.

Viviendas	$\pm \dot{z}A A-$ (dB)	$\pm \cdot A A-$ (dB)	$\%HI 'J_{- \hat{a} > ?}$ (dB $\mu$ V)	$\%HI 'J_{- / ?}$ (dB $\mu$ V)
1	47,9389	62,08625	124,9389	109,089625
2	54,716	72,44206	131,716	119,44206
3	55,7789	73,7105	132,7789	120,7105
4	49,8903	64,68863	126,8903	111,68863
5	45,9837	58,5635	122,9837	105,5635
6	45,9762	58,55902	122,9762	105,55902

Como vemos, los valores máximo y mínimo son muy altos, por lo que se hace necesario el uso de amplificadores de línea de FI en las viviendas que no cumplan los niveles exigidos para la correcta recepción de los servicios de satélite. Estableceremos el nivel de salida de cabecera de FI a 110 dB (el máximo), para posteriormente colocar el amplificador FI de línea con una ganancia adecuada.

Se ha buscado un valor adecuado para los amplificadores que permita alcanzar el nivel mínimo en todas las tomas, sin llegar a sobrepasar el nivel máximo que éstas



permiten. La ganancia escogida para la instalación en las viviendas que necesitan amplificación son las siguientes:

Tabla 38. Ganancia del amplificador FI de línea para cada grupo de viviendas.

Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4
12 dB	13 dB	8 dB

Ahora comprobaremos que los valores obtenidos están dentro de margen de trabajo calculado en el apartado 1.2.B.e. Calcularemos el valor de salida de los amplificadores de línea a partir del valor de salida de cabecera, las pérdidas que hay desde ésta hasta los amplificadores de línea y la ganancia de dichos amplificadores calculada en este apartado. El nivel de salida del amplificador de línea vendrá dado por:

$$P_{out} = P_{in} + G_{FI} - L_{línea} \quad (1.36)$$

A continuación se muestran los resultados del nivel de salida del amplificador de línea para la mínima atenuación (950 MHz), puesto que al ser el menor es el valor más crítico.

Tabla 39. Nivel de salida del amplificador de línea para cada grupo de viviendas.

Viviendas	Nivel de salida
2	107,68 dB
3	107,0715 dB
4	107,0075 dB

Todos los valores son inferiores al calculado anteriormente de 108,032 dB, que es el límite al que pueden trabajar estos amplificadores.

Para determinar la ganancia de los amplificadores de FI en cabecera es necesario conocer el nivel de señal de la portadora para cada satélite. En el apartado 1.2.B.e.5 se explicará cómo obtener dichos datos.

Tabla 40. Potencia y nivel de señal de portadora para cada satélite.

	Astra	Hispasat
C (dBW)	-117,8538279	-114,1385171
C (W)	$1,639144 \cdot 10^{-12}$	$3,8561 \cdot 10^{-12}$
C (V)	$1,108764 \cdot 10^{-6}$	$1,70061 \cdot 10^{-6}$
C (dBµV)	20,897	24,612

Hemos usado estas ecuaciones como referencia para la conversión de las portadoras de cada satélite de dBW a dBµV.

- de dBW a W:  $P(W) = 10^{(P(dBW) - 30)/10}$
- de W a V (Z=75 Ω):  $V = \sqrt{P \cdot Z}$
- de V a dBµV:  $P(dB\mu V) = 20 \cdot \log_{10}(V / 10^{-6})$

Si al valor de nivel de señal de salida de los amplificadores de FI en cabecera se resta el nivel de señal de cada portadora, se obtiene la ganancia conjunta entre el LNB y el amplificador de FI. Y restándole luego la ganancia fija del LNB elegido (51 dB), se obtendrá

la ganancia a la que hay que ajustar el amplificador de FI, que es lo que se buscaba.

Tabla 41. Ganancia los amplificadores de FI de cabecera.

	Astra	Hispasat
110		
5GL	20,897	24,612
5G	51	
5G	38,103	34,388

Ya solo queda comprobar los niveles de señal esperados en toma, el cual se calcula restando al nivel de salida de los amplificadores de FI en cabecera la atenuación de cada toma en cada frecuencia respectivamente.

Tabla 42. Nivel de señal esperado para FI-SAT en mejor y peor toma de instalación sin amplificador de línea FI.

F (MHz)	950	2150
Mejor toma	Vivienda C6, Dormitorio 3	
N (dBμV)	64,0238	56,266
Peor toma	Vivienda E3, Garaje	
N (dBμV)	51,3115	36,2895

Sin el efecto del amplificador de línea vemos como los valores no están comprendidos entre los 47 y 77 dBμV que establece la Normativa. Por lo que sumaremos la ganancia de 13 dB de dicho amplificador para la vivienda 3 para el establecer nivel de salida adecuado. La vivienda tipo 6 no necesita ningún amplificador de línea al cumplir con los valores establecidos. Los datos de la mejor y peor toma serán los siguientes:

Tabla 43. Nivel de señal esperado para FI-SAT en mejor y peor toma de instalación.

F (MHz)	950	2150
Mejor toma	Vivienda C6, Dormitorio 3	
N (dBμV)	64,0238	56,266
Peor toma	Vivienda E3, Garaje	
N (dBμV)	71,6885	49,2895

Los amplificadores de FI-SAT utilizados en la instalación incorporan un sistema de ecualización ajustable de 0 a 12 dB. El ajuste de ecualización de los amplificadores de FI-SAT se realizará de forma que los niveles de señal en la mejor y peor toma sea lo más semejante posible a la frecuencia más baja (950 MHz) y a la frecuencia más alta de la instalación (2150 MHz). Para ello se harán mediciones alternativas en una y otra toma, reajustando los valores de ecualización y ganancia hasta que dicha respuesta en frecuencia quede lo más plana y equilibrada en ambas tomas.

En los valores proporcionados en las tablas anteriores, no se han tenido en cuenta las características de ecualización de los amplificadores, es decir se ha supuesto en todas las frecuencia el amplificador entregará el mismo nivel de salida.

### 1.2.B.e.5.- Relación señal / ruido en la peor toma.

La relación señal-ruido en la toma de usuario indica la calidad de la señal una vez ésta ha sido demodulada en ese punto. Dicha relación, dependiendo del tipo de modulación utilizado, es función del nivel de la portadora de la señal modulada. Por tanto, la obtención de una relación portadora-ruido (C/N), garantiza una determinada relación señal-ruido (S/N) de la señal demodulada en la toma de usuario.

Según lo especificado en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de Marzo, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, los niveles de relación portadora-ruido mínimos en la toma de usuario, para los tipos de modulación utilizados son:

Tabla 44. Niveles de relación portadora-ruido mínimos en la toma de usuario.

Relación Port./Ruido aleatorio	Unidad	950 MHz – 2150 MHz
C/N FM - TV	dB	15 dB
C/N QPSK - TV	dB	11 dB

La determinación de la ganancia de las antenas de la instalación de la ICT, que es el parámetro principal de las mismas, está basada en la superación de estos valores de la relación portadora-ruido en las tomas de usuario. Hemos fijado un margen de seguridad de 2 dB sobre los valores mínimos, con el objeto de contemplar las pérdidas atmosféricas, la no del todo correcta apuntación de las antenas, al envejecimiento del sistema, entre otros posibles factores. Por lo que dichos valores quedarían de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{C/N FM - TV} &= 17 \text{ dB} \\ \text{C/N QPSK - TV} &= 13 \text{ dB} \end{aligned}$$

Se le prestará mayor importancia a la modulación QPSK-TV, ya que para los canales analógicos de FM-TV no se aseguran dichos cálculos, sin embargo se intentará y se tendrá en cuenta a la hora de la toma decisiones.

#### Cálculo de la relación portadora-ruido

La estrategia de diseño efectuada para calcular dicha relación será fijar los valores de nivel máximo mostrados anteriormente, para así despejar la ganancia de la antena necesaria para el cumplimiento de dichos valores. Luego iremos a los catálogos de los fabricantes en busca de una antena de igual o superior ganancia, y se vuelven a realizar los cálculos para asegurarnos de que todos los parámetros cumplen con lo establecido.

La relación C/N en sistemas de radiodifusión sonora y televisión por satélite será:

$$C/N = \frac{P_{\text{R}}}{kTB} \quad (1.37)$$

Donde la potencia de ruido en la toma de usuario suele referirse a la potencia de ruido a la salida en la antena por comodidad en los cálculos. De esta forma la potencia de ruido referida a la salida en la antena viene dada por la expresión:

$$P_{\text{R}} = kTB \quad (1.38)$$

Donde:

N = Potencia de ruido.

[W]

K = Constante de Boltzman =  $1,38 \cdot 10^{-23}$

[W/(Hz·°K)]

B = Ancho de Banda considerado.

[Hz]

$T_{SIS}$  = Temperatura de ruido del conjunto. [°K]

La temperatura de ruido del conjunto  $T_{SIS}$  viene expresada de la siguiente manera:

$$T_{SIS} = T_a + T_0 \left( f_{SIS} - 1 \right) \quad (1.39)$$

Donde:

$T_a$  = Temperatura equivalente de ruido de la antena [°K]

$T_0$  = Temperatura de operación del sistema: 293°K

$f_{SIS}$  = factor de ruido del conjunto del sistema

Para determinar la temperatura equivalente de ruido de la antena no existen ecuaciones contrastadas que permitan cuantificar ese valor con exactitud pues depende de muchos factores, por lo que hay que determinarla a partir del diagrama de radiación de la antena, que debe suministrar el fabricante, el cual viene en función de la elevación de la misma. Sin embargo con la estrategia de diseño escogida este valor aún no se puede saber, por lo que se ha optado por usar una  $T_a$  de 70° K, valor promedio generalmente recomendado, que introducirá un error que se puede despreciar. Además como ninguno de los fabricantes consultados ha facilitado el diagrama de radiación para sus antenas, cuando se hagan los cálculos de nuevo con las antenas ya escogidas se seguirá usando una  $T_a$  de 70° K para las dos.

Determinar el factor del ruido del conjunto del sistema es aplicar la fórmula de Friis (ecuación 1.14) ya mostrada en el apartado 1.2.A.g.6. Nos basaremos en los datos del peor caso, es decir, la configuración con más atenuaciones (2150 MHz para asegurarnos el peor caso posible) y la menor ganancia del amplificador de FI de cabecera calculada en el apartado 1.2.A.g.4 y mostrada en la Tabla 38.

El siguiente esquema refleja la red que va desde la cabecera hasta la peor toma de la instalación (Vivienda E3).

