



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

**INGENIERO TÉCNICO EN
INFORMÁTICA DE SISTEMAS**

**PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLIVAR**

Luis María Montero de Espinosa Díaz

Cádiz, Septiembre 2012



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

INGENIERO TÉCNICO EN
INFORMÁTICA DE SISTEMAS

PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA
SIMÓN BOLIVAR

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA,
ELECTRÓNICA, ARQUITECTURA Y REDES DE COMPUTADORES

DIRECTOR DEL PROYECTO: CARLOS RODRÍGUEZ CORDÓN

AUTOR DEL PROYECTO: LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA
DÍAZ

Cádiz, Septiembre 2012

Fdo: Luis María Montero de Espinosa Díaz

2012

Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

[PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLIVAR]

Documentación que recoge las especificaciones técnicas sobre el proyecto para la instalación de un sistema de cableado estructurado y de conexión inalámbrica en el edificio solicitado.

ÍNDICE

MEMORIA

1. Hoja de identificación	13
2. Antecedentes	14
2.1. Informe de diagnóstico	14
2.2. Objetivo	14
2.3. Alcance	14
2.4. Caracterización física del inmueble	15
3. Estudio teórico	15
3.1. Introducción a los Sistemas de Cableado Estructurado	15
3.1.1. Objetivo de un Sistema de Cableado Estructurado	15
3.1.2. Normativa aplicable en Sistemas de Cableado Estructurado	15
3.1.3. Elementos funcionales básicos	16
3.1.4. Subsistema de Cableado	17
3.1.4.1. Del Puesto de Trabajo	17
3.1.4.2. Subsistema de Cableado Horizontal	17
3.1.4.3. Subsistema de Cableado Troncal de Edificio	17
3.1.4.4. Subsistema de Cableado Troncal de Campus	17
3.1.5. Medios de transmisión	17
3.1.5.1. Medios guiados	18
3.1.6. Categoría de los materiales	18
3.1.6.1. Prestaciones del enlace en par balanceado	18
3.1.6.2. Prestaciones del enlace en fibra óptica	22
3.1.6.3. Categorías de los cables balanceados	23
3.1.6.4. Conectores de cables	24
3.2. Introducción a los Sistemas Inalámbricos	25
3.2.1. ¿Por qué inalámbricas?	25
3.2.2. Tecnologías	25
3.2.3. Estándar 802.11	26
3.2.4. Otras especificaciones del estándar	26
3.2.5. WiFi Alliance: Certificados	28
3.2.6. Arquitectura	28
3.2.7. Áreas de servicio	29
3.2.8. Modos de trabajo	29
3.2.9. Topologías	29
3.2.10. Operativa inalámbrica	29
3.2.10.1. Estación oculta	29
3.2.10.2. SSID y BSSID	30
3.2.10.3. Mapa de frecuencias. Canales	30
3.2.11. Seguridad	31
3.2.11.1. Cifrado	32
3.2.11.2. Autenticación	33

3.2.12. Otros aspectos de la seguridad	35
3.2.12.1. Ocultamiento de SSID	35
3.2.12.2. Filtrado de MAC	35
3.2.12.3. Disminución de la potencia en los límites exteriores del área de cobertura	35
3.2.13. Características a tener en cuenta para seleccionar AP	35
3.2.14. Ubicación de los puntos de acceso	36
3.2.14.1. Herramientas de estudio de sitio	36
3.2.14.2. Herramientas de prueba de enlace	36
3.3. Redes jerárquicas	38
3.3.1. Distribución en capas	38
3.3.2. Ventajas de las redes jerárquicas	38
3.3.3. Principio de diseño de redes jerárquicas	39
3.3.4. Consideraciones para un switch de red jerárquica	39
3.3.5. Características de un switch	40
3.3.6. Características de un switch en una red jerárquica	41
3.4. Especificaciones IEEE 802.3 Ethernet	42
3.4.1. Redes Ethernet a 10 Mbps	42
3.4.2. Redes Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet)	43
3.4.3. Redes Ethernet a 1 Gbps (Gigabit Ethernet)	43
3.4.3.1. Capa de acceso al medio	43
3.4.3.2. Capa física	44
3.4.4. Redes Ethernet a 10 Gbps (10 Gigabit Ethernet)	44
3.4.5. Redes Ethernet a 40 Gbps (40 Gigabit Ethernet)	45
3.4.6. Redes Ethernet a 100 Gbps (100 Gigabit Ethernet)	45
3.4.7. Redes futuras	45
4. Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada	46
4.1. Subsistema horizontal	46
4.2. Subsistema troncal de edificio	46
4.3. Subsistema troncal de campus	46
4.4. Dispositivos SWITCH	46
4.5. Dispositivos AP	48
4.6. Estudio de cobertura	48
4.7. Configuración de los elementos	51
4.7.1. Configuración del switch	51
4.7.2. Configuración de los AP	52
4.8. Topología de la red	55
4.8.1. Topología lógica	55
4.8.2. Topología física	56
5. Planificación	58
 PLANOS	
1. Estudio de cobertura	63
1.1. Planta baja	63

1.1.1.Potencia de la señal	63
1.1.2.Relación de la potencia frente al ruido	65
1.2. Planta primera	67
1.2.1.Potencia de la señal	67
1.2.2.Relación de la potencia frente al ruido	69
1.3. Planta segunda	71
1.3.1.Potencia de la señal	71
1.3.2.Relación de la potencia frente al ruido	73
2. Localización del cableado y de los APs	75
2.1. Planta primera	75
2.2. Plana segunda	77
2.3. Planta tercera	79
3. Topología lógica de red	81
3.1. Topología lógica de red	81
3.2. Topología lógica general	83
3.3. Topología física de red	85

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones generales	91
2. Prescripciones técnicas	91
2.1. Cableado de cobre	91
2.1.1.Características del cableado	91
2.2. Elementos de interconexión	92
2.2.1.Switch	92
2.2.2.Conectores	93
2.3. Calidad y garantías de la instalación	94
2.3.1.Calidad de los materiales	94
2.3.2.Garantías del sistema	94
3. Condiciones de ejecución	94
3.1. Dirección de obra	94
3.1.1.Dirección técnica	94
3.1.2.Contratista o instalador	94
3.1.3.Propiedad o promotor	95
3.1.4.Representantes	95
3.2. Procedimientos de ejecución	95
3.2.1.Condición de instalación	95
3.2.2.Cableado	95
3.2.3.Latiguillos	97
3.2.4.Canalizaciones	97
3.2.5.Armarios rack	97
3.3. Normas de rotulación	98
4. Condiciones de certificación	98
4.1. Generalidades	98
4.2. Parámetros y medidas a realizar. Condiciones de medida	99

4.2.1.Pruebas sobre cableado de cobre.....	99
4.2.2.Pruebas de Switch.....	100
4.3. Formato de certificación.....	100
4.3.1.Emplazamiento.....	100
4.3.2.Certificador.....	100
4.3.3.Características técnicas del sistema de cableado.....	101
4.3.4.Resultado de la certificación.....	103

ESTADO DE MEDICIONES

1. Estado de mediciones.....	109
1.1. Distancias de cableado.....	109
1.2. Listado de unidades.....	109

PRESUPUESTO

1. Presupuesto.....	115
---------------------	-----

ANEXO

1. Ficha técnica de los dispositivos.....	121
---	-----

BILIOGRAFIA

1. Bibliografía.....	139
----------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

MEMORIA

I. Tabla 3.1 - Clases del enlace en cable balanceado.....	19
II. Tabla 3.2 - Perdida de retorno.....	19
III. Tabla 3.3 - Atenuación.....	19
IV. Tabla 3.4 - NEXT.....	20
V. Tabla 3.5 - PSNEXT.....	20
VI. Tabla 3.6 - ACR.....	20
VII. Tabla 3.7 - PSACR.....	20
VIII. Tabla 3.8 - ELFEXT.....	21
IX. Tabla 3.9 - PSELFEXT.....	21
X. Tabla 3.10 - Resistencia de bucle en corriente continua.....	21
XI. Tabla 3.11 - Retardo de propagación.....	22
XII. Tabla 3.12 - Retardo diferencial.....	22
XIII. Tabla 3.13 - Fibra óptica.....	22
XIV. Tabla 3.16 - Atenuación de canal.....	23
XV. Tabla 3.15 - Topologías inalámbricas.....	25
XVI. Tabla 3.16 - Estándar 802.11.....	26
XVII. Tabla 3.17 - Arquitectura WLAN.....	28

XVIII.	Tabla 3.18 - Topologías WLAN	29
XIX.	Tabla 3.19 - Canales WIFI	31
XX.	Tabla 3.20 – Dispositivos SWITCH	47
XXI.	Tabla 3.21 – Dispositivos AP	48
XXII.	Tabla 3.22 - APs utilizados	50
XXIII.	Tabla 3.23 - Características de los AP	50
XXIV.	Tabla 3.24 - Colores potencia de la señal frente	51
XXV.	Tabla 3.25 - Colores potencia de la señal frente al ruido	51
XXVI.	Tabla 3.26 – Parámetros Switch	51
XXVII.	Tabla 3.27 – Parámetros AP	52

PLIEGO DE CONDICIONES

I.	Tabla 3.1 - Distancia mínima de separación	97
II.	Tabla 3.2 - Número máximo de cables	97
III.	Tabla 3.3 – Numeración cableado	98
IV.	Tabla 4.1 - Parámetros mínimos en canales de categoría 6	99
V.	Tabla 4.2 - Parámetros mínimos y máximos en canales de categoría 6	99
VI.	Tabla 4.3 – Parámetros mínimos en enlaces de categoría 6	100
VII.	Tabla 4.4 – Parámetros mínimos y máximos en enlaces de categoría 6	100
VIII.	Tabla 4.5 – Emplazamiento	100
IX.	Tabla 4.6 – Certificador	101
X.	Tabla 4.7 – Medición de parámetro	101
XI.	Tabla 4.8 – Certificación	103

ESTADO DE MEDICIONES

I.	Tabla 1.1 – Mediciones de cableado	109
II.	Tabla 2.1 – Listado de unidades	109

PRESUPUESTO

I.	Tabla 1.1 – Presupuesto	115
----	-------------------------	-----

ÍNDICE DE IMÁGENES

MEMORIA

I.	Imagen 3.1 – Certificado WiFi	26
II.	Imagen 3.2 – Canales WIFI	29
III.	Imagen 4.1 – Planta baja	49
IV.	Imagen 4.2 – Planta primera	49
V.	Imagen 4.3 – Planta segunda	50
VI.	Imagen 4.4 – Canales Wifi - Planta baja	54
VII.	Imagen 4.5 – Canales Wifi - Planta primera	54
VIII.	Imagen 4.6 – Canales Wifi - Planta segunda	55

IX.	Imagen 4.7 – Topología lógica de la red.....	56
X.	Imagen 4.8 – Topología lógica del edificio.....	56
XI.	Imagen 4.9 – Topología física del Rack.....	57
XII.	Imagen 4.7 – Diagrama de Gant.....	58



Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

MEMORIA

**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLÍVAR]**

ÍNDICE

1. Hoja de identificación	13
2. Antecedentes	14
2.1. Informe de diagnóstico	14
2.2. Objetivo	14
2.3. Alcance	14
2.4. Caracterización física del inmueble	15
3. Estudio teórico	15
3.1. Introducción a los Sistemas de Cableado Estructurado	15
3.1.1. Objetivo de un Sistema de Cableado Estructurado	15
3.1.2. Normativa aplicable en Sistemas de Cableado Estructurado	15
3.1.3. Elementos funcionales básicos	16
3.1.4. Subsistema de Cableado	17
3.1.4.1. Del Puesto de Trabajo	17
3.1.4.2. Subsistema de Cableado Horizontal	17
3.1.4.3. Subsistema de Cableado Troncal de Edificio	17
3.1.4.4. Subsistema de Cableado Troncal de Campus	17
3.1.5. Medios de transmisión	17
3.1.5.1. Medios guiados	18
3.1.6. Categoría de los materiales	18
3.1.6.1. Prestaciones del enlace en par balanceado	18
3.1.6.2. Prestaciones del enlace en fibra óptica	22
3.1.6.3. Categorías de los cables balanceados	23
3.1.6.4. Conectores de cables	24
3.2. Introducción a los Sistemas Inalámbricos	25
3.2.1. ¿Por qué inalámbricas?	25
3.2.2. Tecnologías	25
3.2.3. Estándar 802.11	26
3.2.4. Otras especificaciones del estándar	26
3.2.5. WiFi Alliance: Certificados	28
3.2.6. Arquitectura	28
3.2.7. Áreas de servicio	29
3.2.8. Modos de trabajo	29
3.2.9. Topologías	29
3.2.10. Operativa inalámbrica	29
3.2.10.1. Estación oculta	29
3.2.10.2. SSID y BSSID	30
3.2.10.3. Mapa de frecuencias. Canales	30
3.2.11. Seguridad	31
3.2.11.1. Cifrado	32
3.2.11.2. Autenticación	33
3.2.12. Otros aspectos de la seguridad	35
3.2.12.1. Ocultamiento de SSID	35

3.2.12.2.	Filtrado de MAC	35
3.2.12.3.	Disminución de la potencia en los límites exteriores del área de cobertura	35
3.2.13.	Características a tener en cuenta para seleccionar AP	35
3.2.14.	Ubicación de los puntos de acceso	36
3.2.14.1.	Herramientas de estudio de sitio	36
3.2.14.2.	Herramientas de prueba de enlace	36
3.3.	Redes jerárquicas	38
3.3.1.	Distribución en capas	38
3.3.2.	Ventajas de las redes jerárquicas	38
3.3.3.	Principio de diseño de redes jerárquicas	39
3.3.4.	Consideraciones para un switch de red jerárquica	39
3.3.5.	Características de un switch	40
3.3.6.	Características de un switch en una red jerárquica	41
3.4.	Especificaciones IEEE 802.3 Ethernet	42
3.4.1.	Redes Ethernet a 10 Mbps	42
3.4.2.	Redes Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet)	43
3.4.3.	Redes Ethernet a 1 Gbps (Gigabit Ethernet)	43
3.4.3.1.	Capa de acceso al medio	43
3.4.3.2.	Capa física	44
3.4.4.	Redes Ethernet a 10 Gbps (10 Gigabit Ethernet)	44
3.4.5.	Redes Ethernet a 40 Gbps (40 Gigabit Ethernet)	45
3.4.6.	Redes Ethernet a 100 Gbps (100 Gigabit Ethernet)	45
3.4.7.	Redes futuras	45
4.	Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada	46
4.1.	Subsistema horizontal	46
4.2.	Subsistema troncal de edificio	46
4.3.	Subsistema troncal de campus	46
4.4.	Dispositivos SWITCH	46
4.5.	Dispositivos AP	48
4.6.	Estudio de cobertura	48
4.7.	Configuración de los elementos	51
4.7.1.	Configuración del switch	51
4.7.2.	Configuración de los AP	52
4.8.	Topología de la red	55
4.8.1.	Topología lógica	55
4.8.2.	Topología física	56
5.	Planificación	58

ÍNDICE DE TABLAS

I.	Tabla 3.1 - Clases del enlace en cable balanceado	19
II.	Tabla 3.2 - Perdida de retorno	19

III.	Tabla 3.3 - Atenuación	19
IV.	Tabla 3.4 - NEXT.....	20
V.	Tabla 3.5 - PSNEXT.....	20
VI.	Tabla 3.6 - ACR.....	20
VII.	Tabla 3.7 - PSACR.....	20
VIII.	Tabla 3.8 - ELFEXT.....	21
IX.	Tabla 3.9 - PSELFEXT.....	21
X.	Tabla 3.10 - Resistencia de bucle en corriente continua.....	21
XI.	Tabla 3.11 - Retardo de propagación.....	22
XII.	Tabla 3.12 - Retardo diferencial.....	22
XIII.	Tabla 3.13 - Fibra óptica.....	22
XIV.	Tabla 3.16 - Atenuación de canal.....	23
XV.	Tabla 3.15 - Topologías inalámbricas.....	25
XVI.	Tabla 3.16 - Estándar 802.11.....	26
XVII.	Tabla 3.17 - Arquitectura WLAN.....	28
XVIII.	Tabla 3.18 - Topologías WLAN.....	29
XIX.	Tabla 3.19 - Canales WIFI.....	31
XX.	Tabla 3.20 – Dispositivos SWITCH.....	47
XXI.	Tabla 3.21 – Dispositivos AP.....	48
XXII.	Tabla 3.22 - APs utilizados.....	50
XXIII.	Tabla 3.23 - Características de los AP.....	50
XXIV.	Tabla 3.24 - Colores potencia de la señal frente.....	51
XXV.	Tabla 3.25 - Colores potencia de la señal frente al ruido.....	51
XXVI.	Tabla 3.26 – Parámetros Switch.....	51
XXVII.	Tabla 3.27 – Parámetros AP.....	52

ÍNDICE DE IMÁGENES

I.	Imagen 3.1 – Certificado WiFi.....	26
II.	Imagen 3.2 – Canales WIFI.....	29
III.	Imagen 4.1 – Planta baja.....	49
IV.	Imagen 4.2 – Planta primera.....	49
V.	Imagen 4.3 – Planta segunda.....	50
VI.	Imagen 4.4 – Canales Wifi - Planta baja.....	54
VII.	Imagen 4.5 – Canales Wifi - Planta primera.....	54
VIII.	Imagen 4.6 – Canales Wifi - Planta segunda.....	55
IX.	Imagen 4.7 – Topología lógica de la red.....	56
X.	Imagen 4.8 – Topología lógica del edificio.....	56
XI.	Imagen 4.9 – Topología física del Rack.....	57
XII.	Imagen 4.7 – Diagrama de Gant.....	58

1. Hoja de identificación

Proyecto

- Proyecto de cableado estructurado y WLAN para el rectorado

Encargado del Proyecto

- Luis María Montero de Espinosa Díaz
- 76089675-V
- Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas
- C/ Miguel Martínez de Pinillos 7 1ºD, 11008 Cádiz
- +34 618 111 714
- luis.monteroespinoza@alum.uca.es

Localización

- Aulario de Simón Bolívar
Glorieta Simón Bolívar s/n – 11002 Cádiz

Fecha y firma

Luis María Montero de Espinosa Díaz

En Cádiz a 12 de septiembre de 2012

2. Antecedentes

2.1. Informe de diagnóstico

- **Evaluación de necesidades de cableado**

Existen 24 áreas de trabajos para personal de la UCA, cada una con varios puestos de trabajo a los que dar cobertura. También existen siete aulas en el edificio con un aforo entre 50 y 200 alumnos cada una. Todas estas zonas deben quedar cubiertas por una red de datos inalámbrica, el cableado exigido para dicha instalación debe soportar como mínimo 1 Gbps.

- **Infraestructura existente**

La instalación se realizará sobre un edificio antiguo, por lo que cabe destacar que en las zonas no remodeladas pose muros gruesos, mientras que las zonas remodeladas están compuestas por muros estrechos o cristalerías, materiales que no ofrecen gran resistencia al paso de las ondas de radio.

Existe una instalación de cableado estructurado la cual proporciona la distribución de rosetas tanto de internet como de teléfono en todo el edificio. El rack de esta instalación se encuentra en la primera planta. Para la distribución del cableado de esta instalación existen canaletas en el edificio, lo que nos facilitará el trabajo a la hora de implantar nuestro cableado sobre el edificio.

También cabe destacar que dado que vamos a realizar una instalación para la UCA, existen ciertos servicios que ya están instalados o implementados, tales como: un servidor radius para autenticarse mediante certificados, las distintas vlans que utiliza para dar servicio, o el ntp, que es un protocolo para la sincronización de la hora de todos los equipos conectados a la red.

2.2. Objetivo

El objetivo de este proyecto es dotar de una instalación de red al edificio ESI 3 situado en la glorieta Simón Bolívar. Con la finalidad de disponer de una red local, y de internet, tanto mediante cableado estructurado como con una red inalámbrica. Siguiendo todas las normativas vigentes para asegurar la calidad y seguridad del servicio.

2.3. Alcance

El alcance de este proyecto abarca una distribución de cableado estructurado sobre el edificio que incluye subsistemas des área de trabajo,

cableado horizontal, cableado vertical y cableado de campus con la finalidad de que la totalidad del edificio quede cubierto.

2.4. Caracterización física del inmueble

El edificio consta de 4 plantas sobre el nivel del suelo. El planteamiento funcional de las plantas está basado en aulas para docencia, despachos, salas de reuniones y zonas de aseo.

a) Planta baja

Esta constituida por la conserjería, la cafetería, un aula para portátiles, el aula magna del edificio, seis área de trabajo para personal de la universidad y dos aseos.

b) Primera planta

Esta constituida por la parte superior del aula magna, dos clases, quince áreas para personal de la universidad y dos aseos

c) Segunda planta

Esta constituida por tres aulas, tres área para personal de la universidad, la vivienda del conserje, dos trasteros y un aseo.

d) Cubierta

Esta constituida por un trastero y la azotea del edificio.

3. Estudio de las alternativas y justificación de la solución adoptada

3.1. Introducción a los Sistemas de Cableado Estructurado

3.1.1. Objetivo de un Sistema de Cableado Estructurado

Cableado Estructurado es el cableado de un edificio o una serie de edificios que permite interconectar equipos activos, de diferentes o igual tecnología permitiendo la integración de los diferentes servicios que dependen del tendido de cables como datos, telefonía, control, etc.

El objetivo fundamental es cubrir las necesidades de los usuarios durante la vida útil del edificio sin necesidad de realizar ampliaciones en la instalación realizada, previendo posibles ampliaciones personal o el avance tecnológico de los próximos años.

3.1.2. Normativa aplicable en Sistemas de Cableado Estructurado

Reglamentos y disposiciones legales

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Reglamento de Comunicaciones (ICT)
- Reglamento de Protección de Datos
- Compatibilidad electromagnética
- NBE-CPI96 Control de protección de incendios

Normativas:

- Normativa de ámbito español: AENOR
 - UNE EN 50310 (Sistema de tierras en edificios con TI)
 - UNE EN 50173 (Sistema de cableado genérico)
 - UNE EN 50174-1 (Instalación cableado, especificación y aseguramiento)
 - UNE EN 50174-2 (Instalación cableado, métodos y planificación interior edificios)
 - UNE EN 50174-3 (Instalación cableado, métodos y planificación exterior edificios)
- Normativa de ámbito de la industria: IEEE
 - IEEE 802.3 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T (técnicas de señalización para transmisión en red local sobre medio de cobre UTP)
 - IEEE 802.3 10Base-FL, 100Base-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX (técnicas de señalización para transmisión en red local sobre medio de fibra óptica)
 - IEEE 802.3af Tele-alimentación de dispositivos de bajo consumo a través de red local sobre medio de cobre superpuestos sobre técnicas de señalización 10Base-T y 100Base-TX

3.1.3. Elementos funcionales básicos

Los elementos funcionales de un cableado estructurado genérico son los siguientes:

- **Distribuidor de Campus (DC)**

El elemento del que parten los distintos cables que conforman el cableado de campus.
- **Cable Troncal de Campus**

Es el conjunto de cables que se utilizan para conectar el distribuidor de campus y los distribuidores de edificios
- **Distribuidor de Edificio (DE)**

Elemento que sirve para interconectar el cableado distribuidor de campus con el cable distribuidor de edificio.
- **Cable Troncal de Edificio**

Es el conjunto de cables que se utilizan para efectuar la interconexión entre el distribuidor de edificio y los distribuidores de planta.
- **Distribuidor de Planta (DP)**

Elemento que sirve para efectuar la interconexión entre el cableado horizontal y el cableado vertical.

- **Cable Horizontal**

Comprende el conjunto de cables utilizados para proporcionar el enlace entre los distribuidores de planta y las tomas de usuario, en cada planta.

- **Punto de Transición (opcional) (PT)**

Punto de conexión en el subsistema de cableado horizontal entre un repartidor de planta y una toma de telecomunicaciones.

- **Toma de Acceso de Telecomunicaciones (TAT)**

Dispositivo de conexión fijo donde se termina el cable horizontal. Provee la interfaz con el cableado del área de trabajo.

3.1.4. Subsistema de Cableado

3.1.4.1 Subsistema del puesto de trabajo

Es el cableado visible que conecta los equipos deseados con las rosetas (TAT), este cableado no debe medir más de 3 metros, las cuales mediante la instalación de cableado estructurado conectan con el cableado horizontal.

No está destinada a ser una instalación fija, ya que posiblemente se requieran cambios de distribución con el tiempo.

3.1.4.2 Subsistema de Cableado Horizontal

Corresponde con la instalación que conecta el subsistema anteriormente definido con el distribuidor de planta correspondiente (DP). La longitud de cableado no debe superar los 90 metros (UTP) y los 150 metros (Fibra Óptica).

3.1.4.3 Subsistema de Cableado Troncal de Edificio

Conecta los diferentes distribuidores de planta (DP) con el distribuidor de edificio (DE), suele usarse Fibra Óptica, aunque si las distancias son cortas se puede usar UTP.

3.1.4.4 Subsistema de Cableado Troncal de Campus

Si existen varios edificios dentro del mismo proyecto este es el subsistema destinado a conectarlos, enlazaría los diferentes Distribuidores de Edificio con el Distribuidor de Campus, mediante Fibra Óptica.

3.1.5. Medios de transmisión

Los medios de transmisión son el canal para que el transmisor y el receptor puedan comunicarse y transferir información. Existen varios factores externos que inciden sobre el canal, como atenuación, ruido, interferencia, desvanecimiento y otros factores muy importantes que impiden que la señal sea propagada libremente por el medio. Todos estos factores son los que hay

que contrarrestar al momento de transmitir cualquier información al canal con ruido.

3.1.5.1 Medios guiados

- **Cable coaxial**

Este tipo de cable consiste de un conductor central fijo (axial) sobre un forro de material aislante, que después lleva una cubierta metálica en forma de malla como segundo conductor. La capa exterior evita que las señales de otros cables o que la radiación electromagnética afecte la información conducida por el cable coaxial.

- **Par balanceado**

El cable par balanceado está compuesto de conductores de cobre aislados por material plástico y trenzados en pares. Este trenzado ayuda a disminuir la diafonía, el ruido y la interferencia. El trenzado es en promedio de tres trenzas por pulgada. Para mejores resultados, el trenzado debe ser variado entre los diferentes pares.

- **Fibra óptica**

La fibra óptica es muy medio de comunicación que utiliza la luz confinada en una fibra de vidrio para transmitir grandes cantidades de información en el orden de GiB/s. Para transmitir los haces de luz se utiliza una fuente de luz como un LED o un diodo láser. En la parte receptora se utiliza un fotodiodo o fototransistor para detectar la luz emitida. También será necesario poner al final de cada extremo un conversor de luz (óptico) a señales eléctricas.

Debido a que el láser trabaja a frecuencias muy altas, la fibra óptica es casi inmune a la interferencia y el ruido.

3.1.6. Categoría de los materiales

3.1.6.1 Prestaciones del enlace en cable balanceado

Se denomina enlace al camino de transmisión entre dos interfaces de test. Los enlaces pueden verificarse bien como parte del trabajo de instalación o para detectar posibles fallos que se sospecha que tiene el cableado. El enlace incluye las conexiones en los extremos del enlace de cableado sometido a verificación.

Se denomina clase al grado de bondad que tiene un determinado enlace en función de sus características de transmisión. En la clase del enlace van a influir no solo la calidad de los materiales empleados, sino también el cumplimiento de unos procedimientos de instalación adecuados. Tenemos las siguientes clases:

Canal	Frecuencia Máxima	Impedancia normal
Clase A	100 KHz	100 ó 120 Ohmios
Clase B	1 MHz	100 ó 120 Ohmios
Clase C	16 MHz	100 ó 120 Ohmios
Clase D	100 MHz	100 Ohmios
Clase E	250 MHz	100 Ohmios
Clase F	600 MHz	100 Ohmios

Tabla 3.1 – Clases del enlace en cable balanceado

En función de los procedimientos de instalación las prestaciones del cableado pueden variar y por ello se hace necesario categorizarlas. A continuación se describen dichas prestaciones:

3.1.6.1.1 Pérdida de retorno

La variación de la impedancia de entrada de un canal se caracteriza mediante la pérdida de retorno. Este parámetro se aplica a las clases C, D, E y F. La pérdida debe estar entre los siguientes límites:

Frecuencia	Límites de pérdida de retorno			
	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
1 MHz	15 dB	17 dB	19 dB	19 dB
16 MHz	15 dB	17 dB	18 dB	18 dB
100 MHz	N/A	10 dB	12 dB	12 dB
250 MHz	N/A	N/A	8 dB	8 dB
600 MHz	N/A	N/A	N/A	8 dB

Tabla 3.2 – Pérdida de retorno

3.1.6.1.2 Atenuación

La atenuación para un determinado canal, medida como pérdida de inserción, no debe exceder:

Frecuencia	Atenuación máxima (dB)					
	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	16.0	5.5	N/A	N/A	N/A	N/A
1 MHz	N/A	5.8	4.2	4.0	4.0	4.0
16 MHz	N/A	N/A	14.4	9.1	8.3	8.1
100 MHz	N/A	N/A	N/A	24.0	21.7	20.8
250 MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	35.9	33.8
600 MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	54.6

Tabla 3.3 - Atenuación

3.1.6.1.3 Pérdida de paradiafonía

- **NEXT**

La pérdida de paradiafonía (NEXT) para un par balanceado debe cumplir los límites establecidos:

Frecuencia	NEXT mínimo (dB)					
	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	27.0	40.0	N/A	N/A	N/A	N/A
1 MHz	N/A	25.0	39.1	60.0	65.0	65.0
16 MHz	N/A	N/A	19.4	43.6	53.2	65.0
100 MHz	N/A	N/A	N/A	30.1	39.9	62.9
250 MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	33.1	56.9
600 MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	51.2

Tabla 3.4 - NEXT

- **PSNEXT**

Este parámetro se aplica a las clases D, E y F. Debe cumplir:

Frecuencia	PSNEXT mínimo (dB)		
	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	N/A	N/A	N/A
1 MHz	57.0	62.0	62.0
16 MHz	40.6	50.6	62.0
100 MHz	27.1	37.1	59.9
250 MHz	N/A	30.2	53.9
600 MHz	N/A	N/A	48.2

Tabla 3.5 - PSNEXT

3.1.6.1.4 Relación entre atenuación y pérdidas de diafonía

- **ACR**

Se calcula a partir del NEXT y la atenuación. Se aplica a las clases D, E y F. Debe cumplir los siguientes requisitos:

Frecuencia	ACR mínimo (dB)		
	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	N/A	N/A	N/A
1 MHz	56.0	61.0	61.0
16 MHz	34.5	44.9	56.9
100 MHz	6.1	18.2	42.1
250 MHz	N/A	-2.8	23.1
600 MHz	N/A	N/A	-3.4

Tabla 3.6 - ACR

- **PSACR**

Se calcula a partir del PSNEXT y la atenuación. Se aplica a las clases D, E y F. Debe cumplir los siguientes requisitos:

Frecuencia	PSACR mínimo (dB)		
	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	N/A	N/A	N/A

1 MHz	53.0	58.0	58.0
16 MHz	31.5	42.3	53.9
100 MHz	3.1	15.4	39.1
250 MHz	N/A	-5.8	20.1
600 MHz	N/A	N/A	-6.4

Tabla 3.7 - PSACR

3.1.6.1.5 ELFEXT

- **ELFEXT**

Se calcula a partir del NEXT y de la atenuación, se aplica a las clases D, E y F.

Frecuencia	ELFEXT mínimo (dB)		
	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	N/A	N/A	N/A
1 MHz	57.4	63.3	65.0
16 MHz	33.3	39.2	57.5
100 MHz	17.4	23.3	44.4
250 MHz	N/A	15.3	37.8
600 MHz	N/A	N/A	31.3

Tabla 3.8 - ELFEXT

- **PSELFEXT**

Se calcula a partir del PSNEXT y de la atenuación, se aplica a las clases D, E y F

Frecuencia	PSELFEXT mínimo (dB)		
	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	N/A	N/A	N/A
1 MHz	54.4	60.3	62.0
16 MHz	30.3	33.2	54.5
100 MHz	14.4	20.3	41.4
250 MHz	N/A	12.3	34.8
600 MHz	N/A	N/A	28.3

Tabla 3.9 - PSELFEXT

3.1.6.1.6 Resistencia de bucle en corriente continua

La resistencia de bucle en corriente continua de cada par del canal debe ser menor que los valores:

Resistencia en bucles de corriente continua máxima (Ω)					
Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
560	170	40	25	25	25

Tabla 3.10 – Resistencia de bucle en corriente continua

3.1.6.1.7 Asimetría resistiva en corriente continua

La asimetría resistiva en corriente continua entre los dos conductores en cada par del canal no debe superar el 3% para todas las clases.

3.1.6.1.8 Alimentación eléctrica en corriente continua

Las clases D, E y F deben soportar una corriente continua de 0.175 A por conductor para todas las temperaturas a las cuales se pretende utilizar el cableado.

3.1.6.1.9 Tensión de funcionamiento

Las clases D, E y F deben soportar una tensión continua de 72 V entre dos conductores para todas las temperaturas a las cuales se pretende utilizar el cableado.

3.1.6.1.10 Retardo de propagación

El retardo de propagación para cada par del canal debe ser:

Frecuencia	Retardo de propagación máximo (μ s)					
	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
0.1 MHz	20.000	5.000	N/A	N/A	N/A	N/A
1 MHz	N/A	5.00	0.580	0.580	0.580	0.580
16 MHz	N/A	N/A	0.553	0.553	0.553	0.553
100 MHz	N/A	N/A	N/A	0.548	0.548	0.548
250 MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	0.546	0.546
600 MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.545

Tabla 3.11 – Retardo de propagación

3.1.6.1.11 Retardo diferencial

Se aplica a las clases C, D, E y F y debe ser menor que:

Retardo diferencial máximo (μ s)			
Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
0.05	0.05	0.05	0.03

Tabla 3.12 – Retardo diferencial

3.1.6.1.12 Atenuación asimétrica

La atenuación asimétrica en extremo cercano debe satisfacerse mediante la elección adecuada de cables y conexiones, debe superar:

3.1.6.1.13 Atenuación de acoplamiento

La medida de la atenuación de acoplamiento para cableado instalado se encuentra en desarrollo

3.1.6.2 Prestaciones del enlace en fibra óptica

Para los cables de fibra óptica se especifican las siguientes clases:

Canal	Distancia nominal
Clase OF-300	300 m
Clase OF-500	500 m
Clase OF-2000	2000 m

Tabla 3.13 – Fibra óptica

- **Atenuación de canal**

La atenuación de canal no debe exceder los valores de la siguiente tabla, esto están basados en un margen de 1.5 dB para conexiones.

Clase	Atenuación de canal máxima (dB)			
	Multimodo		Monomodo	
	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
Clase OF-300	2.55	1.95	1.80	1.80
Clase OF-500	3.25	2.25	2.00	2.00
Clase OF-2000	850	4.50	3.50	3.50

Tabla 3.14 – Atenuación de canal

- **Retardo de propagación**

Para algunas aplicaciones, es importante conocer el retardo de los canales de fibra para asegurar el cumplimiento de los requisitos de retardo extremo a extremo en redes complejas. Por esta razón es importante conocer las longitudes de los canales de fibra óptica. Es posible calcular el retardo de propagación en base a las prestaciones del cable.

3.1.6.3 Categoría de los cables balanceados

- **Cableado de categoría 1**

El cableado de Categoría 1 se utiliza para comunicaciones telefónicas y no es adecuado para la transmisión de datos. Cable de telefonía o UTP.

- **Cableado de categoría 2**

El cableado de Categoría 2 puede transmitir datos a velocidades de hasta 4 Mbps. Cable UTP no protegido.

- **Cableado de categoría 3**

El cableado de Categoría 3 se utiliza en redes 10BaseT y puede transmitir datos a velocidades de hasta 10 Mbps. Se utilizan cables coaxiales, o UTP de menos de 100MHz, la distancia máxima entre repetidores es de 100m. Alcanza 16MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 4**

El cableado de Categoría 4 se utiliza en redes Token Ring y puede transmitir datos a velocidades de hasta 20 Mbps. Alcanza 20MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 5**

El cableado de Categoría 5 puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps, con una distancia entre

repetidores no mayor de 90 metros, cable UTP. Alcanza 100MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 5e**

El cableado de Categoría 5 puede transmitir datos a velocidades de hasta 165 Mbps, con una distancia entre repetidores no mayor de 90 metros, cable UTP. Alcanza 125MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 6**

El cableado de Categoría 6 puede transmitir datos a velocidades de hasta 1Gbps mediante cable UTP protegido o no. Alcanza 250MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 6a**

Es una ampliación de la categoría anterior pero que llega hasta 10Gbps (Equipos). Alcanza 550MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 7**

El cableado de Categoría 7 puede transmitir datos a velocidades de hasta 10Gbps con cable UTP protegido, la distancia máxima entre repetidores es de 100m. Es compatible tanto con conectores RJ-45 como con conectores TERA. Alcanza 600MHz de frecuencia.

- **Cableado de categoría 7a**

Es una ampliación de la categoría anterior con cable UTP apantallado, los conectores usados son IEC 60603-7-7 y IEC 10671-3-104. Alcanza 1000MHz de frecuencia.

3.1.6.4 Conectores de cables

Son aquellos elementos que nos hacen posible la unión entre determinado tipo de cable que transporta una señal y un equipo o accesorio que la envía o recibe. Nos facilitan la tarea de conectar y desconectar, permitiéndonos cambiar equipo o cableado rápidamente. Según el tipo de cableado utilizamos conectores diferentes.

- **Cable coaxial**

Existen diversos tipos "N", "BNC", "DNC", "SMA", "FME", "UHF" y "TNC".

- **Par balanceado**

El más utilizado es el conector "RJ-45" aunque también existen otros modelos como "RJ-49" ó "GG-45".

- **Fibra óptica**

Existen diversos tipos “D4”, “SC”, “SMA”, “ST”, “LC”, “MTP”, “MTRJ”, “VOLITION”, “E200”, “ESCON”, “FC”, “FDDI”, “BICONIC” y “APC”.

3.2. Introducción a las redes inalámbricas

3.2.1. ¿Por qué inalámbricas?

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas de la última década es la tecnología inalámbrica, poder transmitir información entre dos dispositivos sin que estén unidos por cable, utilizando el “aire”.

Hoy en día es una necesidad, cualquier empresa que quiera competir en tecnología, eficiencia, comodidad, etc. Necesita una instalación inalámbrica que complemente al cableado estructurado del edificio.

Uno de los temas más discutidos de esta tecnología, es su seguridad, dado que cualquier individuo con un dispositivo receptor adecuado puede captar la red, desde su origen los mecanismos de seguridad han ido avanzando, y podemos decir que las redes inalámbricas son seguras.

3.2.2. Tecnologías

En función del área de cobertura desde la que se conecta el usuario las redes inalámbricas se pueden clasificar en varios tipos, la siguiente tabla muestra las características principales de cada uno de ellos:

	PAN	LAN	MAN	WAN
Estándar	802.15 / 802.18	802.11 / 802.18	802.16 / 802.18	GSM / GPRS / UMTS / 802.20 / 802.18
Denominación / Certificación	Buletooth, zigbee	WiFi	WiMax	3G, 4G
Velocidad	721 kb/s	1-2-11-54 Mb/s	13-134 Mb/s	3.1-5 Mb/s
Frecuencia	2.4 GHz	Infrarrojos, 2.4 y 5 GHz	2-66 GHz	1.8-8 GHz
Rango	10-100 m	30-150m	1.6-96	Limitado por células (max. 35km por célula)
Técnica radio	FHSS	FHSS, DSSS, OFDM	OFDM	MIMO, OFDM
Roaming	No	Si	Si (802.16e)	Si

Tabla 3.15 – Topologías inalámbricas

Dadas nuestras necesidades (proporcionar cobertura de red a un edificio) la tecnología que mejor se ajusta es la Wireless LAN, dada sus más

que aceptable velocidad de transmisión y su rango de alcance, sin olvidar que necesitamos una tecnología que sea capaz de llevar a cabo roaming. El resto de tecnología no cumplen las expectativas de nuestro proyecto, o por el contrario el alcance es excesivo para un edificio.

3.2.3. Estándar 802.11

La siguiente tabla muestra las especificaciones del estándar en las que debemos basar nuestra elección, así como las características principales de cada una de ellas.

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz / 5 GHz
Técnica de modulación	OFDM	DSSS, CCK	OFDM, CCK, DSSS	OFDM
Velocidad	54 Mbps	1-11 Mbps	54 Mbps	450 Mbps
Ancho de banda del canal	1.25-20 MHz	25 MHz	20 MHz	20-40 MHz
Alcance	50m	100m	100m	250m
Descripción	8 canales no solapados. No ofrece QoS.	14 canales solapados	14 canales solapados. Compatible con 802.11b	Agrega tecnología MIMO para aumentar el rendimiento de las transmisiones

Tabla 3.16 – Estándar 802.11

3.2.4. Otras especificaciones del estándar

- **802.11ac**

Es una tecnología aun en desarrollo, se prevé su aparición en los siguientes años. Se espera que alcance un rendimiento muy bueno, del orden de 1 Gbps

- **802.11ad**

Al igual que el estándar anterior aun esta en desarrollo, esta tecnología será capaz de alcanzar los 7 Gbps, aunque habrá que esperar algunos años para que la norma este finalizada.

- **802.11c**

Este estándar indica que información se requiere para conectar dos redes entre sí. Se trata de una versión adaptada de 802.1d que facilita aspectos como la calidad del servicio y el filtrado de tramas. Únicamente afecta a los fabricantes de puntos de acceso.

- **802.11d**

Define los requisitos de nivel físico que garantizan el cumplimiento de las limitaciones regulatorias fuera de Europa, Japón y Estados Unidos. Se centra en el desarrollo de productos a 5GHz, puesto que es el que más varía entre países.

- **802.11e**
Contiene mecanismos de calidad de servicio que permiten priorizar diferentes tipos de tráfico, distintas ubicaciones geográficas o usuarios o departamentos.
- **802.11f**
Especifica un protocolo para el punto de acceso que proporciona la información necesaria para efectuar el roaming entre AP de diferentes vendedores.
- **802.11g**
Alcanza velocidades de 22 Mbps a 2.4 GHz. Puede coexistir con equipos 802.11b aunque con la desventaja de que solo podrá alcanzar 11 Mbps.
- **802.11h**
Proporciona mecanismos para la selección de frecuencia dinámica (DFS) y control de la potencia de transmisión (TPC), que deben ser empleados para satisfacer el reglamento europeo en la banda de 5 GHz.
- **802.11j**
El equivalente al 802.11 para Japón.
- **802.11i**
Ampliación de los mecanismos de seguridad originales del estándar (WEP) para asegurar la autenticación de los usuarios y el cifrado de la información.
- **802.11k**
Es un intento de unificar el modo en los estándares a, b y g, miden las condiciones del entorno radioeléctrico y de la red y las envían a otra parte de la pila de protocolos. Resulta útil en aplicaciones de gestión de red, detectando fallos y otras operaciones de mantenimiento.
- **802.11m**
Consiste en un conjunto de normas de mantenimiento del estándar 802.11 relacionadas con la redacción, correcciones, mejoras, aclaraciones e interpretaciones de la documentación del mismo.
- **802.1X**

Es un mecanismo de autenticación a nivel de puerto. La especificación describe la interacción entre las tres entidades que forman cualquier sistema de autenticación: la parte que se debe autenticar (suplicant), la que aprueba o deniega el acceso (authenticator) y un servidor de autenticación ubicado en un equipo separado o junto con el authenticator. El algoritmo de autenticación se deja totalmente abierto.

3.2.5. WiFi Alliance: Certificados

Wi-Fi es una marca registrada de Wi-Fi Alliance, una asociación corporativa que se ocupa de garantizar la compatibilidad entre dispositivos de distintos fabricantes que se basan en el estándar IEEE 802.11. Los dispositivos son sometidos a rigurosas pruebas, no solo sobre las frecuencias de radio o la interoperabilidad entre dispositivos, también debe poseer protocolos de seguridad, y opcionalmente protocolos para la gestión de servicios y energía. Los dispositivos que cumplen todos estos requisitos obtienen el Certificado y por lo tanto poseen el logotipo correspondiente, donde se pueden observar los distintos estándares.



Imagen 3.1 – Certificado WiFi

3.2.6. Arquitectura

En la siguiente tabla se muestran las diferentes arquitecturas básicas que se pueden implementar mediante dispositivos inalámbricos de una red WLAN.

	IBSS	BSS	ESS
Descripción	Varios dispositivos conectados entre sí.	Dispositivos conectados a un AP.	Varios AP conectados dan servicio a los dispositivos.
Punto de acceso	No	Si	Si
Rango	Limitado a la tarjeta de red de cada equipo.	El del punto de acceso.	El que alcancen todos los puntos de acceso.

Identificación	SSID (32 caracteres)	BSSID (48bits)	SSID (32 caracteres)
----------------	----------------------	----------------	----------------------

Tabla 3.17 – Arquitectura WLAN

3.2.7. Áreas de servicio

Se define como el área total cubierta por los distintos dispositivos que componen la red, los dispositivos fuera de ese área no tendrán acceso.

- **BSA** (Basic Service Area): El área física de cobertura de un punto de acceso en un BSS. Esta área depende de la potencia de salida del AP, tipo de antena, el entorno físico en el que se encuentra. Es el patrón de cobertura actual.
- **ESA** (Extended Service Area): El área física de cobertura de los puntos de acceso que forman un ESS. Esta área depende de la cantidad de AP que forman la ESS, la potencia de salida de cada uno, tipo de antena, el entorno físico en el que se encuentra.