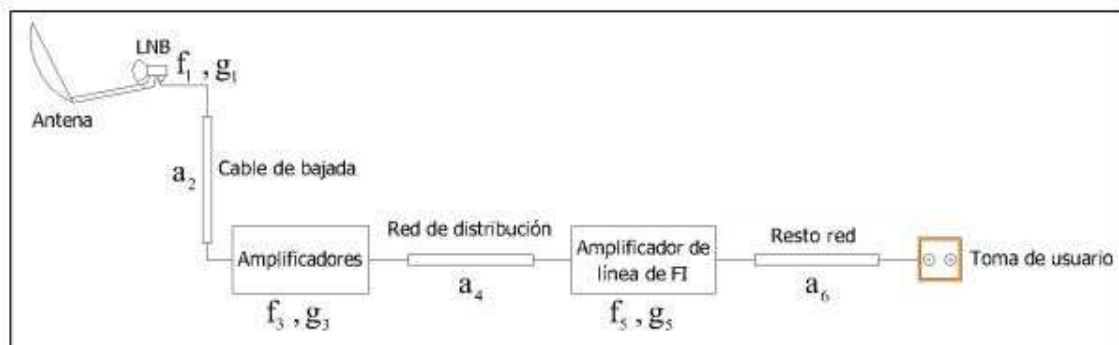


Figura 5: Esquema del sistema en el peor caso con amplificador de línea de FI (Vivienda E3)

El factor de ruido de un cable es su atenuación ( $a_2$  y  $a_4$ ) y su ganancia la inversa de la atenuación. Las  $f_1$ ,  $f_3$  y  $f_5$  son el factor de ruido de los amplificadores y  $g_1$ ,  $g_3$  y  $g_5$  sus ganancias, el factor de ruido será:

$$F_{SIS} = 1 + \frac{a_2}{g_1} + \frac{a_2}{g_1} \left( \frac{f_3}{g_3} - 1 \right) + \frac{a_2}{g_1} \left( \frac{f_3}{g_3} - 1 \right) \left( \frac{a_4}{g_5} - 1 \right) + \frac{a_2}{g_1} \left( \frac{f_3}{g_3} - 1 \right) \left( \frac{a_4}{g_5} - 1 \right) \left( \frac{a_6}{g_5} - 1 \right)$$

Donde:

- $f_1$  = Factor de ruido del LNB = 0,5 dB en u.n. = 1,12202
- $g_1$  = Ganancia del LNB = 51 dB en u.n. = 125892,54118
- $a_2$  = Atenuación del cable de bajada entre el LNB y el amplificador FI de cabecera: 5 metros · 0,275 dB/m = 1,375 dB en u.n. = 1,3725
- $f_3$  = Factor de ruido del amplificador de FI = 9 dB en u.n. = 7,94328
- $g_3$  = Ganancia del amplificador de FI, siendo la menor de todas la del amplificador de FI para Hispasat = 34,388 dB en u.n.= 2746,629
- $a_4$  = Atenuación desde el amplificador de FI hasta el amplificador de línea del RITU a 2150 MHz = 23,375 dB en u.n. = 217,5204
- $f_5$  = Factor de ruido del amplificador de línea de FI = 10 dB en u.n. = 10
- $g_5$  = Ganancia del amplificador de FI calculada en el apartado 1.2.B.e.4. Se usará el valor del amplificador que abastece a la peor toma (Vivienda E3): 13 dB en u.n. = 19,952623
- $a_6$  = Atenuación desde el amplificador de línea de MATV+FI hasta la peor toma que cubre dicho amplificador = 48,68 dB en u.n. = 73790,42301

El factor de ruido del conjunto del sistema será tal que  $f_{S/S} = 1,123518$ , que convirtiéndolo a figura de ruido del conjunto del sistema es  $F_{S/S} = 0,5058$  dB.

A continuación comprobaremos si el valor de  $f_{S/S}$  es mayor en el caso de que no haya un amplificador de línea, para así calcular la temperatura equivalente del sistema, que al estar calculada para las peores condiciones, será válida para ambas antenas.

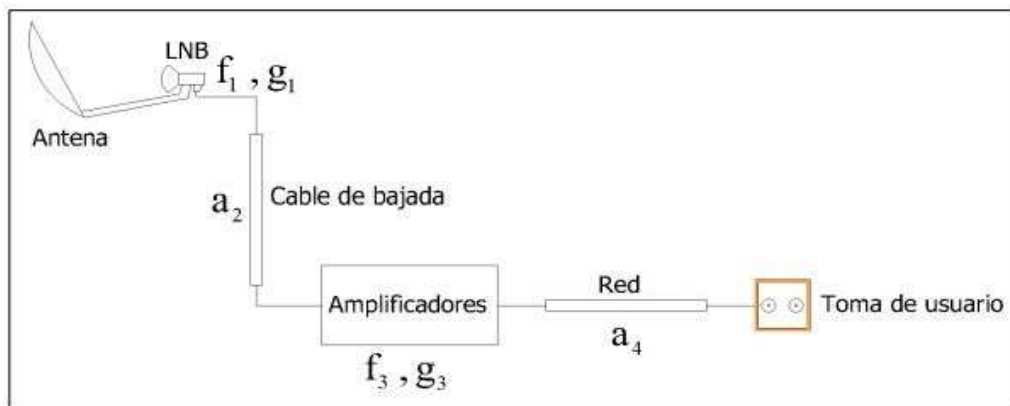


Figura 6: Esquema del sistema en el peor caso (Vivienda E3)

El factor de ruido de un cable es su atenuación ( $a_2$  y  $a_4$ ) y su ganancia la inversa de la atenuación. Las  $f_1$  y  $f_3$  son el factor de ruido de los amplificadores y  $g_1$  y  $g_3$  sus ganancias, el factor de ruido será:

$$Q_{K/K} = 0 \frac{f_1}{g_1} + \frac{f_3}{g_3} + \frac{f_5}{g_5}$$

Donde:

- $f_1$  = Factor de ruido del LNB = 0,5 dB en u.n. = 1,12202
- $g_1$  = Ganancia del LNB = 51 dB en u.n. = 125892,54118
- $a_2$  = Atenuación del cable de bajada entre el LNB y el amplificador FI de cabecera: 5 metros · 0,275 dB/m = 1,375 dB en u.n. = 1,3725

$f_3$  = Factor de ruido del amplificador de FI = 9 dB en u.n. = 7,94328

$g_3$  = Ganancia del amplificador de FI, siendo la menor de todas la del amplificador de FI para Hispasat = 34,388 dB en u.n.= 2746,629

$a_4$  = Atenuación desde el amplificador de FI hasta la peor toma en 2150 MHz = 73,7105 dB en u.n. = 23499033,48

Operando sale que el factor de ruido del conjunto del sistema es  $f_{SIS} = 1,215352$ , que convirtiéndolo a figura de ruido del conjunto del sistema es  $F_{SIS} = 0,847$  dB. Este valor es mayor respecto al caso con amplificador de línea, por lo que usaremos el valor recientemente calculado sin amplificador de línea para calcular la temperatura equivalente del sistema. Usaremos la ecuación que planteamos anteriormente:

$$T_{SIS} = T_a + T_0 \cdot (f_{SIS} - 1) = 70 + 293 \cdot (1,215352 - 1) = 133,0981 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Con este dato podemos obtener la potencia de ruido mediante la ecuación 1.37 para cada modulación. Se ha de tener en cuenta que el ancho de banda típico de un canal para cada tipo de modulación es:

$$B_{FM-TV} \text{ (MHz)} = 27$$

$$B_{QPSK-TV} \text{ (MHz)} = 36$$

Por lo que la potencia de ruido sería:

$$N_{FM-TV} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 133,0981 \cdot 27 \cdot 10^6 = 4,95923 \cdot 10^{-14} \text{ W} = -133,0459 \text{ dBW}$$

$$N_{QPSK-TV} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 133,0981 \cdot 36 \cdot 10^6 = 6,61231 \cdot 10^{-14} \text{ W} = -131,7965 \text{ dBW}$$

Para hallar el nivel de potencia de la portadora se aplica la ecuación típica de un radioenlace:

$$C_{dBW} = PIRE_{dBW} + G_{dB} - L_{dB} - 10 \log_{10} \left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2 \quad (1.40)$$

Donde:

$C_{dBW}$  = Nivel de portadora

$PIRE_{dBW}$  = Potencia Isótropa Radiada Equivalente del satélite. Es el producto de la potencia suministrada por la ganancia de la antena emisora. Este valor lo debe facilitar cada proveedor de servicios de telecomunicaciones por satélite en forma de mapas con la huella de cobertura en dBW directamente. Esto es así debido a que como se transmite a muy altas frecuencias (del orden de los 10-12 GHz) las ondas son muy directivas por lo que es evidente que a la zona a la que está dirigida específicamente la antena, alcanzará el máximo de potencia recibida por parte del satélite e irá bajando gradualmente a medida que sale de dicha zona. En el caso de Hispasat no hubo problema para obtener dicho mapa de cobertura. Sin embargo, en el caso de Astra, las huellas no son en función de la PIRE sino en función del diámetro mínimo recomendado de la parabólica (supondremos de foco centrado) a instalar en cada zona dado que ellos no garantizan la potencia de sus satélites en ningún emplazamiento. Por lo que se hizo necesario contactar con ellos. Se les pidió el PIRE de dos de tres de sus satélites que cubren la recepción de Digital+ en el emplazamiento, Astra 1G y Astra 1KR, siendo el valor típico de PIRE de 46 dBW y de 47 dBW para el segundo. Se decide usar el menor PIRE de los dos. A continuación se muestran los mapas con la huella de cobertura para cada satélite:



Figura 7: Huella de cobertura para Hispasat 1C



Figura 8: Huella de cobertura para Hispasat 1D

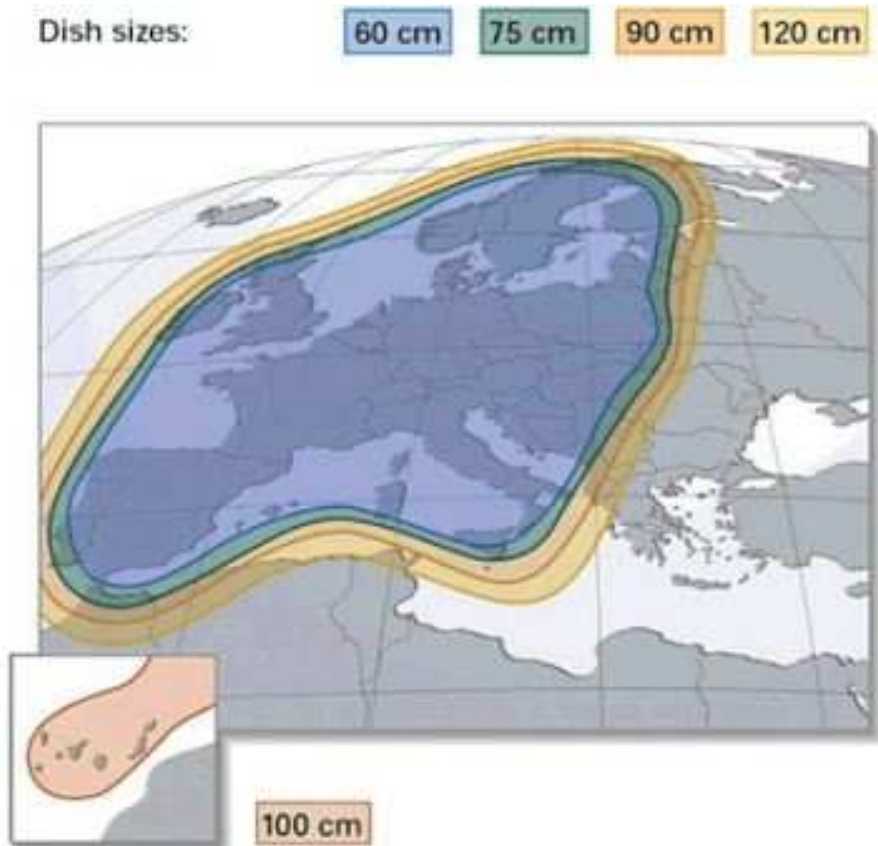


Figura 9: Huella de cobertura para Astra 1G

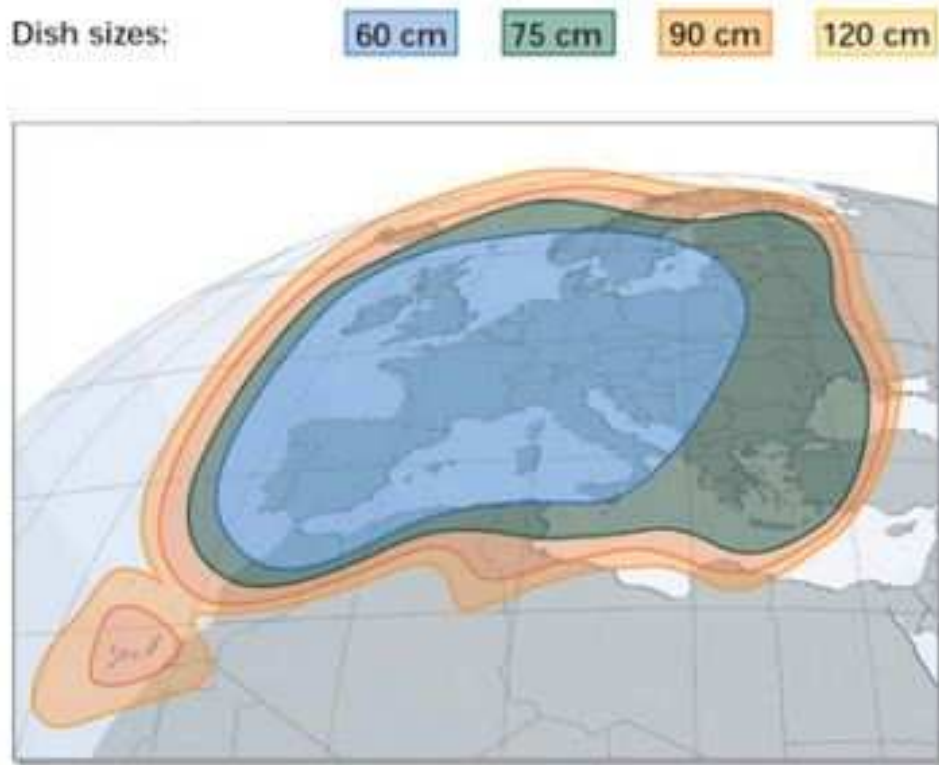


Figura 10: Huella de cobertura para Astra 1KR



Con lo que la PIRE a usar en los cálculos para cada satélite será:

$$PIRE_{HISPASAT} \text{ (dBW)} = 52$$

$$PIRE_{ASTRA} \text{ (dBW)} = 46$$

$P_{\text{espacio libre}}$  (dB) = Pérdidas por el espacio libre. Son las pérdidas de propagación de la onda en el espacio libre, es decir, sin obstáculos. Se calcula mediante la expresión:

$$a_{K. 4/A /@} \quad 5G \quad \# \quad [N] \quad \checkmark \frac{1}{\cdot} \quad \checkmark \quad (1.41)$$

Donde:

$\checkmark$  = Longitud de onda en metros, cuya ecuación es:

$$\checkmark = \frac{I}{0}$$

Donde **I** es la velocidad de propagación de la onda en m/s que será la velocidad de la luz (300 millones de m/s), ya que se trata de una onda electromagnética propagándose en el vacío y **0** será la frecuencia de la onda en Hz. Se usará 11,7 GHz pues en los catálogos de los fabricantes suelen tener las ganancias de las parabólicas descritas a dicha frecuencia, si no lo normal sería usar 12 GHz, la frecuencia más alta en la banda Ku a la que transmiten los satélites. Haciendo dicho calculo se queda de aquí en adelante que  $\checkmark = 0,025641026 \text{ m}$

D = Distancia en metros entre el emplazamiento y el satélite ya calculada y explicada en el apartado 1.2.B.a. Basándonos en dicho apartado, recordamos que:

Tabla 45. Distancia del emplazamiento al satélite.

Parámetros	ASTRA	HISPASAT
Distancia del emplazamiento al satélite (km)	37793,483	36868,156

Operando con todos estos datos queda:

$$P_{\text{espacio libre ASTRA}} = 205,3538 \text{ dB}$$

$$P_{\text{espacio libre HISPASAT}} = 205,1385 \text{ dB}$$

$G_{\text{antena}}$  (dBi) = Ganancia de la antena parabólica. En la estrategia de diseño escogida ésta será la incógnita. Una vez obtenida la ganancia es posible determinar el diámetro de la parabólica de foco centrado necesario para obtener dicha ganancia con la expresión:

$$F \quad *?^? \quad \checkmark \frac{1/E-}{\cdot} \quad \checkmark \quad (1.42)$$

Donde:

= Eficiencia de la antena (se suele suponer 0,6).

diámetro = Se expresará en metros.

Despejando la incógnita “diámetro” tenemos que:

$$5HE\&' +W\bullet \quad \frac{\cdot}{>} \quad i \quad \frac{\overline{C_{EV=VVE}}}{i} \quad (1.43)$$

Llegados a este punto ya podemos efectuar la estrategia de diseño propuesta. Como se dijo mucho antes, se busca despejar la ganancia de la antena usando la relación C/N:

$$\begin{aligned} & \_ \% 5G \quad \_ 5G'' \quad ; \quad \% 5G'' \\ & \_ \% 5G \quad a \quad ,, 5G'' \quad F \quad 5GH \quad ; \quad a \quad K. \quad 4/A \quad /@ \quad 5G \quad ; \quad \% 5G'' \end{aligned}$$

Despejando:

$$F \quad 5GH \quad \_ \% 5G \quad ; \quad a \quad ,, 5G'' \quad a \quad K. \quad 4/A \quad /@ \quad 5G \quad \% 5G'' \quad (1.44)$$

Por lo que tomando los valores de C/N vistos anteriormente en la página 51 y sustituyendo los valores calculados se obtienen las diferentes ganancias de las antenas. Se mostrará en la siguiente tabla un resumen de todos los resultados según tipo de modulación:

Tabla 46. Resumen de parámetros según tipo de modulación.

Parámetros	ASTRA	HISPASAT
K (W/Hz <sup>0</sup> K)	1,38·10 <sup>-23</sup>	
T <sub>a</sub> (°K)	70	
T <sub>0</sub> (°K)	293	
f <sub>SIS</sub> (u.n.)	1,215352	
T <sub>SIS</sub> (°K)	133,0981	
B <sub>FM-TV</sub> (MHz)	27	
B <sub>QPSK-TV</sub> (MHz)	36	
N <sub>FM-TV</sub> (dBW)	-133,0459	
N <sub>QPSK-TV</sub> (dBW)	-131,7965	
PIRE (dBW)	46	52
I (m/s)	300·10 <sup>6</sup>	
0 (Hz)	11,7·10 <sup>6</sup>	
Ÿ (m)	0,025641026	
diámetro (m)	37793,483·10 <sup>6</sup>	36868,156·10 <sup>6</sup>
P <sub>espacio libre</sub> (dB)	205,3538	205,1385
C/N <sub>FM-TV</sub> (dB)	18	
C/N <sub>QPSK-TV</sub> (dB)	14	
G <sub>FM-TV</sub> (dBi)	44,3079	38,0926
Diámetro antena <sub>FM-TV</sub> (m)	1,7302	0,8459
G <sub>QPSK-TV</sub> (dBi)	41,4753	35,342
Diámetro antena <sub>QPSK-TV</sub> (m)	1,2487	0,6163

Con estos datos, con los catálogos de los fabricantes y teniendo en cuenta la ganancia requerida se elige para Hispasat una antena parabólica offset de 800 mm de diámetro con una ganancia a 11,75 GHz de 39 dBi.

Para Astra se escogió la antena parabólica de más ganancia ofrecida por el fabricante del convertidor LNB escogido (para asegurar que la sujeción mecánica a la antena receptora

sea compatible) en el momento de la creación del proyecto que se queda corta en ganancia para FM-TV según el cálculo inicial, pero suficientes al menos para canales digitales QPSK-TV que es el objetivo principal. Siendo la antena parabólica para Astra de tipo offset de 1100 mm de diámetro y con una ganancia a 11,75 GHz de 41,5 dBi.

Una vez escogidas las antenas, hay que obtener la relación C/N mediante las expresiones mencionadas anteriormente con las ganancias de las antenas escogidas. Se recuerda que para la potencia de ruido se seguirá usando la misma temperatura de ruido del conjunto del sistema y por ello, se seguirá usando la misma potencia de ruido para cada tipo de modulación.

Tabla 47. Relación C/N con las antenas escogidas.

Parámetros	ASTRA	HISPASAT
C (dBW)	-117,8538279	-114,1385171
$N_{FM-TV}$ (dBW)	-133,0459	
$N_{QPSK-TV}$ (dBW)	-131,7965	
$C/N_{FM-TV}$ (dB)	15,19207	18,90738
$C/N_{QPSK-TV}$ (dB)	13,94267	17,65833

Como se puede comprobar, y pese que para Astra se ha escogido una antena de inferior ganancia que la necesitada para FM-TV, todo está dentro del reglamento vigente. Si en el futuro se requieren de canales analógicos y la relación C/N en FM-TV para Astra se muestra insuficiente en la práctica, deberá bastar con cambiar la antena parabólica por una que supere o iguale la ganancia calculada, que como la normativa vigente indica en el artículo 3 de la Orden CTE 1296/2003 de 14 de Mayo, deberá estar dicho cambio reflejado en un Anexo del Proyecto Técnico de ICT, entre otros procedimientos.

Como referencia también se calculará el factor de mérito  $\text{dB}/^\circ\text{K}$ , también llamado factor de calidad, que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) recomienda que sea un valor superior a 11 dB para este tipo de servicios de radiodifusión de satélite. Se define como:

$$F = \frac{5G}{F} \quad 5\text{GHz} ; \# [N] \text{ PDP} \quad (1.45)$$

Tabla 48. Factor de mérito de las antenas para FI-SAT.

Parámetros	ASTRA	HISPASAT
$G_{antena}$ (dBi)	41,5	39
$T_{SIS}$ ( $^\circ\text{K}$ )	133,0981	
$10 \cdot \log T_{SIS}$ ( $^\circ\text{K}$ )	21,24172	
G/T (dB)	20,25828	17,75828

### 1.2.B.e.6.- Productos de Intermodulación.

En la actualidad no existen expresiones contrastadas que permitan calcular los niveles de intermodulación de tercer orden, producidos en la amplificación en banda ancha de diversas señales, con modulación digital del tipo utilizado en las señales de satélite: QPSK-TV. Usaremos expresiones aproximadas de estos efectos para señales de TV analógicas (AM-TV) para los cálculos del nivel interferente de los productos de intermodulación en las señales de satélite.

El valor de la relación entre cualquiera de las portadoras y los productos de intermodulación múltiple de tercer orden producidos por "N" canales, en un amplificador de banda ancha viene dado por la expresión:

$$\frac{P_{3G}}{P_{5G}} = \frac{P_{3G}}{P_{5G}} \cdot \left( \frac{P_{5GL}}{P_{3G}} \right)^{2N} \quad (1.46)$$

Donde:

$\frac{P_{3G}}{P_{5G}}$  = Valor de referencia de la relación portadora-productos de intermodulación múltiple a la salida del amplificador, para el nivel de salida máximo del mismo, que es 35 dB para los amplificadores que traten con señales de FM-TV.

$P_{5GL}$  = Nivel de señal máxima del amplificador para que no entre en saturación que el fabricante calculó para la  $\frac{P_{3G}}{P_{5G}}$ . Para los amplificadores de FI elegidos es de 124  $\mu$ V y para el amplificador de línea de FI es de 119  $\mu$ V.

N = Número de canales o portadores a contemplar. Serán 30 portadoras como se dijo en el apartado 1.2.B.e.3.

$P_{5GL}$  = Nivel de señal escogido para el amplificador.

Tabla 49. Relación señal/intermodulación para FI-SAT.