3.2.8. Modos de trabajo

Dentro de una red WLAN, los dispositivos conectados pueden intercambiar información con diferentes métodos.

- **Ad-Hoc**: Los equipos se conectan entre sí utilizando sus tarjetas de red, sin la intervención de un AP que controle el tráfico de información.
- **Infraestructura**: Los equipos se conectan a través de un AP, o en el caso de una ESS a través de varios AP, para intercambiar información.

3.2.9. Topologías

Con los conceptos definidos anteriormente, podemos componer diferentes topologías para trabajar en una WLAN.

Nº AP	Arquitectura	Modo de trabajo	Tipo de área
0	IBSS	Ad-Hoc	-
1	BSS	Infraestructura	BSA
Más	ESS	Infraestructura	ESA

Tabla 3.18 – Topologías WLAN

3.2.10. Operativa inalámbrica

3.2.10.1 Estación oculta

Estación oculta se denomina cuando varios dispositivos están conectados a un AP, pero con una distancia entre sí mayor que el alcance de su tarjeta de red. Esto provoca que si un dispositivo

quiere enviar información, encontrara el canal vacío y transmitirá, pudiendo coincidir con alguna transmisión de otro dispositivo.

Para solucionar esto se utiliza el protocolo RTS/CTS, que consiste en que cada vez que el terminal detecta el canal vacío, envía una trama RTS al AP, indicándole que desea transmitir y, entre otros datos, cuanto tiempo (en bytes) durará esa transmisión. Si en terminal destino está en condiciones de recibir la información, responderá con una trama CTS repitiendo así mismo la información que indica cuánto tiempo durará la transmisión. Con este intercambio, se consigue que el canal quede reservado y los demás equipos sepan que han de esperar al menos el tiempo que se indica en las tramas RTS y CTS para poder transmitir ellos, y puesto que tanto emisor como receptor transmiten la información, todos aquellos sistemas que pudieran interferir con esa transmisión recibirán la trama RTS, la CTS o ambas. El uso de estas tramas es opcional, debe ser el administrador el que acceda al AP para activar o desactivar esta funcionalidad.

3.2.10.2 SSID y BSSID

A la hora de comenzar la comunicación con un AP, de alguna forma debemos identificarnos, tanto nuestro dispositivo como el AP, existen las diferentes opciones.

- El **SSID** (Service Set Identifier): es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica para identificarlos como parte de esa red. El código consiste en un máximo de 32 caracteres que la mayoría de las veces son alfanuméricos (aunque el estándar no lo especifica, así que puede consistir en cualquier carácter). Todos los dispositivos inalámbricos que intentan comunicarse entre sí deben compartir el mismo SSID.
- **BSSID** (Basic Service Set Identifier): se trata de la dirección MAC del Access Point al que nos conectamos.

3.2.10.3 Mapa de frecuencias. Canales

El estándar 802.11 define una serie de canales para la utilización de sistemas WiFi (el nº de canales varía según el país). El problema es que los canales no son independientes (Un canal se superpone y produce interferencias hasta un canal a 4 canales de distancia). Esto ocurre debido a que el ancho de banda de la señal (22MHz) es superior a la separación entre canales consecutivos (5MHz), por eso se hace necesaria una separación de al menos 5 canales con el fin de

evitar interferencia, estos 5 canales sumarian un total de 25Mhz, mayor que el ancho de banda de la señal.

La elección del canal en el que va a emitir un AP es llevada a cabo por el administrador, pudiendo cambiar este sin que esto afecte a los usuarios.

Nº Canal	Frecuencia en MHz	Países				
		América	Europa	Israel	China	Japón
1	2412	X	X	X	X	X
2	2417	X	X	X	X	X
3	2422	X	X	X	X	X
4	2427	X	X	X	X	X
5	2432	X	X	X	X	X
6	2437	X	X	X	X	X
7	2442	X	X	X	X	X
8	2447	X	X	X	X	X
9	2452	X	X	X	X	X
10	2457	X	X	-	X	X
11	2462	X	X	-	X	X
12	2467	-	X	-	-	X
13	2472	-	X	-	-	X
14	2484	-	-	-	-	X

Tabla 3.19 – Canales WIFI

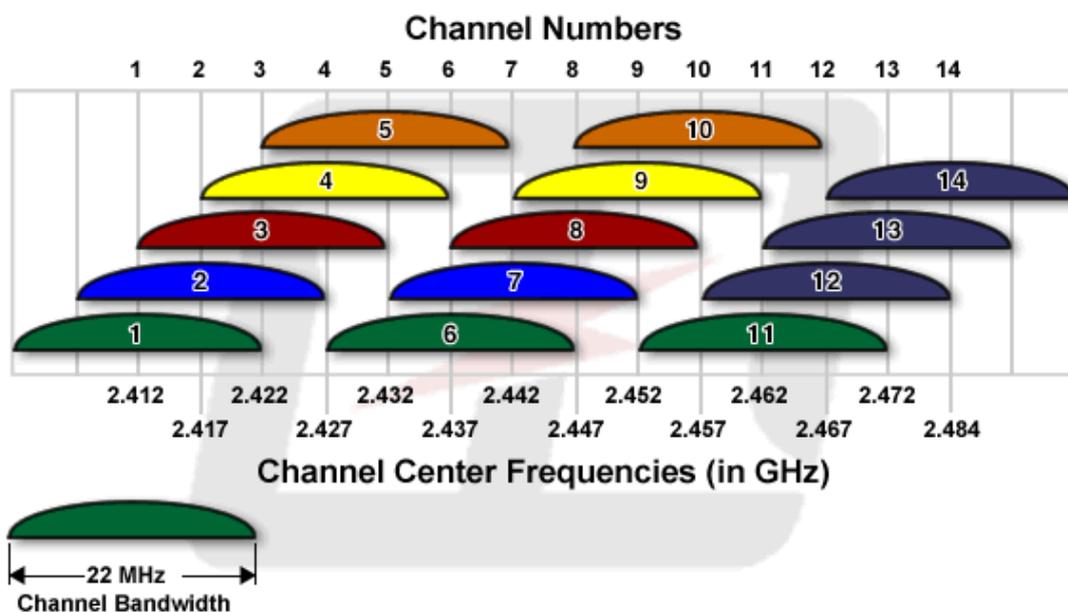


Imagen 3.2 – Canales WIFI

3.2.11. Seguridad

La seguridad es uno de los puntos más importantes de una WLAN, sin una seguridad adecuada cualquier persona con conocimientos sobre el campo y los dispositivos adecuados podría introducirse en la red,

pudiendo afectar esto de muy diferentes maneras a nuestro sistema. Los ataques más comunes se pueden clasificar en:

- **Ataques pasivos:** Son difíciles de detectar, lo más efectivo es tomar medidas preventivas.
 - **Escucha (eavesdropping):** El “intruso” monitorea las transmisiones para descubrir su contenido, capturar información tales como horario y rutinas del sujeto, SSID, contraseñas, direcciones MAC, etc.
- **Ataques activos:** Al contrario que el anterior, son fáciles de detectar (en su mayoría) y cuando se detectan el daño puede estar hecho.
 - **Captura de canales (hijacking):** el intruso puede hacerse con un canal que desde ese momento ya no estará disponible para los usuarios originales de la red. Otra posibilidad es que un AP ajeno logre conectarse a la red para que se le envíe información reservada. Es un ataque activo.
 - **Ataques DoS (Denial of Service):** son aquellos en los que el intruso consigue que los usuarios autorizados no puedan conectarse a la red. Por ejemplo crear gran cantidad de interferencias.
 - **Suplantación de identidad:** el intruso se hace pasar por un usuario autorizado. Suele incluir alguna de las otras formas de ataque activo.
 - **Reactuación:** uno o varios mensajes legítimos son capturados y repetidos para producir un efecto no deseado.
 - **Modificación de mensajes:** una porción del mensaje legítimo es alterada, o los mensajes son retardados o reordenados, para producir un efecto no autorizado.

Los mecanismos de seguridad se definen en el estándar 802.11, se pueden clasificar en dos grupos: cifrado y autenticación.

3.2.11.1 Cifrado

Las tramas se pueden cifrar utilizando tres algoritmos diferentes:

- **RC4:** Trabaja con longitud variable de hasta 256 Bytes. Al ser simétrico la clave debe ser compartida por los 2 extremos de la comunicación. Existe un vector de inicialización (IV, Initialization Vector) que se adjunta a la clave antes de encriptar los datos. Este IV consta de 24 bits cuyo valor se aconseja cambiar en cada trama (aunque no lo obliga el estándar).
- **TKIP (Temporal Key Integrity Protocol):** El proceso de TKIP comienza con una clave temporal de 128 bits que es compartida

entre los clientes y los puntos de acceso. Combina la clave temporal con la dirección MAC del cliente. Luego agrega un vector de inicialización de 48 bits, para producir la clave que cifrará los datos.

- **AES (Advanced Encryption Standard):** El proceso AES está basado en el algoritmo Tjndael, aunque no es exactamente igual. Sigue un esquema de cifrado por bloques (de 4x4 bytes), basado en sustitución-permutación. Las claves tienen una longitud variable de 128, 192 y 256 bits. Cada tamaño de la clave hace que el algoritmo sea ligeramente diferente, por lo que al aumentar el tamaño, no solo ofrece más bits, sino que también aumenta la complejidad del cifrado

3.2.11.2 Autenticación

- **WEP estática:** puede utilizar dos métodos de autenticación:
 - **Autenticación abierta:** permite el acceso de cualquier dispositivo que se identifique y que proporcione el SSID correcto. El dispositivo solo podrá intercambiar datos con el AP si dispone de la clave WEP.
 - **Autenticación compartida:** El dispositivo envía una solicitud de acceso al AP, este le envía una trama sin cifrar y a continuación el dispositivo debe cifrar la trama con la clave WEP y reenviárselo al AP. Este proceso no se considera seguro.
- **WEP dinámica:** las claves WEP cambian de forma dinámica. Cada cliente utiliza dos claves: una de asignación y una predeterminada. La clave de asignación se comparte entre el cliente y el punto de acceso, y protege las tramas unidifusión. La clave predeterminada es compartida por todos los clientes para proteger las tramas de difusión y multidifusión. WEP de clave dinámica ofrece ventajas significativas sobre las soluciones de WEP con clave estática. La más importante se refiere a que reduce el ámbito de cada clave. Las claves se utilizan con menos frecuencia y se reduce el compromiso de la clave utilizándola para proteger menos tráfico.
- **801.X + EAP:** 802.1x es un mecanismo de autenticación a nivel de puerto. Consta de tres partes: un suplicante, un autenticador y un servidor de autenticación. El suplicante es el dispositivo que desea conectarse a la red, el autenticador en ese caso sería el punto de acceso y el servidor de autenticación

ubicado junto al autenticador o separado, ejecuta los protocolos correspondientes de AAA (Authentication, Authorization and Accounting) y EAP (Protocolo de autenticación extensible).

La expresión protocolo AAA no se refiere pues a un protocolo en particular, sino a una familia de protocolos que ofrecen los tres servicios citados. Uno de ellos es RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server), este protocolo utiliza el puerto 1812 UDP para establecer las conexiones. El servidor RADIUS recibe la autenticación enviada por el suplicante, y comprueba su veracidad. Si es aceptado el servidor autorizara el acceso al sistema le asignara recursos de red como una dirección IP.

El uso de RADIUS se puede complementar añadiendo EAP, este protocolo lleva a cabo una identificación mutua de los sistemas, tanto del AP como del dispositivo que desea conectarse, una vez identificados acuerdan una clave que será única para esa sesión de ese dispositivo. Algunos protocolos EAP son:

- **EAP-TLS** (Transport Layer Security): Este protocolo emplea certificados digitales tanto como para el servidor como para el dispositivo. El servidor envía su certificado al dispositivo, este último lo valida y le envía al servidor el suyo. Si ambos verifican los certificados se envía un mensaje EAP-Success y acuerdan una clave WEP.
- **PEAP** (Protected EAP): Este protocolo utiliza varios métodos sobre túnel seguro TLS para autenticar del dispositivo, y un certificado digital para la autenticación del servidor. El servidor envía su certificado al dispositivo para que lo valide, si lo hace, se crea un túnel seguro TLS cifrado entre ambos. El dispositivo envía su certificado para que el servidor lo verifique, este empleara algún otro tipo de EAP para ello, por ejemplo OPT (One Time Password). Y a continuación acuerdan una clave
- **WPA 1.0** (Wifi Protect Access):
 - **WPA-Personal**: utiliza TKIP para la gestión de las claves dinámicas incluyendo el vector de inicialización. En general WPA es TKIP con 8021X. Por lo demás WPA funciona de una manera parecida a WEP pero utilizando claves dinámicas, utiliza el algoritmo RC4 para generar un flujo

de bits que se utilizan para cifrar con XOR y su vector de inicialización (IV) es de 48 bits.

- **WPA-Enterprise ó WPA-PSK** (PreShared Key): usa una clave de acceso de una longitud de 128 bits, que es compartida por todos los dispositivos conectados a la red. La información es cifrada con el algoritmo RC4, con la clave y el IV de 48 bits.
- **WPA 2.0:** es una evolución de WPA, incluye el estándar 802.11i y sustituye el algoritmo de cifrado por AES. Al igual que antes podemos encontrar WPA2-Personal, que utiliza una clave compartida. Y WPA2-Enterprise, basado en el 802.1X/EAP.

3.2.12. Otros aspectos de la seguridad

3.2.12.1 Ocultamiento del SSID: el punto de acceso no difundirá el SSID de manera que los dispositivos fuera de la red “no la vean”. Este sistema solamente es útil con usuarios con pocos conocimientos del campo.

3.2.12.2 Filtrado de MAC: el punto de acceso tiene un listado de los dispositivos (almacena las MAC) que están autorizados a conectarse a la red, de esta manera el punto de acceso controla quiénes son los que se están conectando y permite, o no, su ingreso al sistema.

3.2.12.3 Disminución de la potencia en los límites exteriores del área de cobertura: podemos emplear dos métodos para delimitar el área de cobertura de un AP: una opción es instalar AP con antenas sectoriales en los extremos de la red, de manera que no irradian hacia fuera del edificio. Y otra opción (aunque menos utilizada) es forrar las paredes con papel de aluminio, que impide el paso de las ondas.

3.2.13. Características a tener en cuenta para seleccionar AP

- **Administración de redes integradas:** El soporte de SNMP y de syslog para interactuar con la administración de la red actual es esencial. También se necesita una administración web funcional o desde línea de comandos.
- **Seguridad del sistema:** Debe ser posible restringir el acceso al sistema de administración del AP a una lista de usuarios. La seguridad debe adaptarse a los requisitos necesarios para asegurar la privacidad de los datos. Siendo necesario actualizarla conforme avanzan las tecnologías.

- **Filtrado:** para controlar el uso de protocolos específicos a través del AP. También deben existir controles para el envío y filtrado de paquetes de unidifusión y multidifusión.
- **Firmware:** debe ser actualizable y debe soportar la copia y restablecimiento de una configuración.
- **Asignación de reserva o en espera:** esta propiedad permite al AP trabajar como una copia de seguridad de otro AP, con el objetivo de proporcionar una conectividad ilimitada.
- **Modo universal para los viajeros internacionales:** la regulación de las frecuencias cambia según los países. Esta función permite que cualquier usuario pueda conectarse en otro país utilizando el modo universal, cambiando este modo la configuración automáticamente.
- **Equilibrado de cargas:** Esta característica conecta directamente los dispositivos con el AP que le ofrezca mejor ejercicio basándose en la cantidad de usuarios, la tasa de error por bit, ancho de banda de radio disponible y fuerza de la señal.

3.2.14. Ubicación de los Puntos de Acceso

La determinación de la ubicación de la red de productos inalámbricos puede verse influenciada por una gran cantidad de factores. Por lo que para determinar su ubicación utilizaremos diferentes herramientas que nos permitan garantizar el acceso a la red desde cualquier punto del edificio.

3.2.14.1 Herramientas de estudio de sitio

A causa de las diferencias en la configuración, ubicación y entorno físico de los componentes, cada aplicación de la red es una instalación única. Antes de instalar el sistema, deberá llevarse a cabo un estudio del sitio para determinar la ubicación óptima de los puntos de acceso. Esto se lleva a cabo para maximizar el alcance, la cobertura y así disminuir los gastos.

3.2.14.2 Herramientas de prueba de enlace

La herramienta de prueba del enlace se utiliza para determinar la cobertura RF. Los resultados de las pruebas pueden ayudar al instalador a eliminar áreas de bajos niveles de la señal RF o zonas de solapamiento entre diferentes AP.

Estas herramientas suelen estar combinadas en una, para facilitar su uso. A continuación vamos a analizar algunas de ellas:

- **Ekahau Heat Mapper:** esta aplicación es gratuita, para su utilización solo necesita de un PC con capacidad de trabajar con redes inalámbricas. Una vez en funcionamiento, el software capta todas las redes dentro de su alcance y sus características:
 - Potencia de la señal

- Canal en el que emiten
- Especificación del estándar que cumple
- Tipo de seguridad
- MAC
- SSID

Esta herramienta nos permite cargar un plano, y establecer la ruta que vamos siguiendo sobre el edificio. De esta manera una vez hayamos recorrido toda la zona a estudiar, tendremos un mapa que nos dirá la calidad de la señal en toda el área recorrida.

Esta aplicación una versión gratuita de la herramienta **Ekahau Site Survey**. Con más especificaciones y de pago.

- **Wifi Hopper:** es una herramienta que combina el descubrimiento de red y el manejo de conexiones de redes. Es capaz de conectarse a la red con perfiles de red editables. Detecta múltiples características de las redes:
 - Tipo de seguridad
 - SSID
 - Velocidad máxima
 - Frecuencia y canal
 - Modo de trabajo
 - Especificación del estándar que cumple
 - Potencia de la señal
 - Marca y modelo del AP

En conclusión, en cuanto a características captadas es tan eficiente como la herramienta anterior, o incluso más completa. Pero carece de la posibilidad de cargar un mapa y hacer un plano físico de la red. Puede ocasionar problemas de compatibilidad con Windows 7.

- **NetStumbler:** esta herramienta nos permite llevar a cabo el descubrimiento de las redes dentro de nuestro alcance. Proporcionándonos la siguiente información:
 - MAC
 - SSID
 - Nombre del AP (solo Orinoco o Cisco)
 - Canal
 - Velocidad
 - Fabricante
 - Modo de trabajo
 - Tipo de seguridad
 - Potencia de la señal
 - Ruido

Como podemos observar, la información que proporciona es muy completa. Pero carece de la capacidad de cargar un plano al igual que la anterior. Puede presentar problemas de compatibilidad con tarjetas de red recientes.

3.3. Redes Jerárquicas

3.3.1. Distribución en capas

Una red jerárquica se administra y expande con mayor facilidad y los problemas se resuelven más rápido. Su diseño implica la división en capas independientes, cada una de las cuales realiza unas tareas específicas. Esta división facilita la escalabilidad y el rendimiento.

- **Capa de acceso**

Esta capa realiza la interface con los dispositivos finales que se conectan a la red. Su objetivo principal es controlar que dispositivos pueden conectarse a la red.

- **Capa de distribución**

Esta capa incorpora los datos recibidos de la capa de acceso antes de que se transmitan para su enrutamiento hacia el destino final. Controla el flujo de tráfico por la red mediante la utilización de políticas y trazas de dominios broadcast al realizar el enrutamiento entre las distintas VLAN definidas en la capa de acceso. Las VLAN permiten separar el tráfico en subredes de manera que sean invisibles entre ellas.

- **Capa núcleo**

Es vital para la interconectividad de los dispositivos de la capa de distribución, el núcleo debe ser disponible y redundante. Debe poder enviar grandes cantidades de información rápidamente para poder incorporar el tráfico de todos los dispositivos de la capa de distribución.

3.3.2. Ventajas de una red jerárquica

- **Escalabilidad:** la modularidad del diseño de capas permite una fácil escalabilidad. Resulta fácil planificar e implementar la expansión debido a que cada instancia de un módulo es consistente.
- **Redundancia:** permite aumentar la disponibilidad del núcleo y asegurarnos que ante un posible fallo en un switch, existe otro camino alternativo. Cada switch de la capa de acceso se conecta con dos switch de la capa de distribución, y cada uno de estos con dos o más switch de la capa de núcleo.
- **Rendimiento:** el rendimiento aumenta evitando la utilización de switches de bajo rendimiento. Las capas de núcleo y de distribución realizan sus operaciones a velocidades muy altas y no existe contención para el ancho de banda, por lo que se logran casi la velocidad de cable entre todos los dispositivos de la red.

- **Seguridad:** se pueden configurar los switch de la capa de acceso para controlar que dispositivos se conectan a la red. También es posible aplicar políticas de control de acceso en la capa de distribución.
- **Facilidad de administración:** la distribución en capas simplifica la administración de la red. A la hora de realizar alguna modificación en la funcionalidad o añadir un switch, basta con aplicar la nueva configuración o funcionalidad en los switch que sea necesario.
- **Capacidad de mantenimiento:** la modularidad de una red jerárquica facilita su escalabilidad y esto conlleva que sea más fácil de mantener.

3.3.3. Principio de diseño de redes jerárquicas

- **Diámetro de la red:** es el número de dispositivos por los que pasa un paquete hasta alcanzar su destino. Un diámetro bajo asegura una latencia baja y predecible.
- **Agregado de ancho de banda:** es la práctica de considerar los requisitos de ancho de banda específicos de cada parte de la jerarquía. Una vez conocidos estos requisitos se pueden agregar los enlaces entre switch específicos. Esta práctica recibe el nombre de agregado de enlaces y permite lograr un rendimiento mayor.
- **Redundancia:** es imprescindible en una red con alta disponibilidad. Se puede proveer de diferentes maneras, duplicando los enlaces entre dispositivos o duplicando los propios dispositivos. La implementación de la redundancia puede ser costosa

3.3.4. Consideraciones para un switch de red jerárquica

- **Análisis del flujo de tráfico:** es un proceso para medir el uso del ancho de banda en una red con el fin de ajustar el rendimiento, planificación de la capacidad y toma de decisiones con respecto a las mejoras del hardware. Para llevar a cabo este proceso se utiliza software de análisis de flujo de tráfico. El tráfico de la red se puede definir como la cantidad de datos enviados durante un cierto período de tiempo. Mediante el análisis de los orígenes del tráfico y su influencia en la red se realizan ajustes más exactos.
- **Herramientas de análisis:** la mayoría de las herramientas de análisis de flujo de tráfico registran automáticamente los datos de flujo de tráfico en una base de datos y realizan un análisis de tendencias. En cambio, para redes mayores las soluciones del conjunto del software constituyen el único método eficaz para realizar el análisis de flujo de tráfico.
- **Análisis de las comunidades de usuarios:** es un proceso para identificar los distintos grupos de usuarios y su influencia en el rendimiento de la

red. Esta agrupación de los usuarios afecta los aspectos relacionados con la densidad de puerto y con el flujo de tráfico, que están relacionados con la selección de los switches de la red.