Ubicación	Cabecera	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4
Tipo de Amplificador	Amplificador FI	Amplificador FI	Amplificador línea	Amplificador línea	Amplificador línea
$P_{5GL}$	124	124	119	119	119
$P_{5GL}$	110	110	107,68	107,0715	107,0075
N	10,96798498				
$\frac{P_{3G}}{P_{5G}}$	41,064	41,064	35,70403	36,92103	37,04903

Ubicación	Vivienda 5	Vivienda 6
Tipo de Amplificador	Amplificador FI	Amplificador FI
$P_{5GL}$	124	124
$P_{5GL}$	110	110
N	10,96798498	
$\frac{P_{3G}}{P_{5G}}$	41,064	41,064

A su vez, tenemos que calcular la intermodulación conjunta de los amplificadores de FI de cabecera con los amplificadores de línea. Utilizaremos la siguiente expresión, siendo "n" el número de amplificadores utilizados.

$$\frac{P_{3G}}{P_{5G}} = \frac{P_{3G}}{P_{5G}} \cdot \left( \frac{P_{5GL}}{P_{3G}} \right)^{2N} \cdot \left( \frac{P_{5GL}}{P_{3G}} \right)^{2n} \cdot \left( \frac{P_{5GL}}{P_{3G}} \right)^{2n}$$

En nuestro caso:

- Vivienda 2

— ` \$ 5G 4A žo ; # [N]0 #2< m8<- m #2 m=m<m - m<sub>r</sub> 31,95649 dB

- Vivienda 3

— ` \$ 5G 4A žo ; # [N]0 #2< m8<- m #2 8- m - m<sub>r</sub> 32,72889 dB

- Vivienda 4

— ` \$ 5G 4A žo ; # [N]0 #2< m8<- m #2 =m<-m - m<sub>r</sub> 32,805946 dB

Valor que cumple con lo establecido en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que establece unos valores de relación de intermodulación:

QPSK-TV 18 dB

### 1.2.B.f.- Descripción de los elementos componentes de la instalación

Este apartado no procede, puesto que no se instalará a priori ningún sistema de captación ni amplificación de T.V. satélite, pero aún así se detallarán los componentes de la ICT, para la captación y distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

#### 1.2.B.f.1.- Sistemas captadores

Elemento	Cantidad
Antena parabólica TV-SAT, foco offset, 24 grados, diámetro=110 cm, G=41,5 dBi a 11,7 GHz	1
Antena parabólica TV-SAT, foco offset, 26,5 grados, diámetro=80 cm, G=39 dBi a 11,7 GHz	1
Convertor universal LNB-SAT, G=51 dB, figura de ruido=0,5 dB, 10,75-12 GHz a FI	2
Soporte tubular de antena a suelo, base tipo "T"	2
Juego de herrajes de empotrar para soporte tipo "T"	2
Metro lineal cable coaxial de 75 de cobre para exteriores, dieléctrico PE	10
Metro lineal cable de cobre desnudo para conexión a tierra de 35 mm <sup>2</sup> de sección	10
Conector F	4

#### 1.2.B.f.2.- Amplificadores

Elemento	Cantidad
Módulo amplificador FI-SAT,mezclador MATV, alimentador LNB, ganancia de 35 a 45 dB, pérdidas de inserción MATV=1,5 dB	2
Módulo amplificador de línea FI-SAT para dos señales de TV terrenal-FI1 y TV terrenal+FI2, G=30 dB, atenuador=20 dB, pérdidas de inserción MATV=2 dB	2

### **1.2.B.f.3.- Materiales complementarios**

No es necesaria la utilización de elementos complementarios en la instalación de la ICT, para la captación y distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

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

En este apartado se procederá, según la descripción de la urbanización en el apartado 1.1.B, a diseñar y dimensionar la ICT para el acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público (STDP) y para servicios de telecomunicaciones de banda ancha prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable (TBA).

Se considera únicamente el acceso de los usuarios de viviendas al servicio telefónico básico. No se considera por tanto el acceso de los usuarios a la RDSI.

El dimensionado de las diferentes redes de la ICT vendrá condicionado por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la urbanización, por la tecnología de acceso que utilicen dichos operadores y por la aplicación de los criterios de previsión de demanda establecidos en el reglamento.

#### **Definición de la red de la edificación**

La red interior de la vivienda es el conjunto de conductores, elementos de conexión y equipos activos (no necesarios en este caso), que es necesario instalar para establecer a conexión entre las BAT y la red exterior de alimentación, del servicio de telefonía disponible al público.

La topología de la red es en estrella, y permite a los usuarios disponer de portadores físicos exclusivos entre el punto de interconexión y el PAU. El punto de Interconexión estará situado en el RITU, mientras que los PAU están en los domicilios de los usuarios, en los registros de terminación de red. Del PAU parten los portadores físicos pertinentes, por el interior de la vivienda de los usuarios, hasta cada una de las BAT donde se conectarán los equipos telefónicos de abonado. La totalidad de la red, por tanto, se divide en los siguientes tramos:

#### **Red de alimentación**

Existen dos posibilidades en función del método de enlace utilizado por los operadores entre sus centrales y la edificación:

- ***Cuando el enlace se produce mediante cable:***

Es la parte de la red de la edificación, propiedad del operador, formada por los cables que unen las centrales o nodos de comunicaciones con la urbanización. Se introduce en la ICT a través de la arqueta de entrada y de la canalización externa hasta el registro de enlace, donde se encuentra el punto de entrada general, y de donde parte la canalización de enlace, hasta llegar al registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicación único (RITU), donde se ubica el punto de interconexión. Incluirá todos los elementos, activos o pasivos, necesarios para entregar a la red de distribución de la edificación las señales de servicio, en condiciones de ser distribuidas.

- **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 los cables necesarios para dejarlas disponibles para el servicio en el correspondiente punto de interconexión del inmueble. Los elementos de captación irán situados en la cubierta de algún espacio común de la urbanización introduciéndose en la ICT a través del correspondiente elemento pasamuros y la canalización de enlace hasta el recinto de instalaciones de telecomunicación único (RITU), donde irán instalados los equipos de recepción y procesado de las señales captadas y donde se encuentra también el punto de interconexión ubicado en el registro principal.

El diseño y dimensionado de la red de alimentación, así como su realización, serán responsabilidad de los operadores del servicio.

### **Red de distribución**

Es la parte de la red formada por los cables, de pares trenzados (o en su caso de pares), de fibra óptica y coaxiales, y demás elementos que prolongan los cables de la red de alimentación, distribuyéndolos por la urbanización para poder dar el servicio a cada posible 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 para el caso de cable de pares, ya que en el caso de pares trenzados el punto de distribución carecería de implementación física. La red de distribución es única para cada tecnología de acceso, con independencia del número de operadores que la utilicen para prestar servicio en la urbanización.

Su diseño y realización será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

### **Red de dispersión**

Es la parte de la red, formada por el conjunto de cables de acometida, de pares trenzados (o en su caso de pares), de fibra óptica y coaxiales, y demás elementos, que une la red de distribución con cada vivienda, o estancia común.

Parte de los puntos de distribución, situados en los registros secundarios (en ocasiones en el registro principal) y, a través de la canalización secundaria (en ocasiones a través de la principal y de la secundaria), enlaza con la red interior de usuario en los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de cada vivienda, o estancia común.

Su diseño y realización será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

### **Red interior de usuario**

Es la parte de la red formada por los cables de pares trenzados, cables coaxiales (cuando existan) 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 urbanización.

### **Elementos de conexión**

Son los utilizados como puntos de unión o terminación de los tramos de red definidos anteriormente:

#### **1. Punto de interconexión (Punto de terminación de red):**

Realiza la unión entre cada una de las redes de alimentación de los operadores del servicio y las redes de distribución de la ICT de la urbanización, y delimita las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y la propiedad de la vivienda. Se situará en el registro principal, con carácter general, en el interior del recinto de instalaciones de telecomunicación único (RITU), y estará compuesto por una serie de paneles de conexión o regletas de entrada donde finalizarán las redes de alimentación de los distintos operadores de servicio, por una serie de paneles de conexión o regletas de salida donde finalizará la red de distribución de la urbanización, y por una serie de latiguillos de interconexión que se encargarán de dar continuidad a las redes de alimentación hasta la red de distribución de la vivienda en función de los servicios contratados por los distintos usuarios.

Habitualmente el punto de interconexión de la ICT será único para cada una de las redes incluidas en la misma. No obstante, en los casos en que así lo aconseje la configuración y topología de la urbanización, el punto de interconexión de cada una de las redes presentes en la ICT podrá ser distribuido o realizado en módulos, de tal forma que cada uno de estos pueda atender adecuadamente a un subconjunto identificable de la urbanización.

Como consecuencia de la existencia de diferentes tipos de redes, tanto de alimentación como de distribución, los paneles de conexión o regletas de entrada, los paneles de conexión o regletas de salida, y los latiguillos de interconexión adoptarán distintas configuraciones y, en consecuencia, el punto de interconexión podrá adoptar las siguientes realizaciones:

- *Punto de interconexión de pares (Registro principal de pares)*
- *Punto de interconexión de cables coaxiales (Registro principal coaxial)*
- *Punto de interconexión de cables de fibra óptica (Registro principal óptico)*

En cualquiera de los casos de puntos de interconexión indicados, los paneles de conexión o regletas de entrada de cada operador de servicio presente en el inmueble serán independientes. Tanto los paneles de conexión o regletas de entrada como los latiguillos de interconexión serán diseñados, dimensionados e instalados por los operadores de servicio, quienes podrán dotar sus paneles de conexión o regletas de entrada con los dispositivos de seguridad necesarios para evitar manipulaciones no autorizadas de las citadas terminaciones de la red de alimentación.

El diseño, dimensionado e instalación de los paneles de conexión o regletas de salida será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.



## **2. Punto de distribución:**

Realiza la unión entre las redes de distribución y de dispersión (en ocasiones, entre las de alimentación y de dispersión) de la ICT de la urbanización. Cuando exista, se alojará en los registros secundarios.

Como consecuencia de la existencia de diferentes tipos físicos de redes, tanto de alimentación como de distribución, el punto de distribución podrá adoptar alguna de las siguientes realizaciones:

- *Red de distribución de pares trenzados*
- *Red de distribución de pares*
- *Red de distribución de cables coaxiales*
- *Red de distribución formada por cables de fibra óptica*

El diseño, dimensionado e instalación de los puntos de distribución será responsabilidad de la propiedad del inmueble.

## **3. Punto de acceso al usuario (PAU):**

Realiza la unión entre la red de dispersión y la red interior de usuario de la ICT de la urbanización. Permite la delimitación de responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad de la urbanización o la comunidad de propietarios y el usuario final del servicio. Se ubicará en el registro de terminación de red situado en el interior de cada vivienda o estancia común.

El punto de acceso al usuario podrá adoptar varias configuraciones en función de la naturaleza de la red de dispersión que recibe y en función de la naturaleza de la red interior que atiende:

- *Red de dispersión de pares trenzados*
- *Red de dispersión de pares*
- *Red de dispersión de cables coaxiales*
- *Red de dispersión formada por cables de fibra óptica*
- *Red interior de usuario de pares trenzados*
- *Red interior de usuario de cables coaxiales*

El diseño, dimensionado e instalación de los puntos de acceso al usuario será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

## **4. Bases de acceso terminal (BAT):**

Sirven como punto de acceso de los equipos terminales de telecomunicación del usuario final del servicio a la red interior de usuario multiservicio.

El diseño, dimensionado e instalación de las bases de acceso de terminal será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

### **1.2.C.- Redes de Distribución y de Dispersión.**

#### **1.2.C.1.- Redes de Cables de Pares o Pares Trenzados.**

##### **1.2.C.1.a.1.- Establecimiento de la topología de la red de cables de pares.**

La distancia entre el RITU y la vivienda más alejada es superior a 100 metros, por ello usaremos este tipo de cable en la instalación. Esta red estará formada por un número determinado de líneas, cada una formada por un par de cobre.

Su lugar de origen es el punto de interconexión situado en el registro principal del RITU, enlazando con el PAU de cada usuario a través de la canalización principal. En este caso, al tratarse de una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, quedando las acometidas en los registros secundarios y en el RITU en paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física.

La red de distribución es única para cada tecnología de acceso, con independencia del número de operadores que la utilicen para prestar servicio en la urbanización. Su diseño y realización será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

##### **1.2.C.1.a.2.- Cálculo y dimensionamiento de la red y tipos de cables.**

La distancia entre el punto de interconexión y el PAU más alejado es superior a 100 metros, por lo que utilizarán cables de pares.

Para determinar el número de líneas necesarias, cada una formada por un par de cobre, se aplicará 2 líneas por vivienda, por lo que al tratarse de una urbanización de 30 viviendas serían 60 líneas, instalándose desde el punto de interconexión hasta el PAU ubicado en el Punto de Terminación de Red de las viviendas a través de la canalización principal.

La cifra de demanda prevista se multiplicará por 1,2, lo que asegura una reserva suficiente de la red (alrededor del 80%) para prever posibles averías de algunos pares o alguna desviación por exceso en la demanda de líneas.

$$60 \text{ líneas} \times 1,2 = 72 \text{ líneas}$$

Obtenido de esta forma el número teórico de pares, se utilizará el cable normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor, o combinaciones de varios cables, teniendo en cuenta que para una distribución racional el cable máximo será de 100 pares. En nuestro caso, el número de pares es 72, por lo que la red de distribución estará formada por el cable normalizado inmediato superior, de 75 pares.

El dimensionamiento de la red de distribución se proyectará con el cable multipar, cuyos pares estarán todos conectados en las regletas de salida del punto de interconexión del RITU.

También implica que se almacenarán 12 líneas de reserva en el RITU con la distancia suficiente para llegar al PAU más alejado de la urbanización, quedando disponibles para su posible utilización en cualquiera de las viviendas.

La red de dispersión horizontal de cada grupo de viviendas estará formado por cables de acometida interior (de dos pares, a menos que expresamente se indique lo contrario en los esquemas de principio) que cubran la demanda prevista, conectándolos al correspondiente terminal de la regleta del punto de distribución y al PAU de dos líneas previsto en cada registro de terminación de red.

Los pares de la red interior de usuario se conectarán a las bases de acceso terminal con cable de acometida interior de un par y se prolongarán hasta el punto de acceso al usuario de cada vivienda, dejando la longitud suficiente para su posterior conexión al mismo. La conexión de las bases de acceso terminal con el punto de acceso al usuario tendrá configuración en estrella para todas las viviendas.

### 1.2.C.1.a.3.- Estructura de distribución y conexión de pares.

La distribución y conexión de cada uno de los pares se debe realizar mediante el “registro de asignación de pares”. Este registro permitirá la realización de la instalación de la red y su posterior mantenimiento. Cualquier cambio posterior en la asignación de pares debe reflejarse en el mismo. Debe existir una copia del citado registro de asignación, tanto en el interior del armario del punto de interconexión como en todos y cada unos de los registros secundarios de la red interior del inmueble.

Cada cable quedará perfectamente identificado mediante etiquetas, para evitar la confusión entre pares de igual numeración y distintos cables. A su vez cada regleta de conexión quedará también identificada, tanto en el punto de interconexión como en los puntos de distribución, así como el par dentro de la posición de cada regleta.

Se expone a continuación, el “registro de asignación de pares” de la ICT de la urbanización de cada una de las viviendas de la misma:

Tabla 50. Registro asignación de pares.

Punto de interconexión		Cable multipar de 75 pares	Punto de Distribución Registro Secundario			Vivienda
Nº Regleta	Posición	Nº de Par del Cable	Registro en el Grupo...	Nº Regleta	Posición	Letra / Número
1	1	1	Primero	1	1	A1
1	2	2	Primero	1	2	A1
1	3	3	Primero	1	3	B1
1	4	4	Primero	1	4	B1
1	5	5	Primero	1	5	C1
1	6	6	Primero	1	6	C1
1	7	7	Primero	1	7	D1
1	8	8	Primero	1	8	D1
1	9	9	Primero	1	9	E1
1	10	10	Primero	1	10	E1
2	1	11	Segundo	1	1	A2
2	2	12	Segundo	1	2	A2

2	3	13	Segundo	1	3	B2
2	4	14	Segundo	1	4	B2
2	5	15	Segundo	1	5	C2
2	6	16	Segundo	1	6	C2
2	7	17	Segundo	1	7	D2
2	8	18	Segundo	1	8	D2
2	9	19	Segundo	1	9	E2
2	10	20	Segundo	1	10	E2
3	1	21	Tercero	1	1	A3
3	2	22	Tercero	1	2	A3
3	3	23	Tercero	1	3	B3
3	4	24	Tercero	1	4	B3
3	5	25	Tercero	1	5	C3
3	6	26	Tercero	1	6	C3
3	7	27	Tercero	1	7	D3
3	8	28	Tercero	1	8	D3
3	9	29	Tercero	1	9	E3
3	10	30	Tercero	1	10	E3
4	1	31	Cuarto	1	1	A4
4	2	32	Cuarto	1	2	A4
4	3	33	Cuarto	1	3	B4
4	4	34	Cuarto	1	4	B4
4	5	35	Cuarto	1	5	C4
4	6	36	Cuarto	1	6	C4
4	7	37	Cuarto	1	7	D4
4	8	38	Cuarto	1	8	D4
4	9	39	Cuarto	1	9	E4
4	10	40	Cuarto	1	10	E4
5	1	41	Quinto	1	1	A5
5	2	42	Quinto	1	2	A5
5	3	43	Quinto	1	3	B5
5	4	44	Quinto	1	4	B5
5	5	45	Quinto	1	5	C5
5	6	46	Quinto	1	6	C5
5	7	47	Quinto	1	7	D5
5	8	48	Quinto	1	8	D5
5	9	49	Quinto	1	9	E5
5	10	50	Quinto	1	10	E5
6	1	51	Sexto	1	1	A6
6	2	52	Sexto	1	2	A6
6	3	53	Sexto	1	3	B6
6	4	54	Sexto	1	4	B6
6	5	55	Sexto	1	5	C6
6	6	56	Sexto	1	6	C6
6	7	57	Sexto	1	7	D6
6	8	58	Sexto	1	8	D6
6	9	59	Sexto	1	9	E6
6	10	60	Sexto	1	10	E6
7	1	61	-	-	-	Libre
7	2	62	-	-	-	Libre
7	3	63	-	-	-	Libre

7	4	64	-	-	-	Libre
7	5	65	-	-	-	Libre
7	6	66	-	-	-	Libre
7	7	67	-	-	-	Libre
7	8	68	-	-	-	Libre
7	9	69	-	-	-	Libre
7	10	70	-	-	-	Libre
8	1	71	-	-	-	Libre
8	2	72	-	-	-	Libre

#### 1.2.C.1.a.4.- Otros cálculos.

No es necesario realizar otros cálculos.

#### 1.2.C.1.a.5.- Estructura de distribución y conexión.

Los cables de pares de las redes de alimentación terminan en las regletas de entrada independientes para cada Operador del servicio, las cuales serán instaladas por dichos Operadores, en donde se llevará a cabo la instalación de la red y su posterior mantenimiento.

Estos cables se conectarán, en un extremo, a los conectores RJ45 (hilos 4 y 5 para PAU) del panel de conexión situado en el Registro Principal de cables de Pares en el RITU, y en el otro extremo finalizarán en la roseta con RJ45 hembra (contactos 4 y 5) de cada vivienda, salvo los de reserva que quedarán almacenados en el RITU.

#### 1.2.C.1.a.6.- Dimensionamiento de:

##### 1.2.C.1.a.6.i.- Punto de Interconexión

El punto de interconexión es el punto que une la red de alimentación con la red de distribución. Dicha red de distribución empieza en el punto de interconexión con las regletas de salida que deberá haber un número suficiente para dar cobertura a todos los pares del cable multipar escogido para la red horizontal, en nuestro caso será un cable multipar de 75 pares.

Las regletas en el punto de interconexión será de 10 pares, según el apartado 5.2 del Anexo 2 del Real Decreto 346/2011, por lo que serán necesarias 8 regletas de salida que serán presupuestadas y necesariamente instaladas.

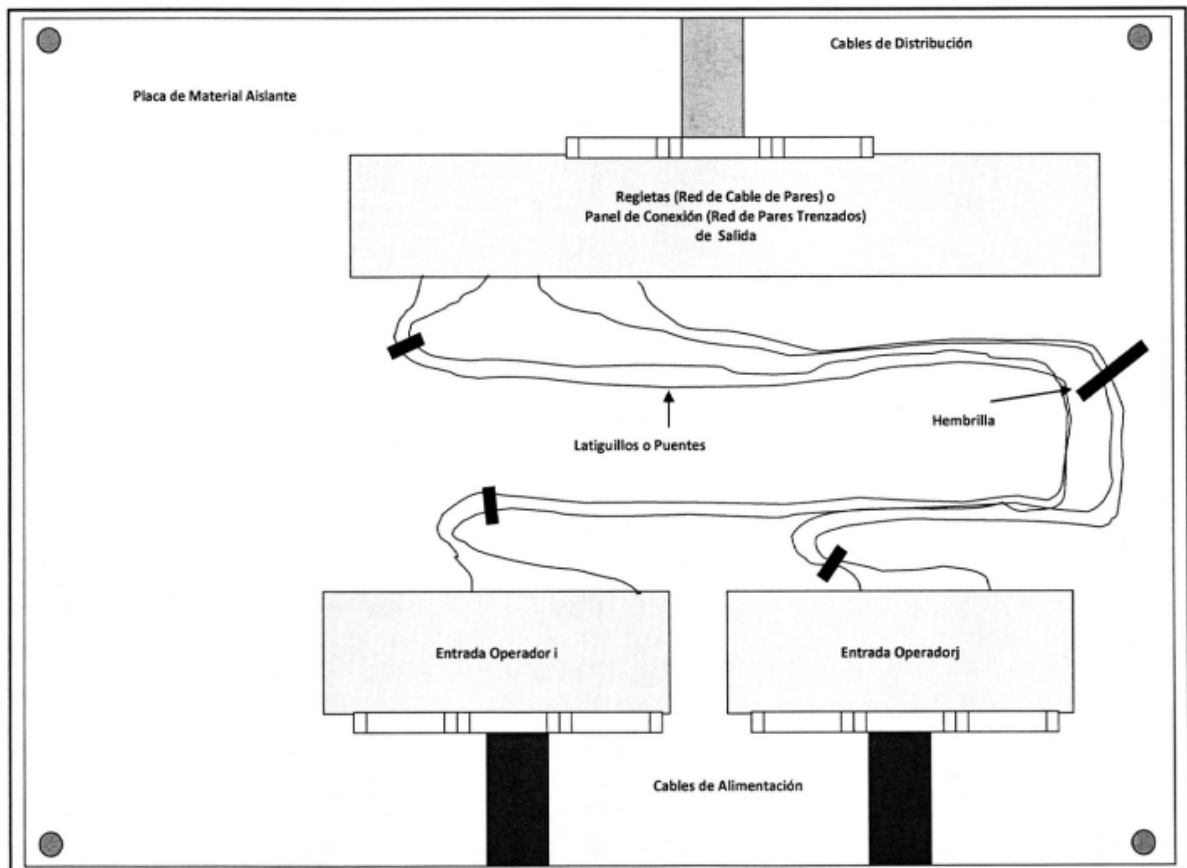
La red de alimentación termina en las regletas de entrada que tendrán que ser 1,5 veces el número de pares de las regletas de salida para todos los operadores de servicio, por lo que con 12 regletas de entrada será suficiente para cubrir los 108 pares. Dichas regletas de entrada serán instaladas por los operadores de servicio, por eso habrá que dejar el espacio suficiente en el registro principal para su correspondiente instalación. Esas regletas de entrada no se presupuestarán en el presente proyecto. La conexión entre las regletas de entrada y de salida se realizará mediante latiguillos o puentes.

Para dar cabida a 8 regletas de salida + 12 regletas de entrada = 20 regletas en el registro principal deberá bastar con un registro de dimensiones 53 cm de alto, 43 cm de ancho y 20 cm de profundidad. Dicho registro deberá tener cierre de llave para asegurar el secreto de las telecomunicaciones y evitar la manipulación no autorizada del mismo. La

llave deberá estar en posesión de la propiedad del inmueble.

Se marcará las regletas por número, así se podrá localizar sin problemas las regletas y pares de cada una por su posición tomando como referencia el “registro de asignación de pares” expuesto anteriormente.

En la siguiente imagen se puede ver el punto de interconexión de la Red de Pares, la cual hemos desarrollado en los apartados anteriores.



**Figura 11: Punto de Interconexión de la Red de Pares**

#### **1.2.C.1.a.6.ii.- Puntos de Distribución.**

En este caso, el punto de distribución y el punto de interconexión coinciden al tratarse de una estructura en estrella, quedando las acometidas en los registros secundarios y en el RITU en paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física. En dichos registros secundarios y en el RITU quedarán almacenados, únicamente, los bucles de los cables de pares de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado.

#### **1.2.C.1.a.7.- Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de pares.**

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

**1.2.C.1.a.8.- Cables.**

El cableado a utilizar será del tipo ICT+100 (LSZH libre de halógenos).