- **Crecimiento futuro:** Un plan de redes sólido debe incluir la tasa de crecimiento del personal para los próximos cinco años, y anticiparse así a las posibles expansiones necesarias. Mediante la medición del tráfico de la red y sus distintos orígenes, se puede prever el efecto de crecimientos de usuario en una cierta comunidad. La ubicación de las distintas comunidades influye en la ubicación de los almacenes de datos y los servidores centrales, pues al ubicarlos cerca de donde son utilizados conseguiremos disminuir el diámetro de la red.
- **Análisis de los medios de almacenamiento de datos y de los servidores de datos:** A la hora de considerar el tráfico para los medios de almacenamiento y los servidores de datos, debemos tener en cuenta tanto el tráfico según el modelo cliente-servidor como servidor y servidor. El tráfico entre el cliente y el servidor es el tráfico generado cuando el dispositivo de un cliente accede a los datos de los medios de almacenamiento o de los servidores de datos. El tráfico entre servidor y servidor es el tráfico generado entre los dispositivos de almacenamiento de datos en la red, los cuales generan volúmenes muy altos de tráfico.

Los medios de almacenamiento y los servidores de datos habitualmente se ubican en un centro de datos. Este centro es una zona segura del edificio. Un dispositivo puede ubicarse físicamente en el centro de datos pero puede representarse en una ubicación totalmente diferente en la topología lógica. Los switches instalados en un centro de datos deben ser de alto rendimiento

- **Diagramas de topología:** es una representación gráfica de la infraestructura de una red en la que se muestra cómo se interconectan todos los switches e incluye detalles de qué puerto del switch interconecta los dispositivos. Indica cuántos switches están en uso en su red y su configuración. También pueden contener información sobre las densidades de los dispositivos y las comunidades de usuarios. Ayuda a identificar los posibles cuellos de botella.

3.3.5. Características de un switch

Factores de forma:

- **Switch de configuración fija:** como su nombre indica, tiene una configuración fija a la cual no se pueden agregar características u opciones nuevas.

- **Switch modulares:** ofrecen más flexibilidad en su configuración. Vienen con chasis de diferentes tamaños que permiten la instalación de diferentes números de tarjetas de líneas modulares. Estas tarjetas son las que contienen los puertos
- **Switch apilables:** como su nombre indica se pueden “apilar” unos encima de otros para trabajar como un único switch grande. Se conectan mediante un cable especial del blackpanel que proporciona rendimiento de ancho de banda entre ellos.

Características comunes:

- **Rendimiento:** Cuando se selecciona un switch para las capas de acceso, de distribución y núcleo, se debe considerar la capacidad del switch para admitir los requerimientos de densidad de puerto, tasas de envío y agregado de ancho de banda de la red.
- **Densidad de puerto:** es el número de puertos disponibles en un switch único. Las altas densidades de puerto permiten un mejor uso del espacio y de energía. Los switches modulares son capaces de alcanzar densidades de puerto muy altas mediante el agregado de tarjetas de línea de puerto de switch múltiples.
- **Velocidad de envío:** la capacidad de procesamiento de un switch se mide mediante la estimación de la cantidad de datos que puede procesar por segundo.
- **Agregado de enlaces:** ayuda a reducir estos cuellos de botella del tráfico al permitir la unión de puertos de switch para las comunicaciones de datos.
- **Power over Ethernet (PoE):** permite que el switch suministre energía a un dispositivo por el cableado de Ethernet existente, por lo que permite mayor flexibilidad al instalar los puntos de acceso inalámbricos.

3.3.6. Características de un switch en una red jerárquica

- **Switch en la capa de acceso:** facilitan la conexión de los dispositivos finales a la red. Las características más destacables que deben tener son: seguridad de puerto, capacidad para establecer distintas VLAN, una buena velocidad de puerto, proveer PoE a los dispositivos que lo requieran, agregado de enlaces y si la red admite tráfico de datos, voz y video necesita administrar QoS para mantener la prioridad de tráfico.
- **Switch en la capa de distribución:** recopilan los datos de los switches de la capa de acceso y los envían a la capa de núcleo. Proporcionan funciones de enrutamiento entre las distintas VLAN. Este enrutamiento se produce en esta capa porque los switches tienen más capacidad de

procesamiento que los de la capa de acceso, y reducen la carga de trabajo de los switches de la capa núcleo.

- **Políticas de seguridad:** Se utilizan listas de acceso para controlar cómo fluye el tráfico a través de la red. Una Lista de control de acceso (ACL) permite que el switch impida ciertos tipos de tráfico y autorice otros. También permiten controlar qué dispositivos de red pueden comunicarse en la red.
- **Calidad de servicio:** Para poder garantizar la calidad del servicio los switches de la capa de distribución deben cumplir algunas características: administrar políticas de prioridad para asegurar que el ancho de banda utilizado en las comunicaciones audio y video es el adecuado, deben admitir redundancia para asegurar una disponibilidad adecuada. Normalmente los switches se implementan en pares, también se recomienda que admitan varias fuentes de energía con la posibilidad de intercambiarlas en caliente.
- **Switch en la capa de núcleo:** deben ser capaces de manejar tasas de envío muy elevadas.
- **Agregado de enlaces:** deben admitir agregado de enlaces para asegurar el ancho de banda adecuado que llega al núcleo proveniente de los switches de capa de distribución.
- **Redundancia:** La disponibilidad de la capa núcleo es esencial para crear tanta redundancia como se pueda. QoS también es una parte importante de los servicios prestados por los switches de capa núcleo.

3.4. Especificaciones IEEE 802.3 Ethernet

3.4.1. Redes Ethernet a 10 Mbps

- **10BASE5:** también conocido como Ethernet grueso, se estandarizó en 1983. Utiliza una topología en bus mediante cable coaxial de 50 ohmios y señalización digital Manchester. La longitud máxima del cableado es de 500 metros, pero con la utilización de repetidores (hasta un máximo de 4) podemos alcanzar los 2500 metros. Tiene una alta inmunidad a las interferencias.
- **10BASE2:** es similar a 10BASE5 pero utilizando un cable coaxial más fino, lo que proporciona más flexibilidad y que el coste sea menor. La longitud máxima de cada segmento es de 185 metros, pudiendo usar repetidores como anteriormente.
- **10BASE-T:** recogido en el 802.3i en 1990, define la utilización de par trenzado para distancias cortas dado su bajo coste. La longitud máxima permitida es de 100 metros, para distancias mayores debemos utilizar fibra óptica. Plantea una topología en estrella, y requiere que cada

máquina este conectada a un hub o concentrador. Para estas conexiones se utiliza un puerto RJ-45.

- **10BASE-F:** estandarizado en 1993 en el 802.3j, define la utilización de fibra óptica y contiene tres especificaciones: una topología en estrella para interconectar estaciones y repetidores con segmentos de hasta 1 km, un enlace punto a punto para interconectar estaciones o repetidores separados hasta 2 km y un enlace punto a punto para interconectar repetidores separados hasta 2 km.

3.4.2. Redes Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet)

- **100BASE-X:** estandarizado en 1995 en el 802.3u, alcanza los 100 Mbps en un solo sentido utilizando un único enlace. Para lograr esto, el esquema de codificación utilizado se denomina 4B/5B-NRZI.

Existen dos especificaciones:

- 100BASE-TX: utiliza dos pares del par centrado, tanto STP como UTP de categoría 5.
- 100BASE-FX: utiliza dos filamentos de fibra óptica multinodo, uno para transmitir y otro para recibir. La longitud máxima permitida oscila entre los 400 y los 2000 metros.
- **100BASE-T4:** estandarizado en 1995 en el 802.3u, alcanza los 100 Mbps utilizando par trenzado UDP de categoría 3, 4 ó 5. Fue desarrollado con la idea de reutilizar instalaciones existentes en los edificios. Para alcanzar los 100 Mbps utilizar tres pares del par trenzado para transmitir y otros tres para recibir, por lo que habrá que configurar dos de los pares para que trabajen en ambos sentidos.
- **Funcionamiento full-duplex:** desarrollado en 1997 y estandarizado en el 802.3x, permite que una estación pueda transmitir y recibir información simultáneamente, teóricamente esto permite duplicar la velocidad de conexión. Para poder utilizar este modo de funcionamiento las estaciones deben tener tarjetas adaptadoras full-duplex, y en el centro de la topología de estrella debe existir un concentrador conmutado. Con estas medidas desaparece la posibilidad de colisiones por lo que el algoritmo CSMA/CD no detectará ninguna.

3.4.3. Redes Ethernet a 1 Gbps (Gigabit Ethernet)

Se empieza a investigar a finales de 1995, un grupo trabajo del IEEE 802.3 cuyo objetivo es alcanzar la velocidad de Gbps.

3.4.3.1 Capa de acceso al medio

En esta especificación se han introducido mejoras respecto al esquema CSMA/CD básico:

- **Extensión de la portadora:** se añaden símbolos al final de una trama MAC corta, con el objetivo de que tenga una duración similar a 4096 bits, con esto conseguimos que el tiempo de transmisión de la trama sea mayor que el tiempo de propagación a 1 Gbps.
- **Ráfagas de tramas:** permite la transmisión continuada de varias tramas cortas (hasta un límite). Con estas ráfagas evitamos la redundancia y el gasto de la extensión de la portadora.

3.4.3.2 Capa física

- **1000BASE-SX:** incluido en el 802.3z en 1998. Proporciona enlaces dúplex de 275 m usando fibras multimodo de 62.5 μm o hasta 550 con fibras multimodo de 50 μm .
- **1000BASE-LX:** incluido en el 802.3z en 1998. Proporciona enlaces dúplex de 550 m con fibras multimodo de 62.5 ó 50 μm . Y 5 km con fibras multimodo de 10 μm .
- **1000BASE-CX:** incluido en el 802.3z en 1998. Proporciona enlaces de 1 Gbps entre dispositivos de un edificio, utiliza par trenzado apantallado de menos de 25 m.
- **1000BASE-T:** incluido en el 802.3ab en 1999. Utiliza cuatro pares UTP de categoría 5 para conectar dispositivos separados hasta 1km.

3.4.4. Redes Ethernet a 10 Gbps (10 Gigabit Ethernet)

Definido en 2002 en el IEEE 802.3ae.

- **10GBASE-SR:** diseñada para funcionar sobre fibra óptica multimodo de 850 nm en distancias cortas, entre 26 y 300m.
- **10GBASE-LR:** diseñada para alcanzar grandes distancias, utiliza fibra óptica multimodo de 1.310 nm. Alcanza los 10 km.
- **10GBASE-ER:** utilizando fibra óptica multimodo de 1.550 nm alcanza los 40 km, y recientemente algunos fabricantes han introducido interfaces enchufables de hasta 80 km.
- **10GBASE-EW:** incluido en el 802.3ae, se corresponde en el nivel físico con 10GBASE-ER, y por ello usa el mismo tipo de fibra y permite las mismas distancias.
- **10GBASE-LW:** incluido en el 802.3ae, se corresponde en el nivel físico con 10GBASE-LR, y por ello usa el mismo tipo de fibra y permite las mismas distancias.

- **10GBASE-SW:** incluido en el 802.3ae, Se corresponde en el nivel físico con 10GBASE-SR, y por ello usa el mismo tipo de fibra y permite las mismas distancias.
- **10GBASE-LX4:** Usa multiplexión por división de longitud de onda para distancias entre 240 m y 300 m sobre fibra óptica multimodo. También admite hasta 10 km sobre fibra mono-modo. Usa longitudes de onda alrededor de los 1310 nm.
- **10GBASE-CX4:** diseñada para funcionar sobre cables de cobre en distancias cortas, sobre 15 metros. Es la interfaz de menor coste pero con el inconveniente de que solo alcanza 2.5 Gbps por cada cable.

3.4.5. Redes Ethernet a 40 Gbps (40 Gigabit Ethernet)

Definido en 2010 en el IEEE 802.3ba, recientemente también se ha aprobado el 802.3bg, estándar el cual también alcanza los 40 Gb.

- **40GBASE-SR4:** diseñada para funcionar sobre fibra óptica multimodo de 2000 Mhz en una distancia máxima de 100 m.
- **40GBASE-LR4:** diseñada para funcionar sobre fibra óptica monomodo en distancias máximas de 10 km.
- **40GBASE-CR4:** diseñada para funcionar sobre par de cobre en distancias máximas de 10 m.
- **40GBASE-KR4:** diseñada para funcionar sobre blackplane(placas de circuitos) en distancias máximas de 1 m.

3.4.6. Redes Ethernet a 100 Gbps (100 Gigabit Ethernet)

Definido en 2010 en el 802.3ba, actualmente existe el borrador del 802.3bj, estándar el cual también alcanzara los 100 Gb.

- **100GBASE-SR10:** diseñada para funcionar sobre fibra óptica multimodo de 2000 Mhz en una distancia máxima de 100 m.
- **100GBASE-LR4:** diseñada para funcionar sobre fibra óptica monomodo en distancias máximas de 10 km.
- **100GBASE-ER4:** diseñada para funcionar sobre fibra óptica monomodo en distancias máximas de 40 km.
- **100GBASE-CR10:** diseñada para funcionar sobre par de cobre en distancias máximas de 10 m.

3.4.7. Redes futuras

Actualmente existen investigaciones que han logrado superar los Gbps y han alcanzado el Tbps, aunque aun no existen estándares para esta nueva velocidad de transferencia, en de esperar que en poco años

el IEEE desarrolle un borrador y posteriormente apruebe dicho estándar.

4. Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada

4.1. Subsistema horizontal

La instalación requerida debe trabajar a una velocidad de transmisión de un Gigabit por segundo, por lo que debemos elegir cuidadosamente el cableado que instalamos. Para llevar a cabo esta decisión consultamos el anexo F de la norma 50173-1, la cual indica que para soportar la tecnología 1000BASE-T el cableado debe ser como mínimo de clase D. Dado que el cable de categoría 5e está un poco obsoleto, y con una previsión de futuro, instalaremos todo el cableado de categoría 6.

Para la instalación de este cableado utilizaremos en la medida de lo posible las canaletas existentes en el edificio, con el objetivo de evitar instalaciones innecesarias.

4.2. Subsistema troncal de edificio

Puesto que el edificio ya cuenta con una instalación de cableado estructurado previa, existe un subsistema troncal en el edificio, cuyos conductos para comunicar las distintas plantas se encuentran próximos a la sala donde se encuentra el rack. Nuestra instalación no requiere un subsistema troncal tal y como se define, utilizamos estas conducciones verticales para extender nuestro cableado horizontal por las diferentes plantas.

4.3. Subsistema troncal de campus

El edificio sobre el que debemos realizar la instalación solicitada ya se encuentra conectado a un subsistema troncal de campus el cual le provee de internet. Este subsistema engloba los edificios de la UCA pertenecientes al campus de Cádiz y los conectar con el campus de Puerto Real.

4.4. Dispositivos SWITCH

Para realizar una selección acertada sobre el dispositivo Switch que instalaremos se ha realizado un estudio de mercado, seleccionando los dispositivos más destacados de diferentes marcas, a continuación se exponen sus características más importantes y una explicación de cual será el elegido.

	Nortel 4550T- PWR	Juniper EX2200		Juniper EX4200	
Densidad de puertos	24/48	24P/24T: 28 (24 host ports + four-port GbE uplinks)	48P/48T: 52 (48 host ports + four-port GbE uplinks)	24P/24T/24F: 28 (24 host ports + four-port GbE uplink module)	48P/48T: 52 (48 host ports + four-port GbE uplink module)
Tecnología de red	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100Base-TX • 10/100/1000 BASE-T 	<ul style="list-style-type: none"> • 100BASE-FX/BX SFP • 10/100/1000 BASE-T • 1000BASE-T SFP SFP SX, LX y LH/ZX 	<ul style="list-style-type: none"> • 100BASE-FX/BX SFP • 10/100/1000 BASE-T • 1000BASE-T SFP SFP SX, LX y LH/ZX 	<ul style="list-style-type: none"> • 100BASE-FX/LX/BX SFP • 10/100/1000 BASE-T • 1000BASE-T SFP SX, LX, LH/ZX y BX • 10GE XFP • 10GE SFP 	<ul style="list-style-type: none"> • 100BASE-FX/LX/BX SFP • 10/100/1000 BASE-T • 1000BASE-T SFP SX, LX, LH/ZX y BX • 10GE XFP SR, ER, LR, ER y ZR • 10GE SFP SR, USR, LR, ER, LRM, y DAC
VLANs	256	1024	1024	4096	4096
Tasa de transmisión	64 Mpps	41.7 Mpps	77.4 Mpps	65 Mpps	101 Mpps
PoE	Si	Si	Si	Si	Si
QoS	Si	Si	Si	Si	Si
Capacidad Tabla MAC	8000	16000	16000	32000	32000
Radius	Si	Si	Si	Si	Si
Memoria		<ul style="list-style-type: none"> • DRAM: 512 MB • Flash: 1 GB • CPU: 800 MHz ARM 	<ul style="list-style-type: none"> • DRAM: 512 MB • Flash: 1 GB • CPU: 800 MHz ARM 	<ul style="list-style-type: none"> • DRAM: 1 GB with ECC • Flash: 1 GB • CPU: 1 GHz PowerPC 	<ul style="list-style-type: none"> • DRAM: 1 GB with ECC • Flash: 1 GB • CPU: 1 GHz PowerPC
Precio €	2100-2400	2118	3669	5061	8816

Tabla 3.20 – Dispositivos SWITCH

Observando las características principales expuestas en la tabla, observamos que los modelos con 48 puertos son excesivos para la instalación que vamos a realizar, por lo que los descartaremos. Una siguiente observación rápida puede ser que el modelo Juniper EX4200 es muy buen aparato, pero seguramente demasiado potente para la función que tendrá que desempeñar, supondría un gasto inútil, por lo que lo descartamos también. Centramos la comparativa en los dos modelos que nos quedan, el Juniper EX2200 soporta más tecnologías de red, más VLANs, la capacidad de la Tabla MAC también es mayor y conocemos sus especificaciones en cuanto a memoria. El Nortel 4550T-PWR tiene una tasa de transmisión mayor. Observando que tienen precios similares, el modelo Juniper EX2200 aporta más ventajas, por lo cual será el que instalemos.

4.5. Dispositivos AP

Para realizar una selección acertada sobre el dispositivo AP que instalaremos se ha realizado un estudio de mercado, seleccionando los dispositivos más destacados de diferentes marcas, a continuación se exponen sus características más importantes y una explicación de cual será el elegido.

	Tp-Link WA901ND	Netgear WNAP210	Netgear WNDAP350	Cisco 1140
Interface	10/100/1000 BASE-T	10/100 BASE-T	10/100/1000 BASE-T	10/100/1000 BASE-T
802.11a	No	No	Si	Si
802.11b	Si	Si	Si	Si
802.11g	Si	Si	Si	Si
802.11n	Si	Si	Si	Si
Antena	3 – 4 dBi	-	-	3 – 4 dBi
Frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz 5 GHz	2.4 GHz 5 GHz
Memoria	-	-	128 MB DRAM 16 MB flash	128 MB DRAM 32 MB flash
QoS	Si	Si	Si	Si
PoE	Si	Si	Si	Si
Precio	84€	280€	407€	375€
Alojamiento	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico

Tabla 3.21 – Dispositivos AP

Observando las características principales expuestas en la tabla, los modelos más convenientes para la instalación a realizar son el Cisco 1140 y el Netgear WNDAP350, ambos soportan los estándares 802.11 que posiblemente utilicen los usuarios, son capaces de trabajar en ambas franjas de frecuencia y soportan QoS y PoE. La diferencia entre ambos la encontramos en la memoria, el Cisco 1140 posee más, siendo su precio inferior al Netgear WNDAP350, por lo que el punto de acceso que instalaremos será el Cisco 1140.

4.6. Estudio de cobertura

Para verificar que la instalación funcionará correctamente es necesario llevar a cabo un estudio de cobertura sobre el terreno, simulando la instalación de una red equivalente y comprobando que la totalidad del edificio queda cubierta por la misma. Para llevar a cabo este proceso usamos un programa de los nombrados en el apartado de Ubicación de los puntos de acceso, en este caso usaremos el Ekahau Site

Survey, que aunque es un programa de pago dispongo de una versión original del mismo.

Para llevar a cabo este proceso he solicitado permiso para colocar distintos APs por el edificio e ir recorriendo el mismo con un portátil verificando a cada paso que tengo acceso a la red creada por mí, solicitando llaves o pidiendo permiso en las diferentes aulas y despachos para acceder. En las siguientes imágenes se puede observar el camino recorrido, cada punto significa un clic hecho con el ratón en esa posición del edificio.



Imagen 4.1 – Planta baja



Imagen 4.2 – Planta primera



Imagen 4.3 – Planta segunda

Las características de los aparatos utilizados para la simulación son las siguientes:

ESSID	Name	Band / Channel
Proyecto6	00:1D:A2:0F:1B:E0	802.11g / 6
Proyecto6	00:17:9A:B9:55:F6	802.11g / 11
Proyecto6	00:1D:A2:0F:18:40	802.11g / 1

Tabla 3.22 – APs utilizados

Name	Transmit Power	Antenna	Height
00:1D:A2:0F:1B:E0	25	Omni-directional Antenna (2.15 dBi)	2.5
00:17:9A:B9:55:F6	25	Omni-directional Antenna (2.15 dBi)	2.5
00:1D:A2:0F:18:40	25	Omni-directional Antenna (2.15 dBi)	2.5

Tabla 3.23 – Características de los AP

Una vez finalizado el estudio, como resultado del mismo hemos obtenidos unos planos donde se puede observar la potencia que tendrá la señal en cada ubicación del edificio. Para comprender estos planos es necesario conocer las siguientes leyendas, las cuales hacen referencia a la fuerza con que se recibe la señal.

Cobertura de la señal de los puntos de acceso seleccionados				
-100,0..-90,0	-90,0..-80,0	-80,0..-70,0	-70,0..-60,0	-60,0..-50,0
-50,0..-40,0	-40,0..-30,0	-30,0..-20,0	-20,0..-10,0	-10,0..0,0

Tabla 3.24 – Colores potencia de la señal

Calculo de la relación de la potencia de la señal frente al ruido existente.					
0,0..5,0	5,0..10,0	10,0..15,0	15,0..20,0	20,0..25,0	25,0..30,0
30,0..35,0	35,0..40,0	40,0..45,0	45,0..50,0	50,0..55,0	55,0..60,0
60,0..65,0	65,0..70,0	70,0..75,0	75,0..80,0		

Tabla 3.25 – Colores potencia de la señal frente al ruido

Una vez finalizado el estudio de cobertura, mirando los planos podemos observar que en la segunda y tercera planta ciertas zonas tienen muy poca potencia de señal, o incluso se pierde la señal por culpa de interferencias y obstáculos. Los 6 APs con los que hicimos el estudio no son suficientes para dar un buen servicio al edificio, puesto que aunque llega la señal débilmente, cuando se conecten un gran número de usuarios como es el caso de una universidad, se perderá del todo la señal. Para solucionar esto añadiremos 2 APs más a la instalación inicial, dando especial cobertura a las zonas que tendrán mayor densidad de usuario, siendo estas las clases. La colocación de los APs se puede observar en la sección de planos.

4.7. Configuración de los elementos

4.7.1. Configuración del switch

Para que la red funcione es necesario configurar los parámetros bajo los que debe operar el switch:

Nombre del Switch	WLANESI3-R1
Zona horaria	Europe/Madrid
Contraseña del root	
Una cuenta distinta al root	Admin
Habilitar telnet	
Habilitar el acceso web	
Habilitar ntp (Network Time Protocol)	150.214.76.3
Habilitamos los puertos a los que irán conectados los APs	Puertos de 0 al 7 en modo Access pertenecientes a la VLAN WiFi

Habilitamos el puerto que conectara con el Switch que nos proporcionara acceso a la red de la UCA	<i>Puerto 24 en modo trunk pudiendo soportar cualquier VLAN</i>
Establecemos la IP que tendrá el Switch	<i>10.88.22.60</i>
Le indicamos desde donde debe acceder a internet	<i>10.88.1.1</i>
Asignamos un ID a las diferentes VLANs	<i>WiFi 1 Publica 2 GestionRed 3</i>
Le indicamos que debe proveer de servicio POE a los puertos correspondientes a los APs	<i>Puertos del 0 al 7</i>

Tabla 3.26 – Parámetros Switch

4.7.2. Configuración de los AP

A continuación mostraremos a modo de tabla los parámetros correspondientes a la configuración de los distintos APs de la instalación.

Nombre	IP / Mascara	Puerta de enlace	Canal	SSID	Seguridad
AP-1	10.88.50.1 / 255.255.254.0	10.88.22.60	1	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-2	10.88.50.2 / 255.255.254.0	10.88.22.60	6	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-3	10.88.50.3 / 255.255.254.0	10.88.22.60	11	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-4	10.88.50.4 / 255.255.254.0	10.88.22.60	1	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-5	10.88.50.5 / 255.255.254.0	10.88.22.60	6	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth

				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-6	10.88.50.6 / 255.255.254.0	10.88.22.60	6	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-7	10.88.50.7 / 255.255.254.0	10.88.22.60	11	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
AP-8	10.88.50.8 / 255.255.254.0	10.88.22.60	1	ucAir	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]
				ucAirPublica	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] Web-Auth
				eduroam	[WPA + WPA2] [Auth(802.1X)]

Tabla 3.27 – Parámetros AP

Para una mejor comprensión de la distribución de los canales 1-6-11 entre los diferentes APs se pueden observar las siguientes imágenes, donde queda reflejada la zona que cubre cada dispositivo dentro de su misma planta. Cabe destacar que aunque no se aprecia en estas imágenes, el área de cobertura de cada dispositivo sobrepasa la planta en la que esté ubicado, pudiendo dar cobertura también a zonas más reducidas en las plantas contiguas. Cada canal se identificará con un color:

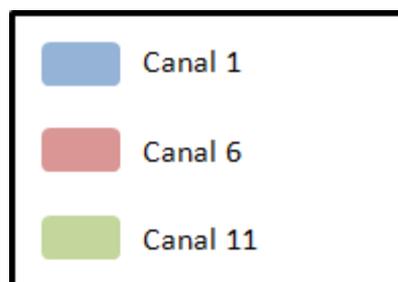




Imagen 4.4 – Canales Wifi - Planta baja



Imagen 4.5 – Canales Wifi - Planta primera

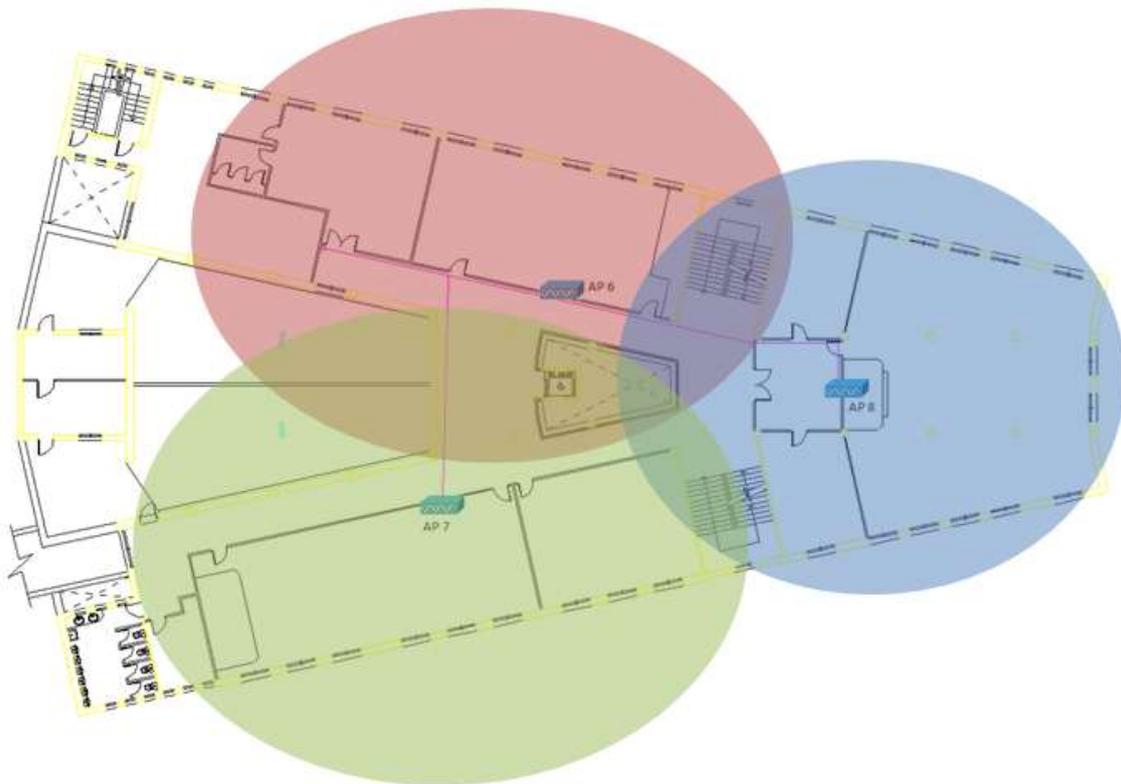


Imagen 4.6 – Canales Wifi - Planta segunda

4.8. Topología de la red

4.8.1. Topología lógica

A continuación se mostrara un esquema con la distribución que seguirá la topología lógica de la red que instalaremos. En la cual se pueden observar la conexión entre los AP y el Switch, con la TP, mascara de subred, el puerto al que conectan y el modo. De la misma manera se muestra como se conecta el Switch con otro Switch del armario el cual le proporciona acceso a la red de la UCA y a internet.

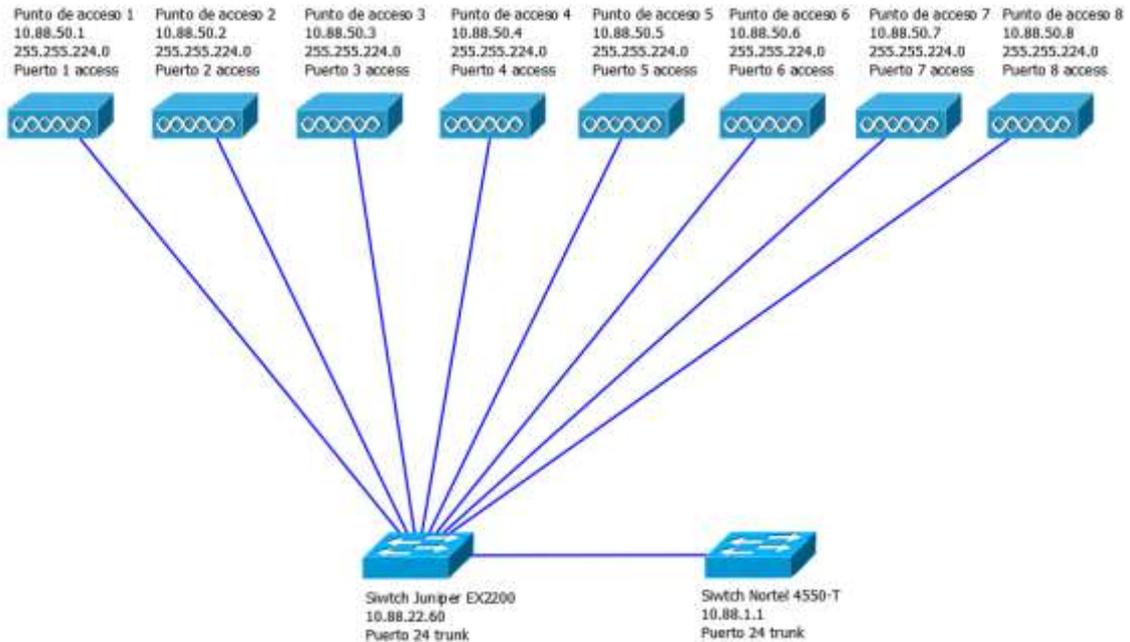


Imagen 4.7 – Topología lógica de la red

Siguiendo con la topología de red, a comunicación se mostrara un esquema más general de como queda conectado el edificio:

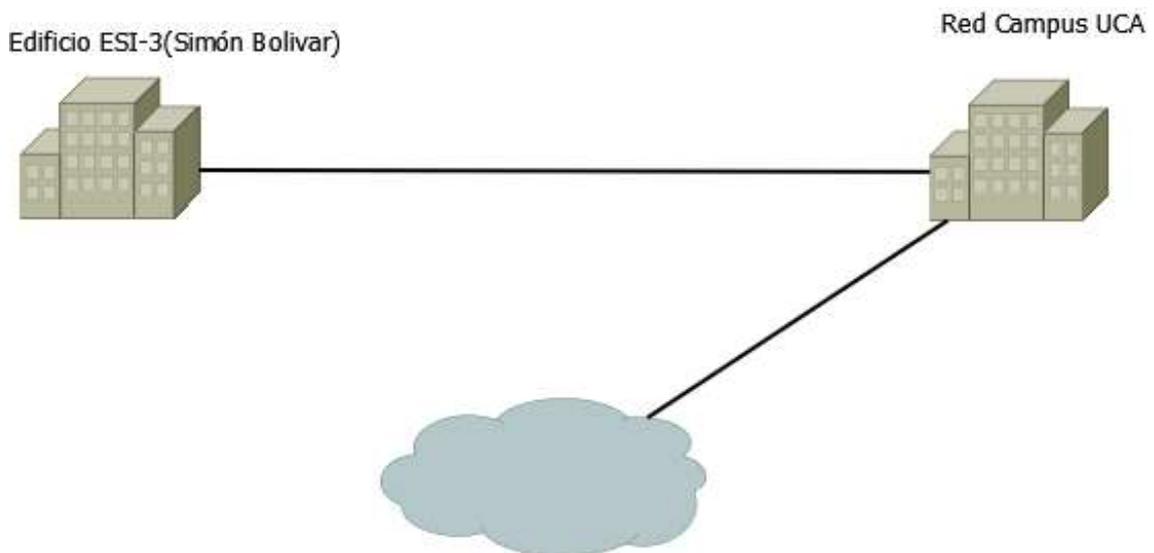


Imagen 4.8 – Topología lógica del edificio

4.8.2. Topología física

En este apartado se mostrará como quedará la distribución física del Rack con los dispositivos ya instalados previamente y los que añadiremos tras esta instalación:

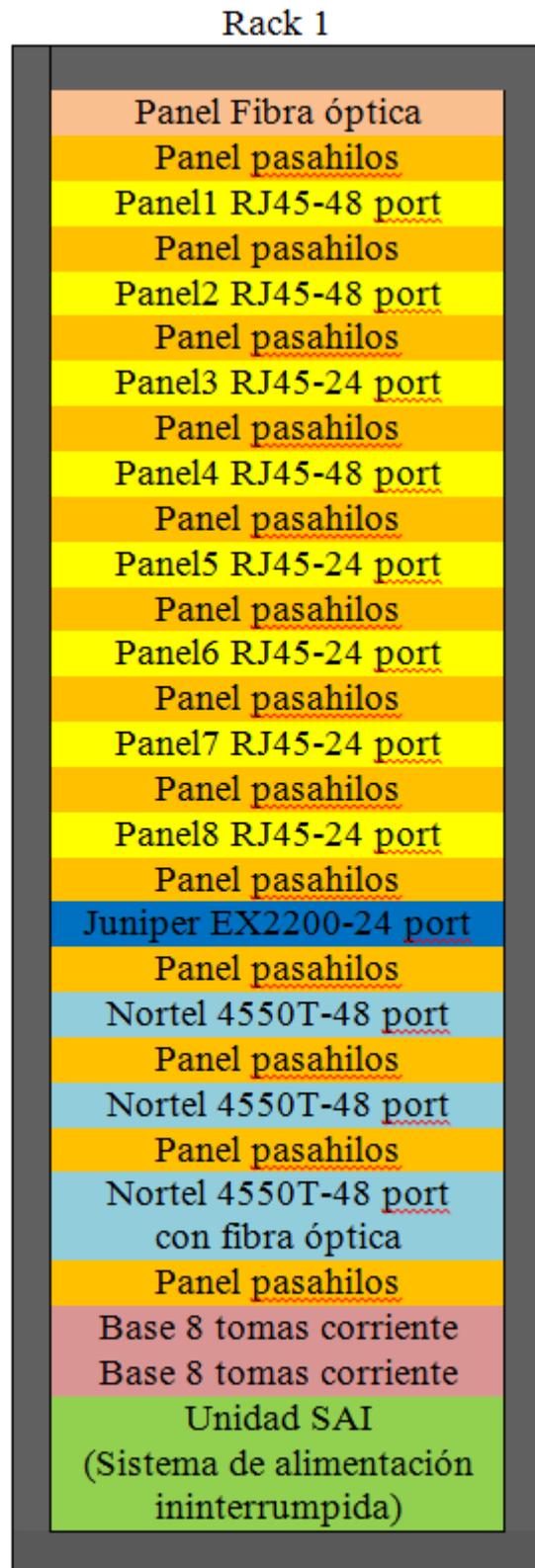


Imagen 4.9 – Topología física del Rack

5. Planificación

Para llevar a cabo la instalación del sistema de manera correcta es necesario dividir la misma en diferentes etapas que deben ejecutarse de manera secuencial, evitando así posibles errores o rectificaciones que supondrían un aumento en el tiempo y en coste de la instalación. A continuación se muestra un diagrama de Gant con los diferentes procesos y el tiempo estipulado para cada uno de ellos:

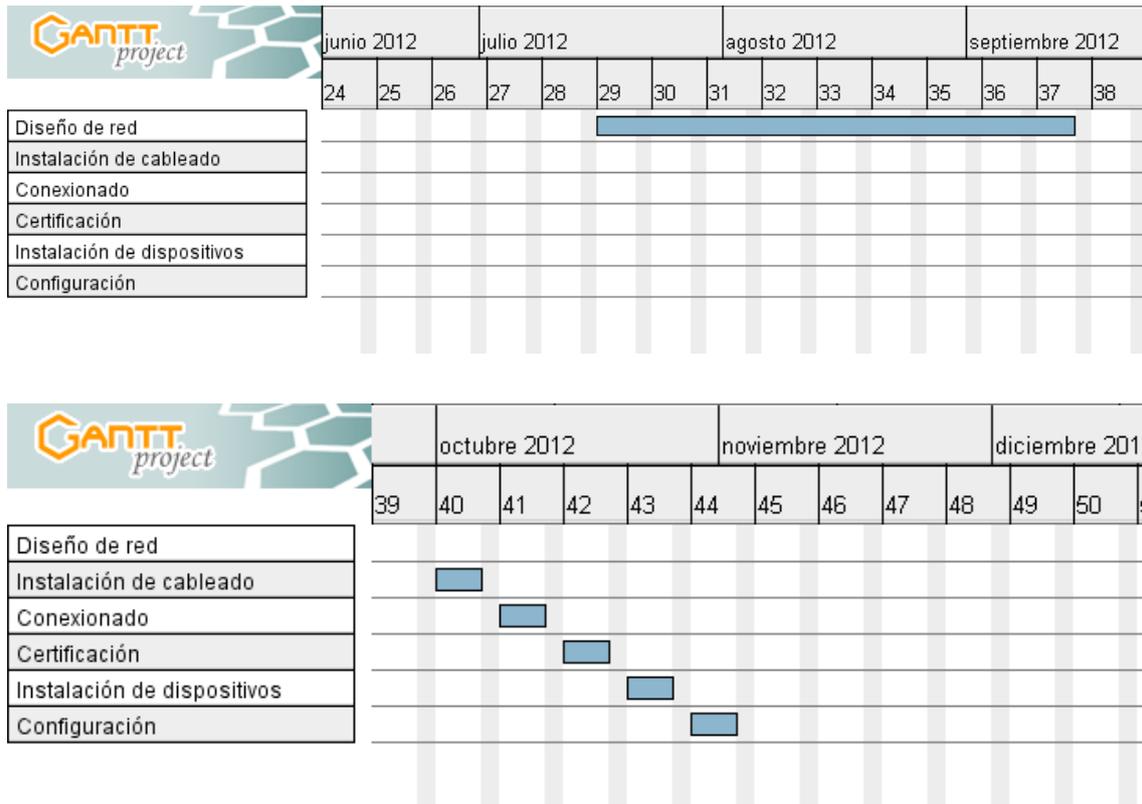


Imagen 4.10 – Diagrama de Gant



Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

PLANOS

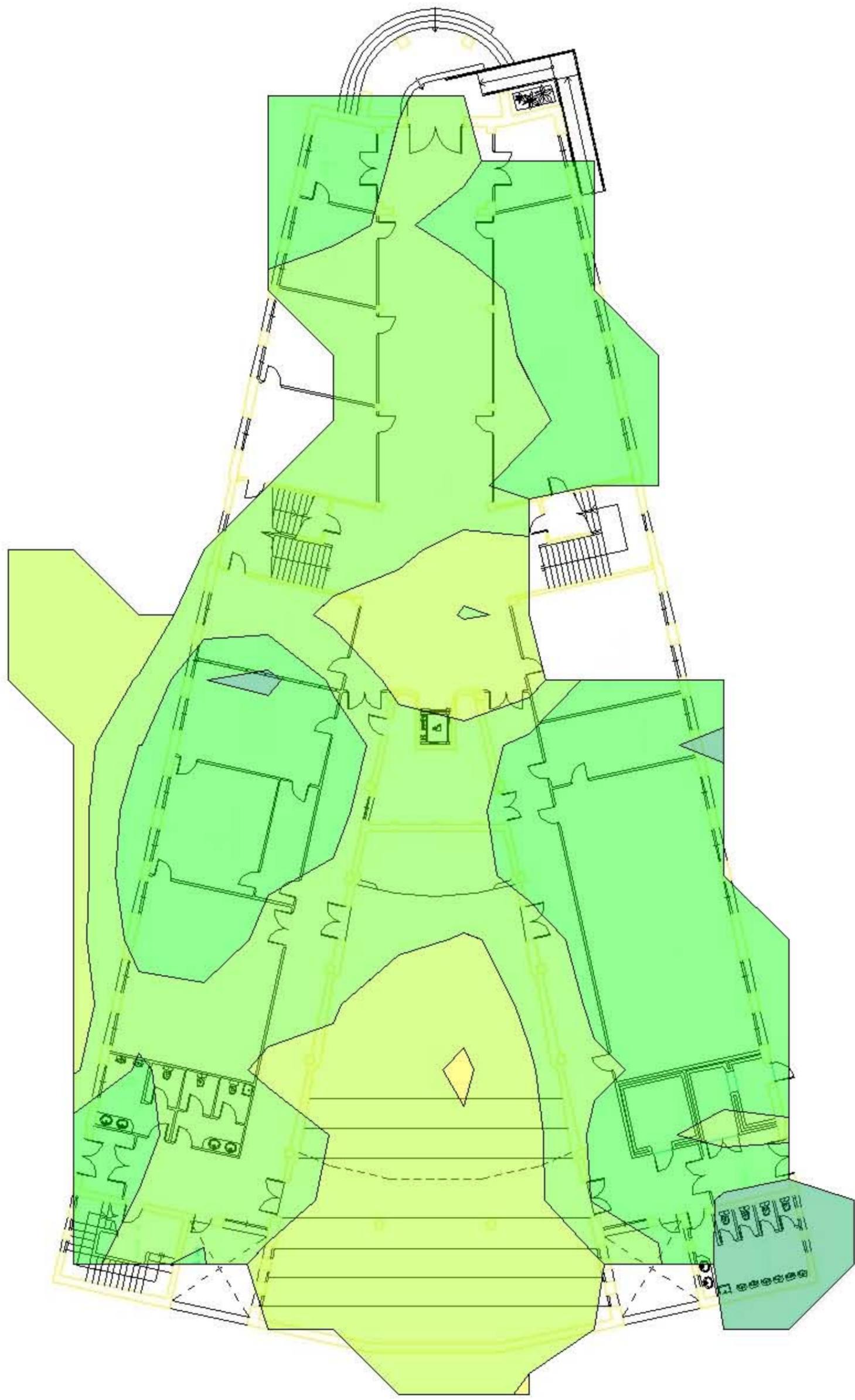
**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLIVAR]**

ÍNDICE

1. Estudio de cobertura.....	63
1.1. Planta baja.....	63
1.1.1.Potencia de la señal.....	63
1.1.2.Relación de la potencia frente al ruido.....	65
1.2. Planta primera.....	67
1.2.1.Potencia de la señal.....	67
1.2.2.Relación de la potencia frente al ruido.....	69
1.3. Planta segunda.....	71
1.3.1.Potencia de la señal.....	71
1.3.2.Relación de la potencia frente al ruido.....	73
2. Localización del cableado y de los APs.....	75
2.1. Planta primera.....	75
2.2. Plana segunda.....	77
2.3. Planta tercera.....	79
3. Topología lógica de red.....	81
3.1. Topología lógica de red.....	81
3.2. Topología lógica general.....	83
3.3. Topología física de red.....	85

Cobertura de la señal de los puntos de acceso seleccionados

-100,0..-90,0	-90,0..-80,0	-80,0..-70,0	-70,0..-60,0	-60,0..-50,0
-50,0..-40,0	-40,0..-30,0	-30,0..-20,0	-20,0..-10,0	-10,0..0,0