Elemento	Cantidad	Ubicación
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	46	Vivienda 1
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	85	Vivienda 2
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	91,02	Vivienda 3
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	57,1	Vivienda 4
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	34,86	Vivienda 5
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	34,88	Vivienda 6
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	57,35	Vivienda 1
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	58,8	Vivienda 2
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	54,37	Vivienda 3
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	55,22	Vivienda 4
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	55,08	Vivienda 5
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	55,11	Vivienda 6
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	187,88	Vivienda 1
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	187,88	Vivienda 2
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	187,88	Vivienda 3
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	187,88	Vivienda 4
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	187,88	Vivienda 5
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	187,88	Vivienda 6

Resumiendo:

Elemento	Cantidad
Metro cable telefónico multipar para acometida interior de 75 pares	348,86
Metro cable telefónico de 2 pares para acometida interior	335,93
Metro cable telefónico de 1 par para acometida interior	1127,26

**1.2.C.1.a.9.- Regletas del Punto de Interconexión.**

Elemento	Cantidad
Registro de dimensiones 53 x 43 x 20 cm para para punto de interconexión	1
Bloque para candado para registro de punto de interconexión	1
Soporte para 10 regletas de 10 pares	2
Regleta de 10 pares de corte y prueba, conexión por desplazamiento de aislante	20
Carátula identificativa para regleta de 10 pares	20

**1.2.C.1.a.10.- Regletas de los Puntos de Distribución.**

No se instalarán regletas en Punto de Distribución, al carecer de implementación física.

**1.2.C.1.a.11.- Conectores.**

No existen conectores en la red de distribución/dispersión de pares en la urbanización.

**1.2.C.1.a.12.- Puntos de Acceso al Usuario (PAU).**

El PAU de cada usuario estará constituido por una roseta con conector hembra RJ45 (contactos 4 y 5) a la que se conectarán todos los conductores del cable de pares que llegan desde el punto de interconexión.

Elemento	Cantidad	Ubicación
PAU telefónico de 2 líneas de entrada.	5	Vivienda 1
PAU telefónico de 2 líneas de entrada.	5	Vivienda 2
PAU telefónico de 2 líneas de entrada.	5	Vivienda 3
PAU telefónico de 2 líneas de entrada.	5	Vivienda 4
PAU telefónico de 2 líneas de entrada.	5	Vivienda 5
PAU telefónico de 2 líneas de entrada.	5	Vivienda 6

**1.2.C.1.b.- Redes de Cables Coaxiales.****1.2.C.1.b.1.- Establecimiento de la topología de la red de cables de coaxiales.**

No se prevé la instalación de la red de cables coaxiales en la urbanización. No obstante, se instalará la canalización necesaria para comunicar el RITU con cada una de las viviendas, colocando tubos desde el registro principal a los registros de toma (con tapa ciega) dentro de las viviendas. El dimensionamiento de esta red vendrá en el apartado de Canalizaciones.



### **1.2.C.1.c.- Redes de cables de fibra óptica.**

#### **1.2.C.1.c.1.- Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica.**

Los Operadores de los servicios de Telecomunicaciones de cable de fibra óptica para servicios de banda ancha, accederán a las viviendas a través de su red de alimentación. Dicha red llegará a través de la canalización necesaria hasta el punto de interconexión situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único, donde terminará en los conectores apropiados, equipados con los correspondientes adaptadores y agrupados en un repartidor de conectores de entrada.

Hasta este punto, la responsabilidad del diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación pertenece a cada operador. El acceso de la misma al RITU se hará a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización de enlace.

En este caso, al tratarse de una urbanización con una red de distribución que ha de dar servicio a un número de PAU superior a 15, los cables de fibra óptica de dicha red (cables multifibra) serán distintos de los cables de acometida de dos fibras ópticas de la red de dispersión. Los puntos de distribución estarán formados por una caja de segregación en la que terminarán ambos tipos de fibra.

La red de distribución 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 los puntos de distribución ubicados en los registros secundarios.

La red de distribución es única para cada tecnología de acceso, con independencia del número de operadores que la utilicen para prestar servicio en la urbanización.

Su diseño y realización será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

#### **1.2.C.1.c.2.- Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica, y tipos de cables**

Para determinar el número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable formado por 2 fibras ópticas monomodo del tipo G.657, categoría A2 o B3, y a su vez compatibles con G.652.D. Se aplicarán los valores siguientes:

Viviendas: 1 acometida óptica por vivienda.

30 viviendas x 1 acometida = 30 acometidas.

Estimando la necesidad futura a largo plazo se dimensionará la red de distribución multiplicando la cifra de demanda prevista por el factor 1,2, lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de alguna acometida o alguna desviación por exceso en la demanda de acometidas.

30 acometidas x 1,2 = 36 acometidas.

Dividiremos la horizontal principal en dos grupos, ya que el cable multifibra máximo permitido para este tipo de instalaciones es de 48 fibras.

Tabla 51. Número de fibras por grupo de viviendas.

	Viviendas Tipo 1-2-3	Viviendas Tipo 4-5-6
Número de acometidas	15	15
Número de fibras necesarias	30	30
Número de fibras (con reserva)	36	36

Puesto que las fibras necesarias para suministrar señal a cada uno de los PAU desde el RITU son 36 para los dos tipos de verticales, utilizaremos un cable multifibra de 48 fibras. Cada uno de los 2 cables irá conectado a un panel de interconexión óptico, de 24 puertos.

Tabla 52. Conexiones fibras ópticas con las viviendas.

Tipo de Vivienda	Panel	Conector	Cable	Fibra	PAU
1	1	1	1	1	A1
		2		2	
		3		3	B1
		4		4	
		5		5	C1
		6		6	
		7		7	D1
		8		8	
		9		9	E1
		10		10	
2	1	11	1	11	A2
		12		12	B2
		13		13	
		14		14	
		15		15	C2
		16		16	
		17		17	D2
		18		18	
		19		19	E2
		20		20	
-	1	21	1	21	Reserva
		22		22	Reserva
		23		23	Reserva
		24		24	Reserva
3	2	1	1	25	A3
		2		26	
		3		27	B3
		4		28	
		5		29	C3
		6		30	
		7		31	D3
		8		32	
		9		33	E3
		10		34	

-		11		35	Reserva
		12		36	Reserva
		13		37	Reserva
		14		38	Reserva
		15		39	Reserva
		16		40	Reserva
		17		41	Reserva
		18		42	Reserva
		19		43	Reserva
		20		44	Reserva
		21		45	Reserva
		22		46	Reserva
		23		47	Reserva
		24		48	Reserva
4	3	1	2	1	A4
		2		2	
		3		3	B4
		4		4	
		5		5	C4
		6		6	
		7		7	D4
		8		8	
		9		9	E4
		10		10	
5	3	11	2	11	A5
		12		12	
		13		13	B5
		14		14	
		15		15	C5
		16		16	
		17		17	D5
		18		18	
		19		19	E5
		20		20	
-		21		21	Reserva
		22		22	Reserva
		23		23	Reserva
		24		24	Reserva
6	4	1	2	25	A6
		2		26	
		3		27	B6
		4		28	
		5		29	C6
		6		30	
		7		31	D6
		8		32	
		9		33	E6
		10		34	
		-			11
12	36		Reserva		
13	37		Reserva		

		14		38	Reserva
		15		39	Reserva
		16		40	Reserva
		17		41	Reserva
		18		42	Reserva

Aparte de las fibras que sobrarán del cable multifibra de cada horizontal, usaremos un cable de 8 fibras para completar el conexionado de reserva. Los cables de reserva de 8 fibras irán conectados a un panel de 16 puertos que servirá exclusivamente para conexiones de reserva.

Tabla 53. Conexiones de reserva de las fibras ópticas con las viviendas.

Viv.	Panel	Conector	Cable	Fibra	Viv.	Panel	Conector	Cable	Fibra
1 - 2 - 3	5	1	3	1	4 - 5 - 6	5	1	4	9
		2		2			10		
		3		3			11		
		4		4			12		
		5		5			13		
		6		6			14		
		7		7			15		
		8		8			16		

Obtenido de esta forma el número teórico de fibras ópticas necesarias, se utilizará el cable multifibra normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor o combinaciones de varios cables normalizados.

En nuestra instalación las fibras ópticas de la red de distribución son distintas de los cables de acometida de fibra óptica de la red de dispersión, luego el punto de distribución estará formado por una caja de segregación con salida para 4 fibras en las que terminarán ambos tipos de fibra. En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las de las acometidas. El tipo de cable utilizado será uno de 2 fibras e irá desde la caja de segregación hasta el PAU de cada vivienda. En cualquier caso, en el punto de distribución se almacenarán bucles de fibra óptica con la holgura suficiente para poder reconfigurar las conexiones entre las fibras ópticas de la red de distribución y las de la red de dispersión (cortar y empalmar o conectar).

El cable de acometida óptica individual para instalación en interior será de 2 fibras ópticas con el siguiente código de colores:

- Fibra 1: verde.
- Fibra 2: roja.

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. Las fibras ópticas deberán ser compatibles con las del tipo G.652.D, definidas en la Recomendación UIT-T G.652

### **1.2.C.1.c.3.- Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.**

#### **1.2.C.1.c.3.i.- Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica.**

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. 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 roseta de los PAU situada en el registro de terminación de red de cada vivienda.

Se recomienda que la atenuación óptica de las fibras ópticas de las redes de distribución y dispersión no sea superior a 1'55 dB y en ningún caso la citada atenuación debe superar los 2 dB, según establece el Reglamento.

Desde el Registro Principal hasta el PAU más alejado, que se corresponde con el de la **Vivienda E3**, la longitud total del cable de acometida de fibra óptica es de 105,97 metros, sumándole la longitud del bucle de reserva (3 metros) y redondeando se quedaría una longitud de 109 m. Se indican a continuación los valores de atenuación para dicha vivienda:

Tabla 54. Valores atenuación cable de acometida de fibra óptica.

Vivienda E3								
Señales (nm)	At. (dB/m)	Longitud F.O. a PAU (m)	Cantidad empalmes	At. empalme mecánico (dB)	Cantidad de conectores SC/APC	At. típica conector SC/APC mecánico	At. por inserción típica conector SC/APC (dB)	At. total del tramo (dB)
1310	0,00035	109	1	0,2	2	0,3 dB	0,5	1,83815
1460	0,00025	109	1	0,2	2	0,3 dB	0,5	1,82725
1550	0,00021	109	1	0,2	2	0,3 dB	0,5	1,82289

Las características de los cables de fibra óptica utilizados en la red de distribución y en la red de dispersión se indican en el Pliego de Condiciones.

#### **1.2.C.1.c.3.ii.- Otros cálculos.**

La siguiente tabla muestra las atenuaciones, desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda, teniendo en cuenta la atenuación del cable, la de los empalmes y la de los dos conectores SC/APC, uno en cada extremo del cable, para tres longitudes de onda 1310, 1490 y 1550 nm.

Tabla 55. Valores atenuación desde el Registro Principal hasta el PAU.

Vivienda	Atenuación a las señales (dB)		
	1310 nm	1460 nm	1550 nm
A1	1,82116	1,81512	1,812699
B1	1,81893	1,81352	1,81136
C1	1,81829	1,81306	1,81097

D1	1,81987	1,8142	1,81192
E1	1,8223	1,81592	1,81338
A2	1,83514	1,8251	1,82108
B2	1,83282	1,82344	1,8197
C2	1,83184	1,82274	1,81911
D2	1,83381	1,82415	1,82029
E2	1,83547	1,82534	1,82128
A3	1,83738	1,8267	1,8224
B3	1,83494	1,825	1,82096
C3	1,83397	1,82426	1,82038
D3	1,83494	1,82496	1,82097
E3	1,83815	1,82725	1,82289
A4	1,82516	1,81797	1,81509
B4	1,8228	1,8163	1,81368
C4	1,8222	1,8159	1,81331
D4	1,8235	1,8168	1,8141
E4	1,8256	1,8183	1,81536
A5	1,8173	1,81238	1,8104
B5	1,8151	1,8108	1,809
C5	1,81438	1,81027	1,80863
D5	1,8157	1,8112	1,80941
E5	1,8178	1,8127	1,8107
A6	1,8174	1,81241	1,81043
B6	1,81506	1,81075	1,80903
C6	1,81436	1,8103	1,8086
D6	1,81573	1,81123	1,80944
E6	1,8178	1,81272	1,8107

Como puede observarse los valores de atenuación no superan los 2 dB como máximo establecido por el Reglamento.