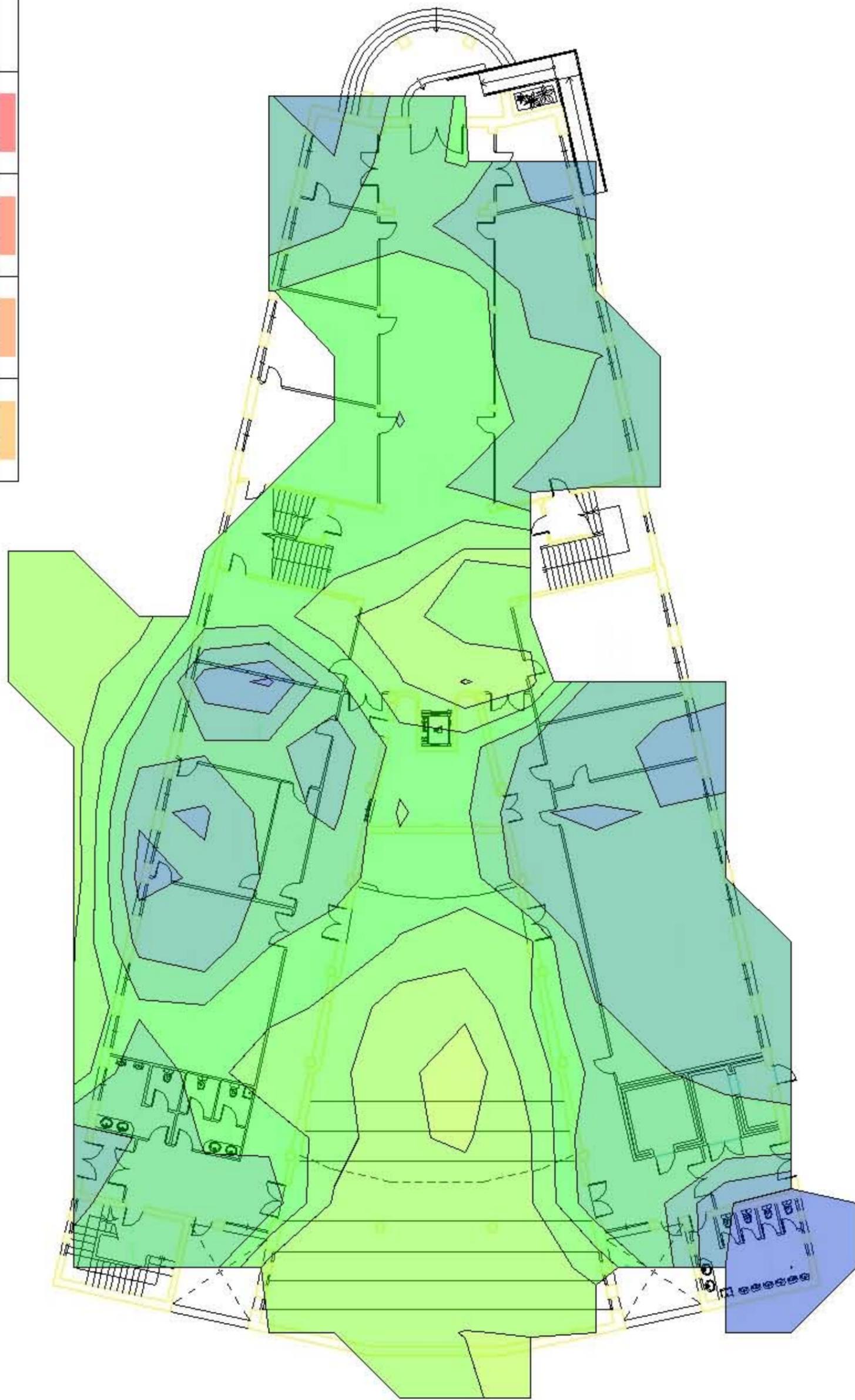


PLANO Nº: 1 PLANTA BAJA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. I. -3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")	ESCALA 1:100
ESTUDIO DE COBERTURA	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ	PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR
		JULIO 2012



Calculo de la relación de la potencia de la señal frente al ruido existente.

0,0..5,0	5,0..10,0	10,0..15,0	15,0..20,0	20,0..25,0	25,0..30,0
30,0..35,0	35,0..40,0	40,0..45,0	45,0..50,0	50,0..55,0	55,0..60,0
60,0..65,0	65,0..70,0	70,0..75,0	75,0..80,0		

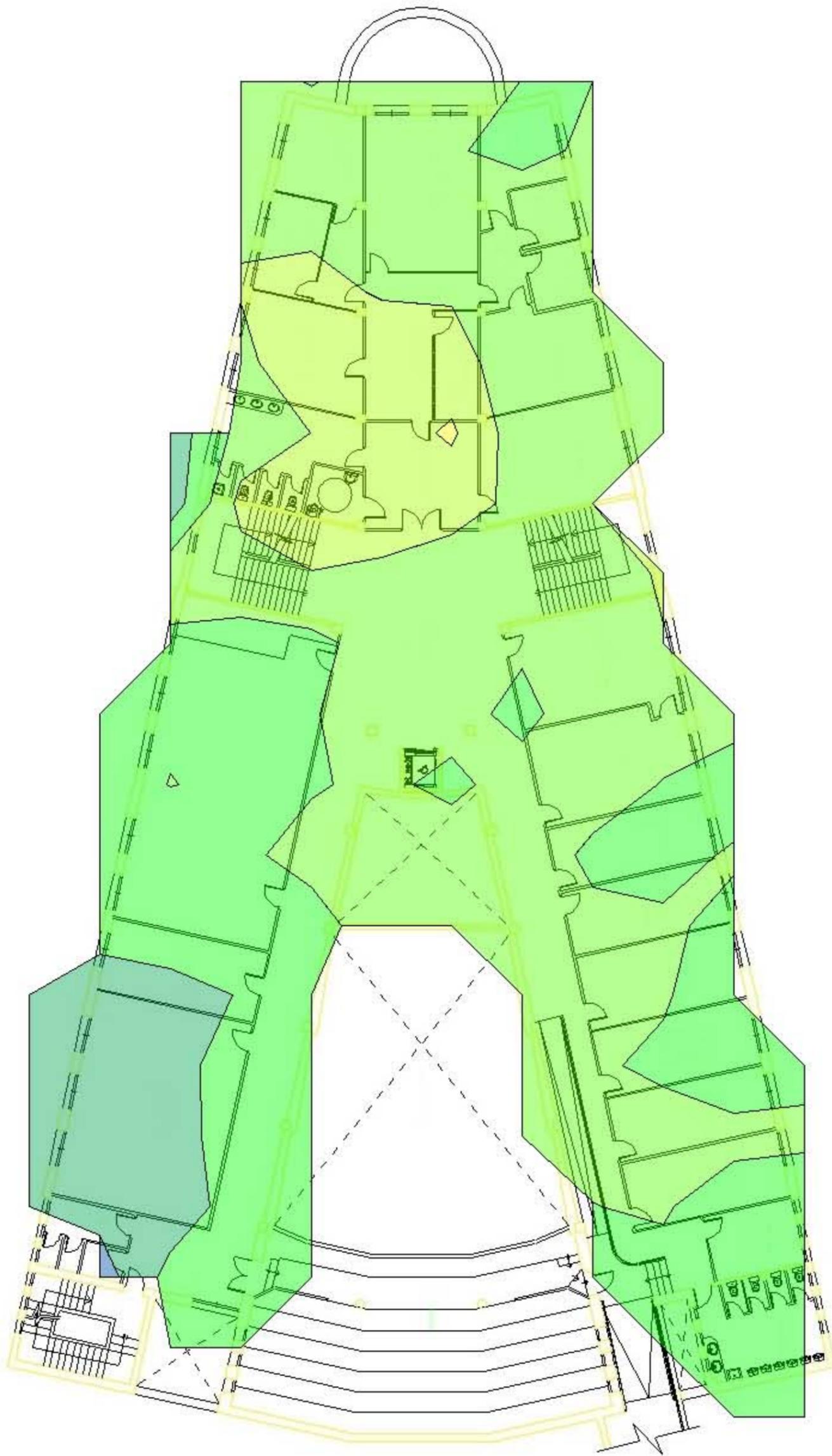


PLANO Nº: 2	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	ESCALA	1:100
PLANTA BAJA	EDIFICIO E. S. I. -3		
ESTUDIO DE COBERTURA	(ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")		
LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ			
PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR			JULIO 2012



Cobertura de la señal de los puntos de acceso seleccionados

-100,0..-90,0	-90,0..-80,0	-80,0..-70,0	-70,0..-60,0	-60,0..-50,0
-50,0..-40,0	-40,0..-30,0	-30,0..-20,0	-20,0..-10,0	-10,0..0,0

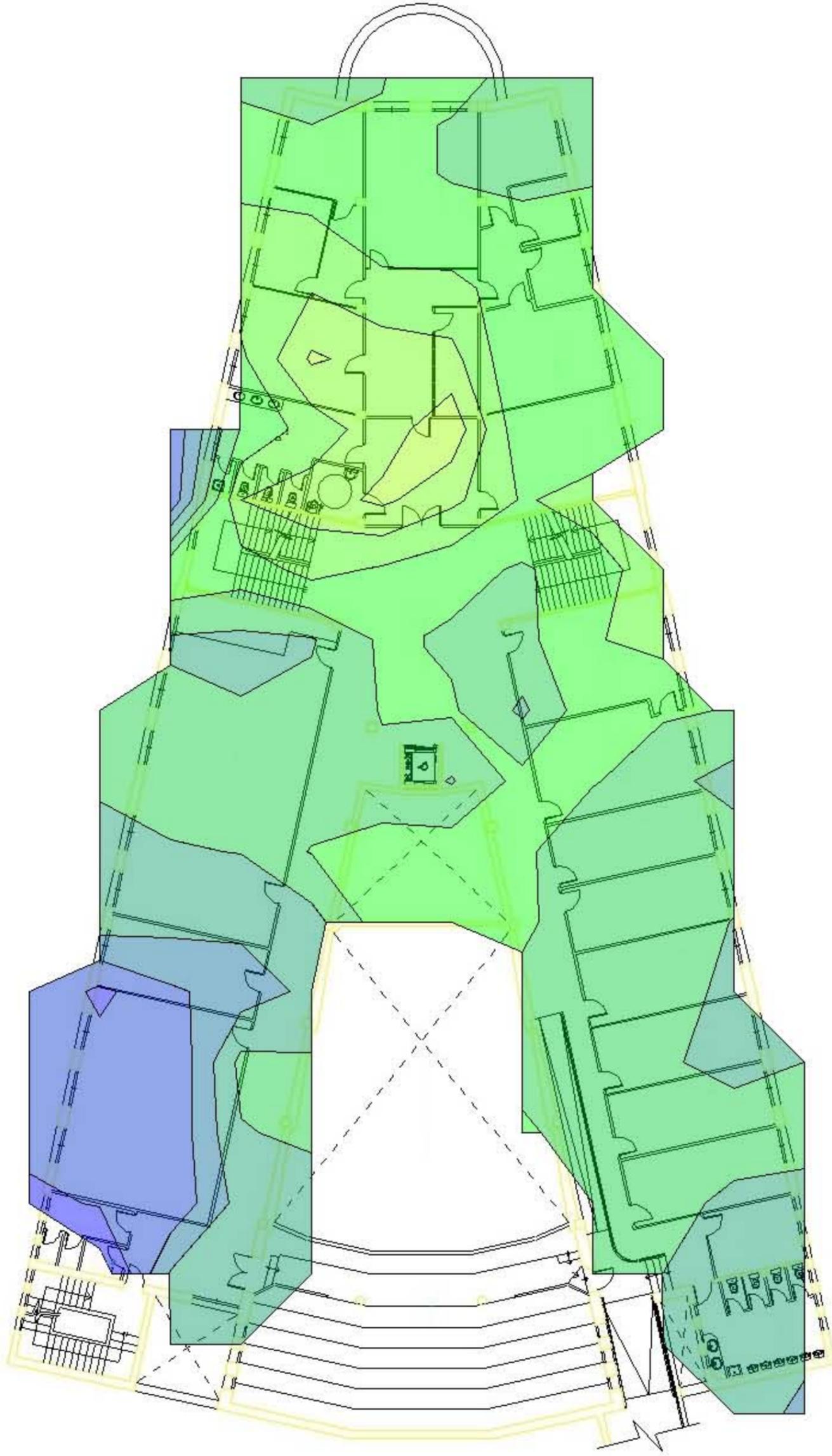


PLANO Nº: 3 PLANTA PRIMERA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. I.-3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")		ESCALA 1:100
	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ		JULIO 2012
PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR			



Calculo de la relación de la potencia de la señal frente al ruido existente.

0,0..5,0	5,0..10,0	10,0..15,0	15,0..20,0	20,0..25,0	25,0..30,0
30,0..35,0	35,0..40,0	40,0..45,0	45,0..50,0	50,0..55,0	55,0..60,0
60,0..65,0	65,0..70,0	70,0..75,0	75,0..80,0		



PLANO Nº: 4
PLANTA PRIMERA

ESTUDIO DE
COBERTURA

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
EDIFICIO E. S. 1.-3
(ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")

LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ

ESCALA

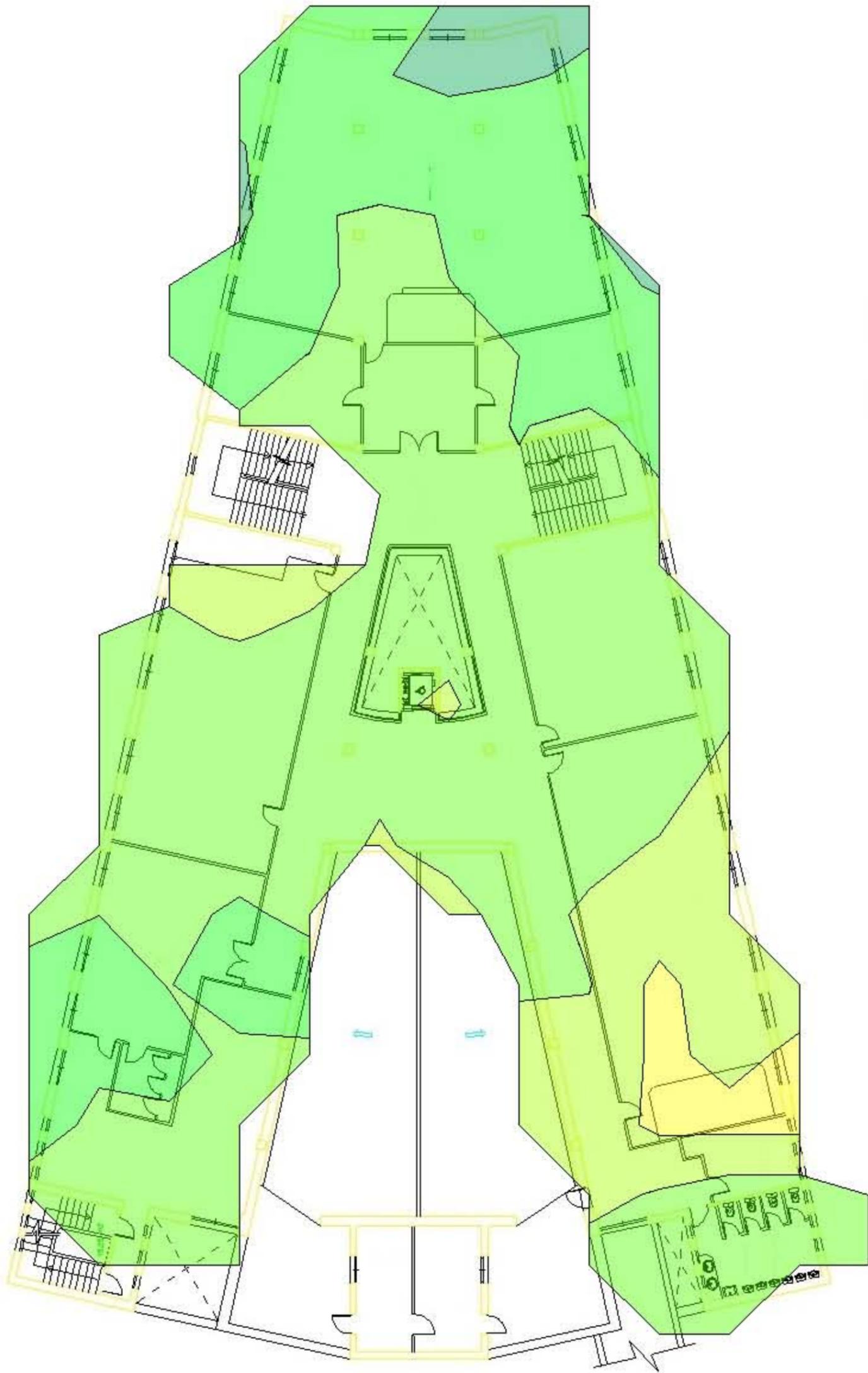
1:100

PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y
WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR

JULIO 2012

Cobertura de la señal de los puntos de acceso seleccionados

-100,0..-90,0	-90,0..-80,0	-80,0..-70,0	-70,0..-60,0	-60,0..-50,0
-50,0..-40,0	-40,0..-30,0	-30,0..-20,0	-20,0..-10,0	-10,0..0,0

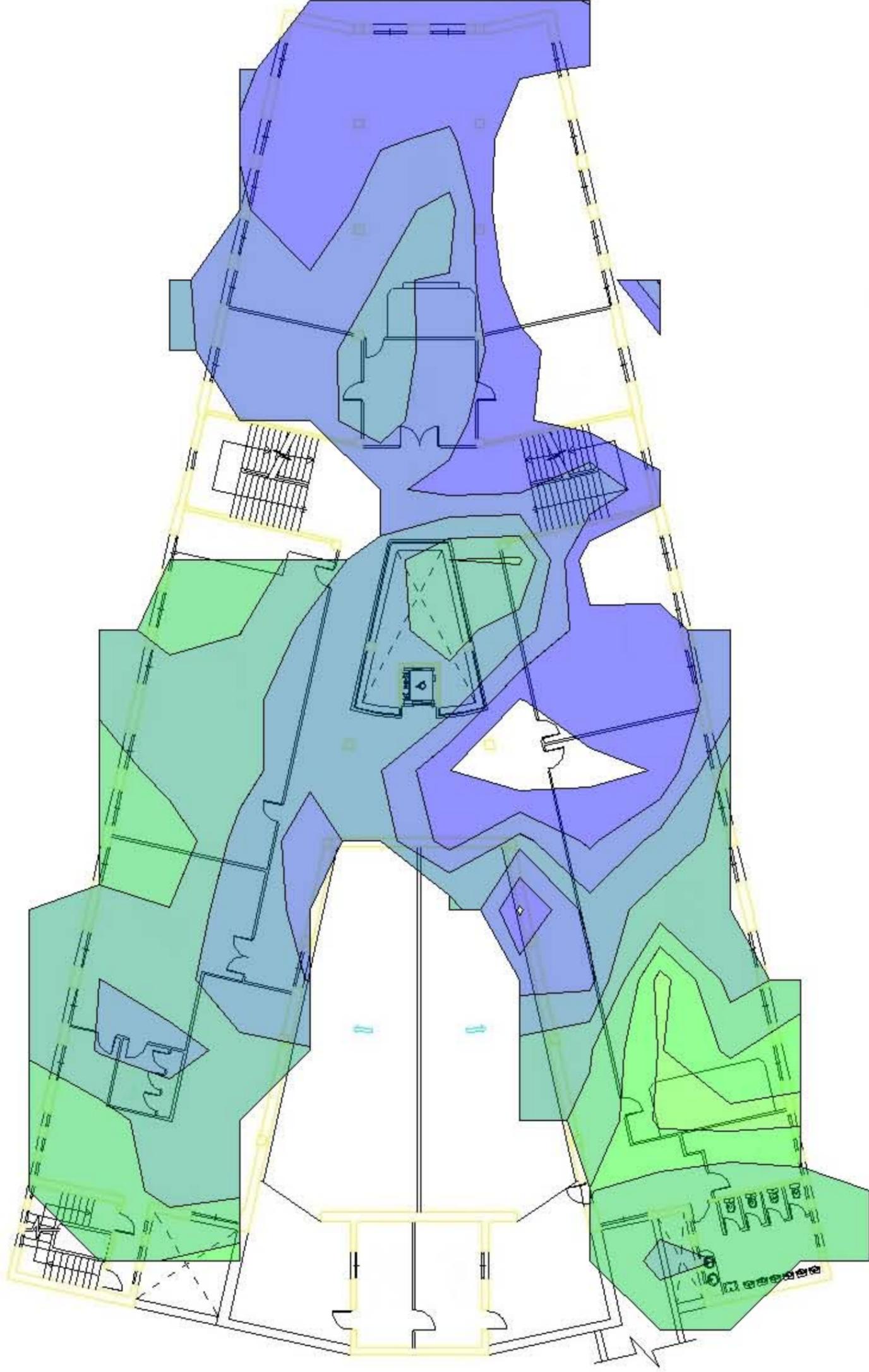


PLANO Nº: 5 PLANTA SEGUNDA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. 1.-3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")	ESCALA 1:100
ESTUDIO DE COBERTURA	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ	PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR
		JULIO 2012



Calculo de la relación de la potencia de la señal frente al ruido existente.

0,0..5,0	5,0..10,0	10,0..15,0	15,0..20,0	20,0..25,0	25,0..30,0
30,0..35,0	35,0..40,0	40,0..45,0	45,0..50,0	50,0..55,0	55,0..60,0
60,0..65,0	65,0..70,0	70,0..75,0	75,0..80,0		

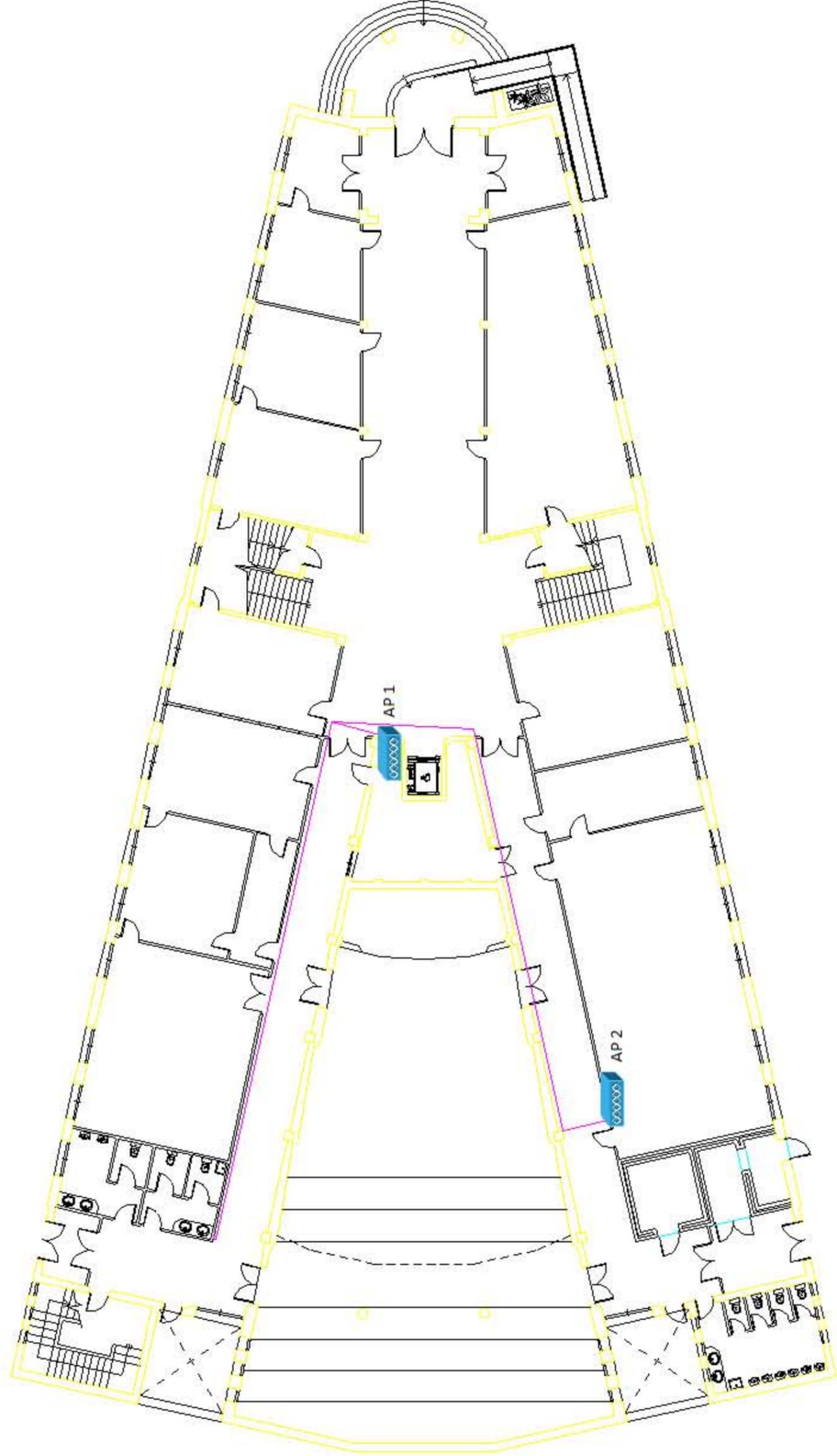


PLANO Nº: 6 PLANTA SEGUNDA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. 1.-3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")		ESCALA 1:100
	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ		
ESTUDIO DE COBERTURA	PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR		JULIO 2012



Leyenda

	Punto de acceso
	Rack

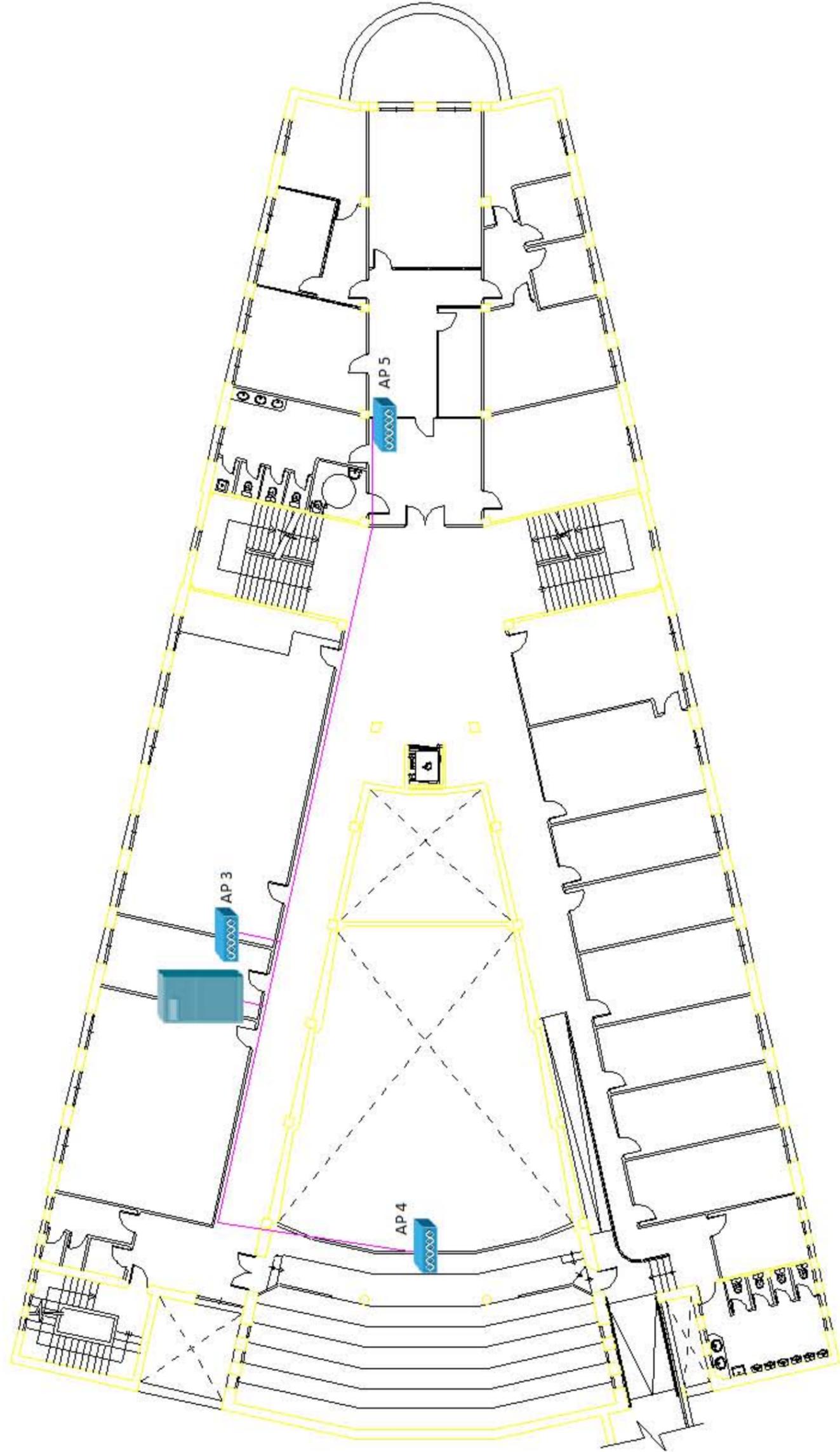


PLANO Nº: 7 PLANTA BAJA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. I.-3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")	ESCALA 1:100
LOCALIZACIÓN DISPOSITIVOS	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ	JULIO 2012
PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR		



Leyenda

	Punto de acceso
	Rack

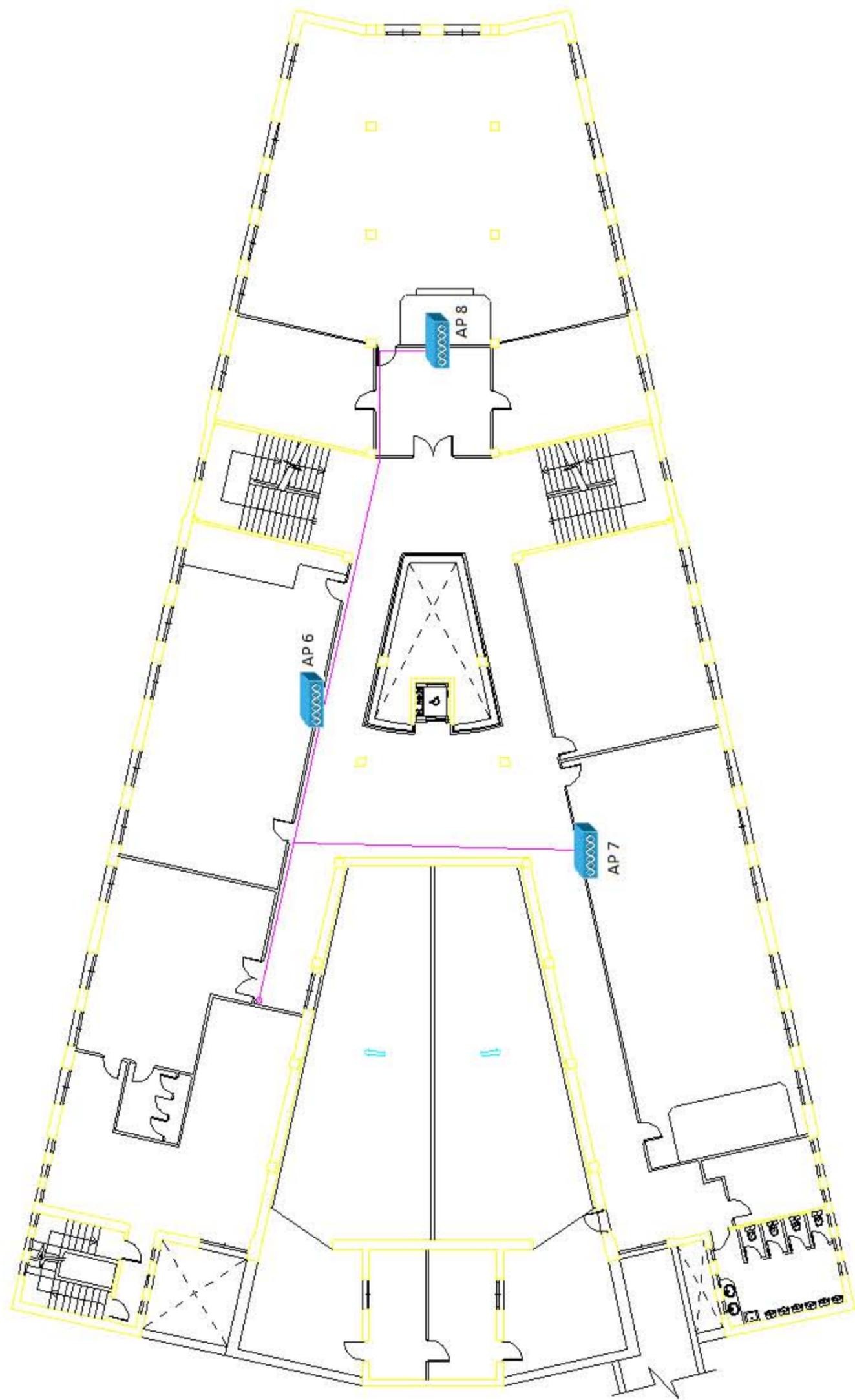


PLANO Nº: 8 PLANTA PRIMERA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. I. - 3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")	ESCALA 1:100
LOCALIZACIÓN DISPOSITIVOS	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ	JULIO 2012
PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR		



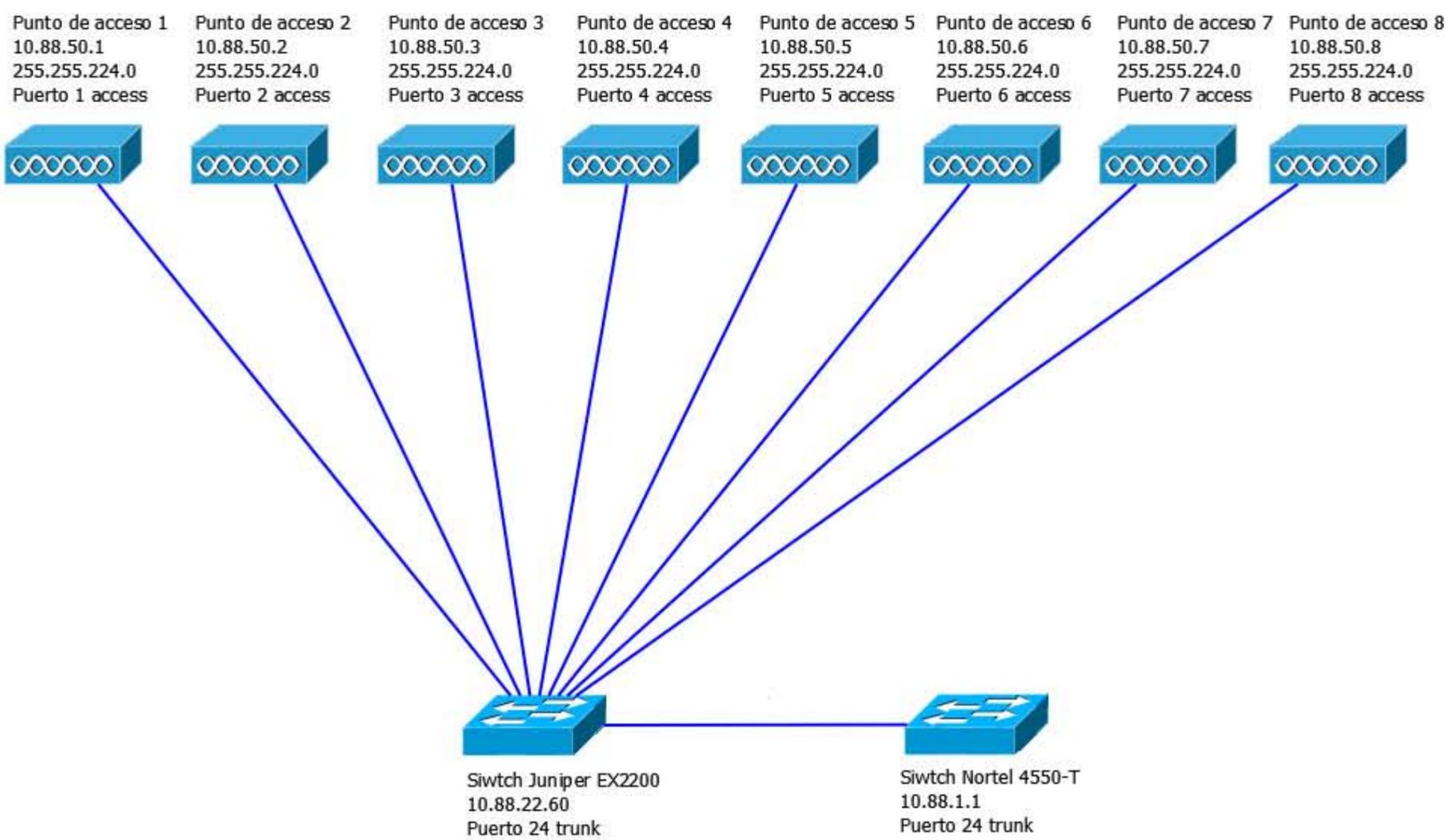
Leyenda

	Punto de acceso
	Rack

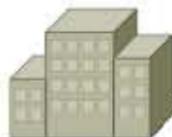


PLANO Nº: 9 PLANTA SEGUNDA	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ EDIFICIO E. S. I.-3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLÍVAR")	ESCALA 1:100
LOCALIZACIÓN DISPOSITIVOS	LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ	JULIO 2012
PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLÍVAR		





Edificio ESI-3(Simón Bolívar)



Red Campus UCA



PLANO Nº: 11	UNIVERSIDAD DE CADIZ EDIFICIO E. S. I. -3 (ANTIGUO AULARIO "SIMÓN BOLIVAR")	 UCA Universidad de Cádiz
TOPOLOGÍA LÓGICA DEL EDIFICIO		
LUIS MARÍA MONTERO DE ESPINOSA DÍAZ		
PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y WLAN PARA SIMÓN BOLIVAR		JULIO 2012

Rack 1





Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

PLIEGO DE CONDICIONES

**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLIVAR]**

ÍNDICE

1. Condiciones generales.....	91
2. Prescripciones técnicas.....	91
2.1. Cableado de cobre.....	91
2.1.1.Características del cableado.....	91
2.2. Elementos de interconexión.....	92
2.2.1.Switch.....	92
2.2.2.Conectores.....	93
2.3. Calidad y garantías de la instalación.....	94
2.3.1.Calidad de los materiales.....	94
2.3.2.Garantías del sistema.....	94
3. Condiciones de ejecución.....	94
3.1. Dirección de obra.....	94
3.1.1.Dirección técnica.....	94
3.1.2.Contratista o instalador.....	94
3.1.3.Propiedad o promotor.....	95
3.1.4.Representantes.....	95
3.2. Procedimientos de ejecución.....	95
3.2.1.Condición de instalación.....	95
3.2.2.Cableado.....	95
3.2.3.Latiguillos.....	97
3.2.4.Canalizaciones.....	97
3.2.5.Armarios rack.....	97
3.3. Normas de rotulación.....	98
4. Condiciones de certificación.....	98
4.1. Generalidades.....	98
4.2. Parámetros y medidas a realizar. Condiciones de medida.....	98
4.2.1.Pruebas sobre cableado de cobre.....	99
4.2.2.Pruebas de Switch.....	100
4.3. Formato de certificación.....	100
4.3.1.Emplazamiento.....	100
4.3.2.Certificador.....	100
4.3.3.Características técnicas del sistema de cableado.....	101
4.3.4.Resultado de la certificación.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

I. Tabla 3.1 - Distancia mínima de separación.....	97
II. Tabla 3.2 - Número máximo de cables.....	97
III. Tabla 3.3 – Numeración cableado.....	98
IV. Tabla 4.1 - Parámetros mínimos en canales de categoría 6.....	99
V. Tabla 4.2 - Parámetros mínimos y máximos en canales de categoría 6.....	99

VI.	Tabla 4.3 – Parámetros mínimos en enlaces de categoría 6	100
VII.	Tabla 4.4 – Parámetros mínimos y máximos en enlaces de categoría 6.....	100
VIII.	Tabla 4.5 – Emplazamiento	100
IX.	Tabla 4.6 – Certificador	101
X.	Tabla 4.7 – Medición de parámetro.....	101
XI.	Tabla 4.8 – Certificación	103

1. Condiciones generales

El sistema de cableado estructurado cumplirá las normas UNE EN 50173-1 y UNE EN 50173-2, donde se recogen todos los parámetros y requerimientos de diseño, ejecución y certificación.

En lo referente a la categoría del cableado instalado, tanto en el cableado horizontal como troncal será de categoría 6, alcanzando los 250 MHz.

También se tendrán en cuenta las normativas europeas sobre compatibilidad electromagnética y sobre protección contra incendios:

- UNE EN 55022 sobre Emisiones de Radiaciones Electromagnéticas.
- UNE EN 55024 sobre Sensibilidad ante Radiaciones Electromagnéticas.
- UNE EN 55082 sobre Inmunidad ante Radiaciones Electromagnéticas.
- IEC 332 sobre propagación de incendios.
- IEC 754 sobre emisión de gases tóxicos.
- IEC 1034 sobre emisión de humo.

2. Prescripciones técnicas

2.1. Cableado de cobre

2.1.1. Características del cableado

Características:

- Calibre del conductor: 23 AWG.
- Tipo de aislamiento: polietileno sin halógenos.
- Tipo de ensamble: 4 pares con cruceta central.
- Tipo de cubierta: LSZH con propiedades de baja emisión de humos sin halógenos.
- Separador de polietileno para asegurar alto desempeño contra diafonía.
- Para conexiones y aplicaciones IP.
- Conductor de cobre sólido de 0.57 mm.
- Diámetro exterior 6.1 mm.
- Desempeño probado hasta 300 Mhz.
- Impedancia: 100 Ω
- Tensión máxima de instalación (N): 90
- Rango de Temperatura ($^{\circ}$ C): Instalación 0 a 50, Operación -20 a 60
- Peso aproximado (kg/km): 44

Normativas de referencia:

- ANSI/TIA/EIA 568B.2-1.
- ANSI/ICEA S-102-700.
- ISO/IEC 11801 (2a edición, clase E).

- NEMA WC66.
- EN 50173-1.
- UL.
- IEC 60332-1 (parte 1).
- IEC 60332-3 C.
- IEC 1034 1/2.
- IEC 60754-1/2.
- NES 713.
- NMX-I-248-NYCE-2005.

2.2. Elementos de interconexión

2.2.1. Switch

Conectividad:

- 24 puertos 10/100/1000BASE-T, cuatro de los cuales soportan 1000BASE-T SFP

Rendimiento:

- Capacidad de computación: 56 Gbps
- Tasa de envío: 41.7 Mbps
- Capacidad tabla de MAC: 16000 direcciones
- Capacidad VLANs: 1024

Dimensiones:

- 446 x 44.5 x 254.3 mm

Peso:

- 3.6 kg

Especificaciones ambientales:

- Temperatura de operación: 0º a 45º C
- Temperatura de almacenamiento: -40º a 70º C
- Humedad de operación: 10% a 85% de humedad relativa, no condensada
- Humedad de almacenamiento: 0 a 95% de humedad relativa, no condensada

Certificados de seguridad

- UL-UL60950-1
- C-UL a CAN/CSA 22.2 No.60950-1
- TUV4GS a EN 60950-1
- CB-IEC60950-1
- EN 60825-1

Certificados de compatibilidad electromagnética

- FCC 47CFR Parte 15 Clase A

- EN 55022 Clase A
- ICES-003 Clase A
- VCCI Clase A
- AS/NZS CISPR 22 Clase A
- EN 5524
- EN 300386
- CE

2.2.2. Conectores

Características conectores RJ45:

- Desempeño superior a 250 Mhz.
- Guía de hilos en policarbonato, llegada de los cables por arriba y por abajo.
- Conexión sin herramienta (autoponchable o autoinsertable).
- Etiqueta de identificación de contactos y código de color T 568 A y B.
- Para montaje sobre placas de pared, cajas superficiales y paneles de parcheo modulares de 24 y 48 puertos tipo Keystone.
- Los conectores RJ-45 K6, cumplen con las normas ISO/IEC 11801,
- EIA/TIA 568 B.2-1, EN 50173, UL y NMX-I-NYCE-248-2005.
- Cubrepolvos abatible.
- Categoría marcada en el cubrepolvo (quintado C6).

Especificaciones técnicas:

- Resistencia por aislamiento $> 10 \text{ M } \Omega$.
- Protección de fi lamentos $50\mu\text{m}$ oro platinado.
- Contactos de horquilla sistema IDC, por desplazamiento del aislante a 35° para una mayor fuerza de sujeción, soporta cables cal. 22, 23, 24 y 26 AWG.
- Frecuencia: 100 Mhz – 250 Mhz
- Atenuación (Pérdida por inserción): $<0.1 \text{ dB} - <0.2 \text{ dB}$
- NEXT[®]: 58 dB - 47.5 dB
- Pérdida de retorno: 24 dB - 16 dB

Normativa de referencia:

- ISO/IEC 11801
- EIA/TIA 568 B.2-1
- EN 50173
- UL
- NMX-I-NYCE-248-2005

2.3. Calidad y garantías de la instalación

2.3.1. Calidad de los materiales

Los materiales y componentes instalados serán nuevos y de calidad necesaria para poder cumplir, como mínimo, las especificaciones técnicas presentes en este pliego.

2.3.2. Garantías del sistema

La garantía que se exige recae sobre la empresa instaladora y el propio fabricante de los elementos que cubran los siguientes aspectos:

- Garantía de rendimiento de fabricación de los componentes mínima de 15 años.
- Aplicaciones: cualquier aplicación diseñada para funcionar sobre el sistema diseñado funcionara sobre la instalación realizada durante toda su vida útil.
- Coste de la sustitución: los materiales defectuosos serán reparados o sustituidos. Los costes razonables de reinstalación serán sufragados por el instalador y en su defecto por el fabricante.