#### **1.2.C.1.c.4.- Estructura de distribución y conexión.**

Los cables de fibras ópticas de las redes de alimentación terminan en un panel repartidor de conexión independiente para cada Operador del servicio. Estas regletas de entrada serán instaladas por dichos Operadores.

#### **1.2.C.1.c.5.- Dimensionamiento de:**

##### **1.2.C.1.c.5.i.- Punto de Interconexión.**

Para las redes de alimentación, se recomienda que sus fibras de tipo óptico sean terminadas en conectores tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, agrupados en un repartidor de conectores de entrada, que hará las veces de panel de conexión o regleta de entrada.

Todas las fibras ópticas de la red de distribución se terminarán en conectores tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, agrupados en un panel de conectores de salida, común para todos los operadores del servicio.

Los repartidores de conectores de entrada de todos los operadores y el panel común de conectores de salida, estarán situados en el registro principal óptico ubicado en el

RITU. 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.

La caja de interconexión de cables de fibra óptica estará situada en el RITU, 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:

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

#### **1.2.C.1.c.5.ii.- Punto de Distribución.**

En nuestra instalación las fibras ópticas de la red de distribución son distintas de los cables de acometida de fibra óptica de la red de dispersión, luego el punto de distribución estará formado por una caja de segregación con salida para 4 fibras en las que terminarán ambos tipos de fibra. En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las de las acometidas. El tipo de cable utilizado será uno de 2 fibras e irá desde la caja de segregación hasta el PAU de cada vivienda. En cualquier caso, en el punto de distribución se almacenarán bucles de fibra óptica con la holgura suficiente para poder reconfigurar las conexiones entre las fibras ópticas de la red de distribución y las de la red de dispersión (cortar y empalmar o conectar).

El diseño, dimensionamiento e instalación de los puntos de distribución será responsabilidad de la propiedad de la urbanización.

#### **1.2.C.1.c.6.- Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de fibra óptica.**

##### **1.2.C.1.c.6.i.- Cables.**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Ubicación</b>
Metro cable multifibra de 48 fibras monomodo (Red de distribución)	221,28	Viviendas Tipo 1-2-3
Metro cable multifibra de 8 fibras monomodo (Reserva)	221,28	Viviendas Tipo 1-2-3
Metro cable multifibra de 48 fibras monomodo (Red de distribución)	126,84	Viviendas Tipo 4-5-6
Metro cable multifibra de 8 fibras monomodo (Reserva)	126,84	Viviendas Tipo 4-5-6
Metro cable de 2 fibras monomodo (Red de dispersión)	335,87	Viviendas

Tendríamos un total de 348,12 metros de cable multifibra de 48 fibras, 348,12 m de cable de 8 fibras y 335,87 m de cable de 2 fibras. Los cables serán monomodo del tipo G.657, categoría A2 o B3.

##### **1.2.C.1.c.6.ii.- Panel de conectores de salida.**

Elemento	Cantidad
Módulo de terminación para 24 conectores SC/APC	4
Módulo de terminación para 16 conectores SC/APC	1

#### 1.2.C.1.c.6.iii.- Cajas de segregación.

Elemento	Cantidad
Cajas de segregación de hasta 4 fibras ópticas	15
Cassette para organización del cableado, protección y almacenamiento de empalmes mecánicos.	15

#### 1.2.C.1.c.6.iv.- Conectores.

Elemento	Cantidad
Conectores tipo SC/APC macho	180
Conectores tipo SC/APC hembra	60

#### 1.2.C.1.c.6.v.- Puntos de Acceso al Usuario (PAU).

Elemento	Cantidad
Roseta para 2 fibras ópticas SC/APC	30

### 1.2.D.- INFRAESTRUCTURAS DE HOGAR DIGITAL

#### 1.2.D.a.- Introducción

Un objetivo estratégico de cualquier sociedad avanzada, hoy día, es la construcción de edificaciones con el mayor grado posible de integración medio-ambiental, edificaciones cada día más sostenibles. El reciente Código Técnico de la Edificación (CTE) incluye una serie de medidas con dos objetivos claros: ahorrar energía y diversificar las fuentes energéticas utilizadas por los inmuebles. Adicionalmente, hay que contemplar medidas concretas que ayuden a realizar un uso eficiente de la energía.

Facilitando la introducción del “hogar digital” en la vivienda se contribuye a los objetivos del Código Técnico de la Edificación (CTE), el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), y la Certificación Energética de Edificios de fomentar el ahorro y la eficiencia energética en la edificación. El “hogar digital” aporta soluciones concretas que permiten un uso eficiente de la energía.

Asimismo, el desarrollo de cualquier inmueble en una sociedad avanzada debe contemplar infraestructuras y soluciones tecnológicas que garanticen la accesibilidad universal para todos los colectivos que lo requieran, cumpliendo con la legislación vigente, adaptando las viviendas a las necesidades de las personas con discapacidad o personas mayores. Las necesidades de los habitantes de las viviendas evolucionan con el paso de los años, de forma que es necesario plantearse la incorporación a la misma de infraestructuras que faciliten la adaptación de las viviendas a estas necesidades.



La aportación de soluciones a estas cuestiones en la nueva vivienda, y de otras muchas como pueden ser la seguridad, el acceso a contenidos multimedia, el confort, el teletrabajo o la teleformación, etc., constituye la esencia del concepto de “hogar digital”.

Para impulsar la implantación y desarrollo generalizado del concepto de “hogar digital”, es imprescindible dotar a las administraciones competentes en materia de edificación, fundamentalmente Ayuntamientos y Comunidades Autónomas, de elementos de referencia que les permitan discernir de forma sencilla e inequívoca, si las distintas promociones que se acometan en su ámbito geográfico de competencias, se ajustan al citado concepto. Para conseguirlo se incluye una clasificación de las viviendas y edificaciones atendiendo a los equipamientos y tecnologías con las que se pretenden dotar las promociones. En dicha clasificación se establecen tres niveles de equipamiento, en función del número de servicios que se pretenda.

#### **1.2.D.b.- Hogar digital y área de servicios**

Se define el “hogar digital” como el lugar donde, mediante la convergencia de infraestructuras, equipamientos y servicios, son atendidas las necesidades de sus habitantes en materia de confort, seguridad, ahorro energético e integración medioambiental, comunicación y acceso a contenidos multimedia, teletrabajo, formación y ocio.

Estas infraestructuras y equipamientos consisten en: una línea de acceso de banda ancha, redes domésticas para la interconexión de los dispositivos de la vivienda y una Pasarela Residencial (Función Pasarela) que es el elemento, o conjunto de elementos, que integra las redes domésticas y las interconecta con el exterior a través del acceso de banda ancha.

Para la interconexión de ordenadores, periféricos y dispositivos de electrónica de consumo que permiten la conexión a Internet se utiliza la red de datos interior de la vivienda, Red de Área Local (RAL). Los sensores y actuadores necesarios para la automatización de las distintas funciones de la vivienda se interconectan entre sí mediante las redes de automatización y control. La interconexión entre los dispositivos de las distintas redes se consigue gracias a la pasarela residencial que actúa como elemento integrador.

En el proceso de conversión de las viviendas tradicionales en hogares digitales, no basta con dotar a las viviendas de una serie de equipamientos que proporcionen confort, seguridad, ahorro energético, accesibilidad, etc., resulta imprescindible que todos estos equipamientos estén interconectados para posibilitar su gestión y control, para aprovechar las sinergias que presentan y, lo más importante si el objetivo es generalizar el uso por parte de toda la población, esa gestión y control debería poder efectuarse desde fuera del hogar, bien sea de una forma personal o a través de servicios ofrecidos por empresas especializadas.

Los diferentes servicios se agrupan para su descripción en grupos que se definen de una manera global. Estos servicios cuando se tratan de una forma individualizada tienen funcionalidades que suelen participar en más de uno de los grupos.

Estas áreas o grupos de servicios pueden definirse de la siguiente manera:

## - Comunicaciones

Servicio básico del “hogar digital” que proporciona el medio de transporte de la información, sea ésta en forma de voz, datos o imagen, entre el usuario y los distintos dispositivos/servicios, o entre distintos dispositivos que conforman el “hogar digital”.

## - Eficiencia energética

El “hogar digital” tiene potencial para conseguir significativos ahorros de energía en comparación con un hogar convencional. Siguiendo las pautas del Código Técnico de la Edificación, estará diseñado para una gestión inteligente de la climatización y la iluminación, así como del resto de las cargas de la vivienda. El control de la misma también debe llegar a regular el consumo de energía según el grado de ocupación de la vivienda.

## - Seguridad

Servicio básico de “hogar digital” que permite controlar, de forma local (hogar, inmueble o conjunto inmobiliario) o remota (más allá de los límites señalados en los apartados anteriores), cualquier zona de la vivienda y cualquier incidencia relativa a la seguridad del hogar, bienes, y/o de las personas, como intrusiones en la vivienda, fugas de agua o gestión de emergencias. Cualquiera de estos eventos se comunica mediante avisos y/o señales de alarma al propio usuario o a un centro proveedor de servicios. La secuencia incluida en el servicio contempla detección, aviso y, en su caso, actuación.

## - Control del entorno

Los servicios de Control del Entorno se basan en sistemas tecnológicos que permiten un control integrado de los diferentes sistemas que utilizan los servicios generales de una vivienda, proporcionando la integración necesaria para ser el medio más económico para satisfacer las necesidades de seguridad, eficacia energética y confort al usuario. En definitiva, favoreciendo que la vivienda alcance el grado máximo de:

- Flexibilidad
- Ahorro económico
- Integración de datos heterogéneos
- Confort y seguridad
- Comunicación eficaz en su operación y mantenimiento

## - Acceso interactivo a contenidos multimedia

En el “hogar digital” se debe poder acceder de una forma interactiva a contenidos como archivos de texto, documentos, imágenes, páginas Web, gráficos y audio utilizados para proporcionar y comunicar información, generalmente a través de un sitio web. Incluye datos, informaciones y entretenimiento proporcionados por varios servicios a los usuarios de los hogares y que pueden ser entregados electrónicamente o en soportes físicos tales como CD, DVD, cinta magnética, libros u otras publicaciones.

## - Ocio y entretenimiento

El servicio de Ocio y Entretenimiento permite a las personas disfrutar de sus ratos libres de forma pasiva o interactiva, mediante contenido multimedia al que se puede acceder desde un equipo reproductor/visualizador. Dicho contenido puede encontrarse en

el hogar o bien ser recibido de fuentes externas, mediante una infraestructura de telecomunicaciones de banda ancha. El objetivo es avanzar en el desarrollo de servicios de Ocio y Entretenimiento en el hogar, dotados de la inteligencia necesaria para que, a partir de la información y la funcionalidad que brindan los dispositivos digitales multimedia y la conducta social del individuo, sean capaces de tomar decisiones y adelantarse a las necesidades de los usuarios asistiéndoles en las tareas cotidianas.

### **1.2.D.c.- Servicios del hogar digital**

En este apartado se recogen, dentro de los grupos anteriormente definidos, los servicios de una forma individualizada. Se mantienen dentro del grupo que se considera que tienen más relación pero tienen también significación en otros.

#### **- Comunicaciones**

- Telefonía Básica
- Acceso a Internet con banda ancha
- Red de Área Doméstica
- Telefonía IP
- Videotelefonía

#### **- Eficiencia energética**

- Gestión de dispositivos eléctricos
- Gestión de electrodomésticos
- Gestión del agua
- Gestión circuitos eléctricos prioritarios
- Monitorización de consumos
- Control de consumos
- Control de iluminación

#### **- Seguridad**

- Alarmas técnicas de incendio y/o humo
- Alarmas técnicas de gas (si existe)
- Alarmas técnicas de inundación (zonas húmedas)
- Alarmas de intrusión
- Alarma Pánico SOS
- Control de accesos: Video-Portero
- Videovigilancia
- Teleseguridad: Central Receptora de Alarmas

#### **- Control del entorno**

- Simulación de presencia
- Telemonitorización
- Telecontrol
- Automatización y control de toldos y persianas
- Creación de ambientes
- Control de temperatura y climatización
- Diagnóstico y mantenimiento remoto

**- Acceso interactivo a contenidos multimedia**

- Tele-asistencia básica
- Videoconferencia
- Tele-trabajo / Tele-educación

**- Ocio y entretenimiento**

- Radiodifusión Sonora (AM, FM, DAB)
- Televisión digital terrestre
- Televisión por satélite/cable
- Vídeo baja demanda (VOD)
- Distribución multimedia / multiroom
- Televisión IP
- Música on-line
- Juegos on-line

**1.2.D.d.- Descripción del inmueble**

Se pretende con ese proyecto, dotar a todas las viviendas de la urbanización de un sistema domótico para la modernización y la revalorización del inmueble, centrándonos en una serie de campos que abarca todo el mundo tecnológico.

La urbanización está formada por 30 viviendas, clasificándose en 5 tipos (Tipo 1, 2, 3, 4 y 5). El objetivo de este Proyecto es beneficiar y aumentar la calidad de las viviendas con la utilización de varios sistemas que proporcionarán un sinfín de beneficios al usuario, englobados en un incremento de seguridad, del confort, del ahorro energético y de las posibilidades de entretenimiento y comunicación.

Entre las ventajas de usar hogares digitales destacan:

- Incremento de la comunicación interna y externa
- Posibilidad de tele asistencia y monitorización de la salud del individuo
- Ahorro de energía por el consumo inteligente del sistema
- Ahorro de tiempo y dinero por la gestión remota de los equipos y electrodomésticos
- Opción de realizar teletrabajo
- Mejor y mayor acceso a la cultura
- Mayor seguridad en el hogar

Se pretende establecer las pautas para la correcta instalación y puesta en marcha de los equipos necesarios y su red de comunicación interna. Además de dar vía libre a una posible ampliación del sistema domótico.

**1.2.D.e.- Equipamientos y niveles del “hogar digital”**

Para que un hogar pueda ser considerado “hogar digital”, debe incluir una serie de equipamientos y dispositivos que faciliten un número mínimo de servicios. Estos dispositivos los veremos a continuación para posteriormente elegir qué tipo de hogar digital implantaremos en las viviendas de la urbanización.

Muchos de los servicios serán posibles siempre que el usuario los contrate con un proveedor, como puede ser la línea de banda ancha.

En otros casos, su provisión vendrá dada por la exclusiva existencia de las infraestructuras y dispositivos adecuados, como puede ser la recepción de la TDT. Unos servicios serán de carácter local o podrán utilizarse desde fuera de la vivienda, siempre que el usuario tome o contrate las disposiciones necesarias.

Adicionalmente a las redes ya incluidas en la ICT una vivienda para ser considerada “hogar digital” contará con:

**a) Red de Área Doméstica Ampliada:**

La Red de Área doméstica interior de la vivienda deberá tener un equipamiento superior de bases de acceso terminal (BAT RJ45) que las contempladas en la propia ICT. Este equipamiento debe incluir la pasarela residencial, elemento clave, no sólo para la interconexión de las redes internas del hogar con las exteriores, sino portadora de la inteligencia necesaria para un funcionamiento adecuado de los dispositivos que permita la provisión de todos los servicios.

**b) Red de Gestión, Control y Seguridad:**

Si la Pasarela Residencial lo requiere, se colocará una caja ciega con terminación de la Red de Gestión, Control y Seguridad junto al BAT donde se ha de conectar la pasarela.

Además se consideran las siguientes infraestructuras adicionales con el fin de garantizar la integración y convergencia de los servicios:

- c) El “hogar digital” deberá contar con la canalización y el cableado adecuado desde el PAU hasta el lugar donde se disponga el videoportero (normalmente punto de acceso y/o cocina). Concretamente, el “hogar digital” básico debe disponer de:
- Una canalización del videoportero que pase por el PAU
  - Alternativamente, que exista una canalización desde el videoportero hasta el PAU
- d) Para facilitar la provisión de los servicios de Diversificación y Ahorro Energético (Eficiencia Energética) se deberá de tener en cuenta este tipo de nuevos servicios y dotar al “hogar digital” de las infraestructuras necesarias.
- e) La RGCS debe estar conectada con el PAU y con los cuadros eléctricos para que su instalación sea sencilla. Con tal fin desde el PAU se facilitará el acceso al cuadro eléctrico principal de la vivienda, sitio donde se debieran de situar los contadores o los elementos intermedios de medida. Así, el “hogar digital” desde su concepción más básica, deberá contar con un conducto adicional desde el PAU hasta dicho cuadro eléctrico.

Se definen en la tabla que se recoge a continuación, los niveles del “hogar digital” (tres) sobre la base de los servicios implantados. Un “hogar digital”, dependiendo de su nivel, tiene un mínimo de servicios implantados.

Tabla 56. Tabla de puntuación niveles de Hogar Digital.

TABLA PUNTUACIÓN NIVELES HOGAR DIGITAL							
Servicios	Seguridad	Control del Entorno	Eficiencia Energética	Ocio y Entretenimiento	Comunicaciones	Acceso Interactivo a Contenidos Multimedia	Puntuación Total
<b>Hogar digital alto</b>	50	40	50	25	25	10	200
	45	40	45	15	25	10	180
<b>Hogar digital medio</b>	40	35	40	10	20	5	150
	35	30	30	10	20	5	130
<b>Hogar digital básico</b>	15	25	25	10	20	5	100
	15	15	15	10	20	5	80

A continuación, se adjunta la tabla de servicios completa:

Tabla 57. Tabla de servicios completa de Hogar Digital.

RELACIÓN DE SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA	DISPOSITIVOS	UBICACIÓN	PUNTAJACIÓN	FUNCIONALIDAD O CARACTERÍSTICA APORTADA POR EL SERVICIO						HD NIVEL BÁSICO	HD NIVEL MEDIO	HD NIVEL SUPERIOR
					SEGURIDAD	CONFORT	ACCESIBILIDAD	EFICIENCIA ENERGÉTICA	COMUNICACIONES	OCIO Y ENTRETENIMIENTO			
<b>CONTROL DEL ENTORNO</b>													
Simulación de presencia	RGCS	Simuladores de presencia por programación escenas de iluminación	Sí	3	X							X	X
	RGCS	Simuladores de presencia por programación de toldos/persianas	Sí	1	X								X
	RGCS	Simuladores de presencia por programación de fuentes de sonido y/u otros electrodomésticos	Sí	1	X								X
Automatización y control de toldos / persianas	RGCS	Motorización de persianas / toldos	Todas las de superficie superior a 2m <sup>2</sup>	10	X	X	X	X			X		
			Todas	12								X	X
Control de temperatura y climatización	RGCS	Cronotermostato	1 en salón (una única zona)	15		X		X			X		
			Los necesarios para zonificar la vivienda en varias zonas	18		X		X				X	
			Los necesarios para zonificar la vivienda por estancias	21		X		X					X
		Control de toldos y persianas en función de la radiación solar	En estancias al exterior	2				X				X	X
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>													
Gestión del riego		Sistema de riego programado	Sí	1		X		X				X	
		Sistema de riego inteligente	Sí	3		X		X					X
Gestión circuitos eléctricos prioritarios		Gestor energético	Sí	2				X					X
Monitorización de consumos		Medidor energético agua		1								X	X
		Medidor energético gas		1								X	X
		Medidor energético electricidad		1								X	X
Control de consumos		Tomas de corriente más significativas	20% de las tomas de corriente	3		X		X					X

RELACIÓN DE SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA	DISPOSITIVOS	UBICACIÓN	PUNTAJACIÓN	FUNCIONALIDAD O CARACTERÍSTICA APORTADA POR EL SERVICIO						HD NIVEL BÁSICO	HD NIVEL MEDIO	HD NIVEL SUPERIOR		
					SEGURIDAD	CONFORT	ACCESIBILIDAD	EFICIENCIA ENERGÉTICA	COMUNICACIONES	OCIO Y ENTRETENIMIENTO					
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>															
Control de iluminación		Reguladores luminicos con programación de escenas	En salón (o sala dedicada al ocio)	5		X		X			X				
			En salón (o sala dedicada al ocio) y dormitorios	8									X	X	
		Dispositivo con función crepuscular o astronómica en jardín o grandes terrazas	Sí		1				X					X	
				Conexión/desconexión general de la iluminación	En un acceso a la vivienda	8				X			X		
	En todos los accesos a la vivienda	10				X						X	X		
		Dispositivos de encendido y apagado por detección de presencia		En entrada	5							X			
				En todas las zonas de paso	7		X		X				X		
				En entrada, todas las zonas de paso y baños y aseos	9										X
		Reguladores de nivel de iluminación por medición de luz natural		En salón	7							X			
				En salón y dormitorios	9		X		X					X	
				En salón, dormitorios y cocina	11										X
<b>SEGURIDAD: detección + actuación (si es necesario) + aviso</b>															
Alarmas técnicas frente incendios y/o humos	RGCS	Detector interior de incendios y/o humos - Aviso obligatorio 1 por vivienda (interior)	1 en cocina	2							X				
			1 cada 30m <sup>2</sup>	5	X							X			
			1 por estancia	7										X	
Alarmas técnicas de gas (si existe)	RGCS	Detector de gas - Avisador obligatorio 1 por vivienda (interior)	1 por zona donde se prevea elementos que funcionen con gas	2							X	X	X		
		Electroválvula de gas (al menos una)	Donde sea necesaria	1	X										
		Electroválvula de gas (más de una)	Donde sean necesarias	1								X	X		



RELACIÓN DE SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA	DISPOSITIVOS	UBICACIÓN	PUNTUACIÓN	FUNCIONALIDAD O CARACTERÍSTICA APORTADA POR EL SERVICIO						HD NIVEL BÁSICO	HD NIVEL MEDIO	HD NIVEL SUPERIOR	
					SEGURIDAD	CONFORT	ACCESIBILIDAD	EFICIENCIA ENERGÉTICA	COMUNICACIONES	OCIO Y ENTRETENIMIENTO				
<b>SEGURIDAD: detección + actuación (si es necesario) + aviso</b>														
Alarmas técnicas de inundación (zonas húmedas)	RGCS	Detector de agua - Avisador obligatorio 1 por vivienda (interior)	Los necesarios en zonas húmedas	2	X						X	X	X	
		Electroválvula de agua	Al menos una	1										
			Donde sean necesarias	3								X	X	
Alarmas de intrusión	RGCS	Detección de presencia	2 detectores	2	X						X			
			1 cada 20m2	4	X							X		
			1 por estancia	7	X								X	
		Aviso interior	Si	2	X						X	X	X	
		Contacto de puerta/detector de entrada	Si	2	X							X	X	
		Contactos de ventana y/o impactos	En puntos de fácil acceso	2	X								X	
			En todas las ventanas	4	X									X
		Sistema de alimentación auxiliar (baterías, SAI, etc.)	Si	2	X									X
Sistema de habla/escucha destinado a la comunicación en caso de alarma	Si	3	X								X	X		
Alarma Pánico SOS	RGCS	Colgante, pulsera o similar	Si	2	X		X					X	X	
		Pulsador fijo	Si	2							X			
Control de accesos: Video – portero	Propia / IAU / RGCS	Videoportero (estandar)		1	X					X				
		Videoportero (con integración en la pasarela)		2	X					X		X	X	
Control accesos: tarjetas proximidad	RGCS	Teclado codificado, llave electrónica o equivalente	Si	1	X					X		X	X	
Videovigilancia	Propia / IAU / RGCS	Videocámaras	En punto de acceso	2	X							X	X	
			En salón	2						X		X		
			En salón y habitaciones	7									X	





































































































































































































































































