3. Condiciones de ejecución

3.1. Dirección de obra

3.1.1. Dirección técnica

La realizará un Ingeniero Técnico en Informática con las atribuciones de Dirección Facultativa de la obra e interpretación técnica y económica del Proyecto, así como señalar las medidas necesarias para llevar a cabo el desarrollo de la obra, estableciendo las adaptaciones y modificaciones precisas.

El director técnico estará obligado a presar la asistencia necesaria, inspeccionando la ejecución de la obra, realizando las vistas necesarias y comprobando que se cumplen las hipótesis del proyecto, introduciendo en caso contrario las modificaciones que crea oportunas, adoptará soluciones oportunas en los casos imprevisibles que puedan surgir, redactará las certificaciones económicas de la obra ejecutada, redactara las actas de comienzo y fin de las mismas.

3.1.2. Contratista o instalador

La ejecución del proyecto se encomendará a contratistas debidamente autorizados, quienes acreditaran tales circunstancias y serán responsables a todos los efectos de los hechos que pudieran derivarse del incumplimiento de las condiciones acordadas.

El contratista proporcionará por su cuenta tanto el personal auxiliar como las herramientas necesarias para la realización de la instalación y de las pruebas de certificación.

3.1.3. Propiedad o promotor

La propiedad o promotor es aquella persona física o jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, con los cauces legales establecidos, las obras reflejadas en el proyecto.

La propiedad o promotor, Universidad de Cádiz, estará obligada a establecer un contrato con el contratista, nombrar un director técnico y hacer satisfacer todos los honorarios.

3.1.4. Representantes

La propiedad o promotor podrá nombrar en su representación a un ingeniero Director Técnico que tendrá las atribuciones correspondientes, esta persona podrá nombrar subalternos que tendrán la autoridad ejecutiva a través del libro de ordenes.

El contratista estará obligado a presar su máxima colaboración al director técnico y personal subalterno.

El contratista podrá designar una persona que asuma la dirección de los trabajos que se ejecuten y que actúe como representante suyo ante la promotora, esta persona deberá tener conocimientos técnicos suficientes y ser aceptada por el director técnico.

3.2. Procedimientos de ejecución

3.2.1. Condiciones de instalación

El contratista durante la instalación deberá garantizar que los trabajos a desempeñar no alterarán los trabajos desarrollados por el personal de la Universidad de Cádiz, o en su defecto que permitan garantizar unos servicios mínimos de funcionamiento.

3.2.2. Cableado

El sistema de cableado de par trenzado cumplirá todos los requisitos de prestaciones de los estándares existentes y requisitos de enlace.

El cableado será de categoría 6, no permitiéndose la utilización de puntos de consolidación en estas instalaciones, teniendo que llegar obligatoriamente el cableado de datos sin cortes desde el panel de conexiones del rack al punto de acceso.

Durante la instalación de los cables se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- El destrenzado máximo de los cables será el mínimo necesario para realizar las conexiones, no superando en ningún caso la longitud de destrenzado de 13 mm.
- Se minimizará la longitud de cubierta pelada necesaria para realizar la conexión, no superando en ningún caso la longitud de 25 mm.
- La conexión del cable a tomas y paneles se realizará de acuerdo con los esquemas de conexión T568A ó T568B, pero respetando cualquiera de los dos esquemas en ambos extremos de la terminación del cableado. Todos los conectores serán del tipo RJ45 de 8 contactos.
- Se respetaran las tensiones máximas de tracción especificadas por el fabricante, de manera que no se altere la estructura interna de dichos cables.
- Se respetará el radio de curvatura mínimo de los cables
- Se protegerán las aristas afiladas que puedan dañar la cubierta de los cables durante su instalación.
- Las bridas de fijación deberán permitir el desplazamiento longitudinal de los cables a través de ellas, no estrangulando en ningún caso los cables.
- Las bridas y accesorios utilizados para sujetar los cables se instalaran por medios manuales, y nunca utilizando medios mecánicos como alicates o tenazas, para evitar la posible deformación de la cubierta del cableado.
- Los cruces de los cables de comunicaciones con otros servicios (electricidad, alarma, incendios, etc.) se realizará perpendicularmente, asegurando la mínima superficie de contacto posible.

-

Distancia mínima de separación:

Por razones de seguridad y rendimiento de la transmisión, se recomienda la separación entre los cables de datos de cobre y los cables de alimentación de ciertos equipos eléctricos. Para ello, se pueden utilizar estructuras de soporte para el cable separadas o separando físicamente los cables en la misma estructura de soporte. Las distancias recomendadas se pueden encontrar en la siguiente tabla. Además, allí donde el cable atravesase paredes, techos o cualquier otra barrera para el fuego, es esencial que se utilice material apropiado para retardar el paso de la llama.

Tipo de instalación	Distancia mínima de separación (mm)		
	Sin divisor metálico	Con divisor de aluminio	Con divisor de acero
Cable de alimentación sin pantalla y cable IT sin pantalla	200	100	50
Cable de alimentación sin pantalla y cable IT con pantalla	20	20	5
Cable de alimentación con pantalla y cable IT sin pantalla	30	10	2
Cable de alimentación con pantalla y cable IT con pantalla	0	0	0

Tabla 3.1 – Distancia mínima de separación

3.2.3. Latiguillos

Todos los latiguillos serán montados en fábrica, evitando que por malos hábitos de instalación, el sistema de comunicaciones no cumpla con los criterios para los que se ha diseñado.

3.2.4. Canalizaciones

Para los sistemas de distribución troncal, se usaran los patinillos o canalizaciones verticales u horizontales comunes al resto de servicios instalados en el edificio, pero salvaguardando las distancias y teniendo canalizaciones de uso exclusivo para el sistema de cableado estructurado. Todas las recomendaciones sobre esta parte están basadas en la normativa EIA/TIA 569^a sobre Espacios y Canalizaciones en planta interna y la normativa EIA/TIA 758 sobre Canalizaciones en planta externa.

En la siguiente tabla se puede dimensionar la canalización de acuerdo al número de cables necesarios.

Tamaño del conducto (mm)	Diámetro externo del cable			
	4.6	5.6	6.1	7.4
16	1	0	0	0
21	5	4	3	2
27	8	7	6	3
35	14	12	10	6
40	18	16	15	7
53	26	22	20	14
63	40	36	30	17
78	60	50	40	20

Tabla 3.2 – Número máximo de cables

3.2.5. Armarios rack

La instalación de cableado que se realice en los armarios deberá permitir la posibilidad de que estos se desplacen tres metros aproximadamente.

3.3. Normas de rotulación

Se deberá realizar la identificación de todo el subsistema de cableado y los elementos participantes en el mismo, para ello se utilizarán bridas identificadoras. En aquellos lugares que no se puedan utilizar bridas identificativas se utilizarán materiales plásticos termograbados de alta adherencia.

Deben identificarse los siguientes aspectos:

- Los cables deben rotularse en sus extremos con el mismo número identificativo.
- El número identificativo debe ser único en la instalación, no repitiéndose en diferentes switches o racks.

Para llevar a cabo esta labor utilizaremos la siguiente numeración, un primer número precedido de la letra "R" hará referencia al Rack al que pertenece dicho cableado, un segundo número precedido de la letra "P" hará referencia al Switch dentro de ese Rack con el que conecta, y un tercer número indicará el puerto al que es conectado dentro del Switch, la separación de dichos números se realizará mediante guiones, la numeración de nuestro cableado sería:

Cableado correspondiente	Numeración
AP-1	R1-P8-0
AP-2	R1-P8-1
AP-3	R1-P8-2
AP-4	R1-P8-3
AP-5	R1-P8-4
AP-6	R1-P8-5
AP-7	R1-P8-6
AP-8	R1-P8-7

Tabla 3.3 – Numeración cableado

4. Condiciones de certificación

4.1. Generalidades

Una vez finalizada la instalación, se procederá a la certificación de la misma. Se verificará que todos los materiales y elementos instalados están correctamente rotulados y codificados, y se ajustan en cantidad y distribución a las especificaciones proporcionadas.

A continuación se verificará el 100% de los enlaces y canales del sistema. Existen diferentes equipos de certificación con los que se puede trabajar. El director técnico seleccionará el que más se ajuste a la instalación realizada. Se realizarán tres tipos de certificaciones:

Certificación de subsistema horizontal

- Medidas en todos los enlaces que componen un subsistema de planta.
- Se realizará por la dirección de obra inmediatamente después de la instalación de cada subsistema. Ante cualquier anomalía la instalación debe corregirse de forma inmediata.

Certificación de Back-Bone

- Medida de todos los enlaces entre subsistemas horizontales
- Se realizará por la dirección de la obra inmediatamente después de la instalación de todo el sistema troncal. Ante cualquier anomalía la instalación debe corregirse de forma inmediata.

Certificación final

- Parámetros globales de toda la instalación con indicación de puntos críticos.
- Se realizará una vez concluida toda la instalación.

4.2. Parámetros y medidas a realizar. Condiciones de medida

4.2.1. Pruebas sobre el cableado de cobre

- Todas las pruebas de certificación sobre categoría 6 se realizarán con un dispositivo de calibrado con barrido de hasta 250 MHz.
- Los equipos de pruebas deberán contar con un nivel de precisión adecuado: Nivel III para categoría 6.
- Todos los canales instalados deben tener un rendimiento igual o mejor que los requisitos especificados a continuación:

Parámetros categoría 6	250 MHz
	Mínimo
Pérdidas de retorno	10 dB
NEXT	33.1 dB
PS NEXT	30.2 dB
ACR	-2.8 dB
PS ACR	-5.8 dB
ELFEXT	15.6 dB
PS ELFEXT	12.3 dB

Tabla 4.1 – Parámetros mínimos en canales de categoría 6

Parámetros categoría 6	250 MHz
	Máximo
Pérdidas de inserción	33.7 dB
Atenuación	36 dB

Tabla 4.2 – Parámetros mínimos y máximos en canales de categoría 6

- El enlace permanente deberá ser medido de acuerdo al IEC 61935 con un equipo de medida de Nivel III configurado para enlace permanente de clase E en referencia a las normas de rendimiento recogidas en la ISO 11801.
- Todos los enlaces instalados deben tener un rendimiento igual o mejor que el especificado a continuación.

Parámetros categoría 6	250 MHz
	Mínimo
Pérdidas de retorno	11.3 dB
NEXT	33.1 dB
PS NEXT	30.2 dB
ACR	2.4 dB
PS ACR	-0.5 dB
ELFEXT	16.2 dB
PS ELFEXT	13.2 dB

Tabla 4.3 – Parámetros mínimos en enlaces de categoría 6

Parámetros categoría 6	250 MHz
	Máximo
Pérdidas de inserción	33.7 dB
Atenuación	30.7 dB

Tabla 4.4 – Parámetros mínimos y máximos en enlaces de categoría 6

4.2.2. Pruebas de Switch

El contratista deberá realizar las pruebas necesarias con la dirección técnica de la Universidad de Cádiz para verificar el correcto funcionamiento de los equipos y elementos instalados

4.3. Formato de certificación

4.3.1. Emplazamiento

Dirección		
Provincia	Localidad	Código postal

Tabla 4.5 – Emplazamiento

4.3.2. Certificador

Nombre y apellidos		
Dirección		
Provincia	Localidad	Código postal
Número colegiado	Teléfono	Email

Tabla 4.6 – Certificador

4.3.3. Características técnicas del sistema de cableado

Sistema a medir	Parámetro	Mediciones	
		Enlace	Canal
R1-P8-0	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
	PS ELFEXT		
	Pérdidas de inserción		
R1-P8-1	Atenuación		
	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
	PS ELFEXT		
R1-P8-2	Pérdidas de inserción		
	Atenuación		
	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
PS ELFEXT			
	Pérdidas de		

	inserción		
	Atenuación		
R1-P8-3	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
	PS ELFEXT		
	Pérdidas de inserción		
	Atenuación		
	R1-P8-4	Pérdidas de retorno	
NEXT			
PS NEXT			
ACR			
PS ACR			
ELFEXT			
PS ELFEXT			
Pérdidas de inserción			
R1-P8-5	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
	PS ELFEXT		
	Pérdidas de inserción		
R1-P8-6	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
	PS ELFEXT		
Pérdidas de inserción			

	Atenuación		
R1-P8-7	Pérdidas de retorno		
	NEXT		
	PS NEXT		
	ACR		
	PS ACR		
	ELFEXT		
	PS ELFEXT		
	Pérdidas de inserción		
	Atenuación		

Tabla 4.7 – Medición de parámetros

4.3.4. Resultado de la certificación

Comprobada la instalación del cableado estructurado correspondiente a los emplazamientos indicados al comiendo de este documento se concluye, según el protocolo de pruebas expuesto, que:

- Por lo que respecta al material empleado, este cumple tanto con las condiciones técnicas impuestas pro la normativa EN50173-1, así como otras normativas aplicales en instalaciones de esta tipología.
- No existen anomalías graves que impidan la certificación de la instalación, ya que todos los enlaces/canales se encuentran operativos a nivel de clase D o superior, según la norma EN50173-1, tal y como se prescribía en el correspondiente pliego de condiciones que se adjunta en este proyecto.

Por lo cual se emite la presente certificación de la instalación reseñada.

Fecha de certificación	Firmado

Tabla 4.8 – Certificación



Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

**ESTADO DE
MEDICIONES**

**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLÍVAR]**

ÍNDICE

1. Estado de mediciones.....	109
1.1. Distancias de cableado.....	109
1.2. Listado de unidades.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

III. Tabla 1.1 – Mediciones de cableado.....	109
IV. Tabla 2.1 – Listado de unidades.....	109

1. Estado de mediciones

1.1. Distancias de cableado

		Distancia hasta el Rack en metros
Planta baja	AP 1	46,088
	AP 2	70,532
Planta primera	AP 3	9,48
	AP 4	24,055
	AP 5	31,485
Planta segunda	AP 6	27,644
	AP 7	34,549
	AP 8	45,585

Tabla 1.1 – Mediciones de cableado

1.2. Listado de unidades

Elemento	Tipo	Unidades
Metro de cable	UTP - Categoría 6	300
Switch	Juniper EX2200	1
Conectores de red	RJ-45 Macho - Categoría 6	16
Rosetas	RJ-45 Hembra - Categoría 6	8
Latiguillos de cable	1 metro - Categoría 6	8
Latiguillos de cable	2 metro - Categoría 6	8
Panel Pasahilos	Categoría 6	2
Patch panel	24 puertos - Categoría 6	1
AP	Cisco 1140	8

Tabla 1.2 – Listado de unidades



Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

PRESUPUESTO

**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLIVAR]**

ÍNDICE

1. Presupuesto.....115

ÍNDICE DE TABLAS

II. Tabla 1.1 – Presupuesto.....115

1. Presupuesto

Acción	Coste por unidad	Coste total
Instalación del patch panel en el rack	78,108	78,108
Instalación del switch en el rack	2550,7	2550,7
Instalación del panel pasahilos	17,7905	35,581
Instalación del cableado desde la sala del rack a las localizaciones de los AP	1,311	393,3
Instalación de los AP	431,25	3450
Conexión del cableado del sistema	16,1	128,8
Configuración del switch	300	300
Configuración del AP	55	440
Pruebas de certificación	15	400
Total		7776,489

Tabla 1.1 – Presupuesto

Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

ANEXO

**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLÍVAR]**

ÍNDICE

1. Ficha técnica de los dispositivos.....121



EX2200 ETHERNET SWITCH

Product Overview

High-performance businesses demand high-performance networking solutions. The Juniper Networks EX2200 Ethernet Switch offers an economical, entry-level, stand-alone solution for access-layer deployments in branch and remote offices, as well as campus networks.

Product Description

Featuring complete Layer 2 and basic Layer 3 switching capabilities, the Juniper Networks® EX2200 line of fixed configuration Ethernet switches satisfies the branch and low-density wiring closet connectivity requirements of today's high-performance businesses. Four platform configurations are available offering 24 and 48 10/100/1000BASE-T ports with or without Power over Ethernet (PoE). The PoE-enabled EX2200 models include a maximum system budget of 405 W to deliver up to 15.4 watts of standards-based 802.3af Class 3 PoE or 30 watts of standards-based 802.3at PoE+ for supporting networked devices such as telephones, video cameras, multiple radio IEEE 802.11n wireless LAN (WLAN) access points and video phones in converged networks.

Additional features include:

- Four front panel small form-factor pluggable transceiver (SFP) GbE uplink ports provide high-speed connectivity to aggregation layer switches or other upstream devices.
- Fixed power supply and uplink ports ensure operational simplicity.
- Low power consumption, low acoustic fans, and small 10-inch wide footprint enable flexible, environmentally friendly deployment.
- Support for L2 protocols as well as L3 protocols like RIP and static routing in base license.
- Optional enhanced license for supporting additional L3 protocols such as OSPF, Internet Group Management Protocol (IGMP v1/v2/v3), and Protocol Independent Multicast (PIM).
- Single release train for Juniper Networks Junos® operating system ensures consistent control plane feature implementation.
- Modular Junos OS prevents a switch reboot if a single protocol feature fails.
- Managed through a single application, Juniper Networks Network and Security Manager.
- Integrates with Juniper Networks Unified Access Control to provide per-user access control and policing.
- Enhanced limited lifetime switch hardware warranty provides return-to-factory switch replacement.
- Built-in Web interface (Juniper Networks J-Web Software).

Product Overview

The Juniper Networks EX2200 line of Ethernet switches offers a compact, high-performance solution for supporting today's converged network access deployments.

Each EX2200 switch includes an application-specific integrated circuit (ASIC)-based Packet Forwarding Engine (PFE) with an integrated CPU to consistently deliver wire-rate forwarding, even with all control plane features enabled. Based on existing, field proven Juniper Networks technology, the PFE brings the same level of carrier-class performance and reliability to the EX2200 switches that Juniper Networks routers bring to the world's largest service provider networks.

Architecture and Key Components

The EX2200 occupies a single rack unit, delivering a compact solution for crowded wiring closets and access locations where space and power are at a premium. The EX2200 switch's 10-inch depth and low acoustics also make it ideal for open office deployments.

Each EX2200 switch supports four fixed front panel GbE uplink ports with pluggable optics (purchased separately) for high-speed backbone or link aggregation connections between wiring closets and upstream aggregation switches. The EX2200 also features a front panel mode button that offers a simple interface for bringing devices up and selecting LED modes.

A dedicated rear panel RJ-45 Ethernet port is available for out-of-band management, while a rear panel USB port can be used to easily upload the Junos operating system and configuration files.

Features and Benefits

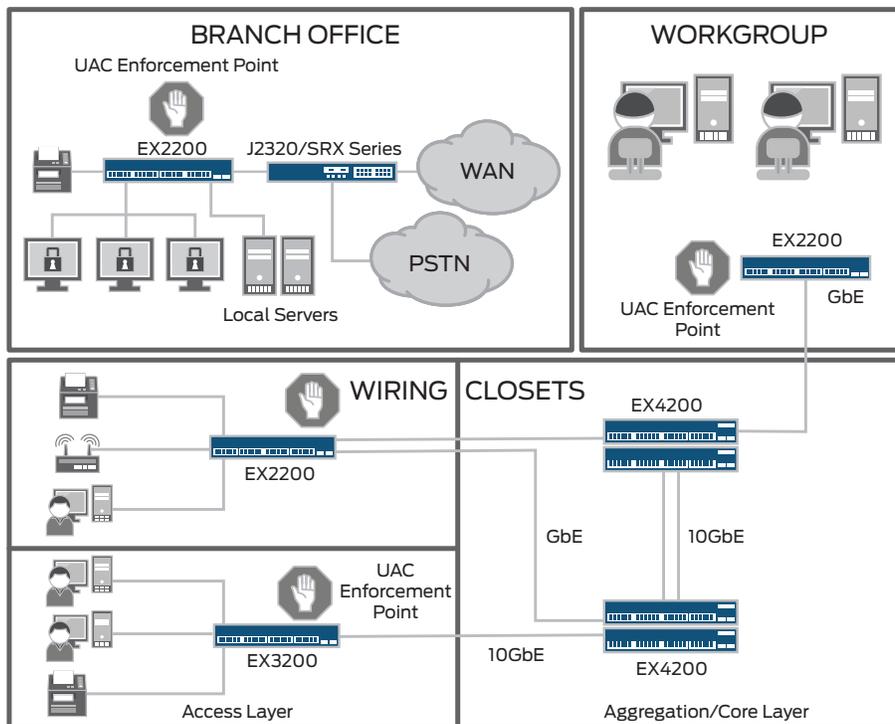
High Availability Features

- Redundant Trunk Group (RTG): To avoid the complexities of the Spanning Tree Protocol (STP) without sacrificing network resiliency, the EX2200 employs a redundant trunk group to provide the necessary port redundancy and simplify switch configuration.
- Power resiliency through external redundant power supply: The EX2200 supports an optional redundant power supply (RPS) unit* which provides power resiliency.

Junos Operating System

The EX2200 runs the same Junos OS used by other Juniper Networks EX Series Ethernet Switches, as well as all of Juniper's routers and Juniper Networks SRX Series Services Gateways. By utilizing a common operating system, Juniper delivers a consistent implementation and operation of control plane features across all products. To maintain that consistency, Junos OS adheres to a highly disciplined development process that uses a single source code, follows a single quarterly release train, and employs a highly available modular architecture that prevents isolated failures from bringing down an entire system.

These attributes are fundamental to the core value of the software, enabling all Junos OS-powered products to be updated simultaneously with the same software release. All features are fully regression-tested, making each new release a true superset of the previous version; customers can deploy the software with complete confidence that all existing capabilities will be maintained and operate in the same way.



The EX2200 line provides a high-performance solution for converged networks in branch offices as well as campus wiring closets.

* Planned for future release



Junos OS uses a single source code, adheres to a consistent and predictable release train, and employs a single modular architecture.

Converged Environments

The EX2200 provides the highest levels of flexibility and features in its class for the most demanding converged data, voice, and video environments, delivering a reliable platform for unifying enterprise communications.

By providing a full 15.4 watts of Class 3 PoE to VoIP telephones, closed-circuit security cameras, wireless access points, and other IP-enabled devices, the EX2200 delivers a future proofed solution for converging disparate networks onto a single IP infrastructure. The EX2200 PoE switches also support 802.3at standards-based PoE+ for powering networked devices like multiple radio IEEE 802.11n wireless access points, and video phones that may require more power than available with IEEE 802.3af.

To ease deployment, the EX2200 supports the industry-standard Link Layer Discovery Protocol (LLDP) and LLDP-Media Endpoint Discovery (LLDP-MED) protocol, enabling the switches to automatically discover Ethernet-enabled devices, determine their power requirements, and assign virtual LAN (VLAN) membership.

In addition, the EX2200 supports rich quality-of-service (QoS) functionality for prioritizing data, voice, and video traffic. The switches support eight class-of-service (CoS) queues on every port, enabling them to maintain multilevel, end-to-end traffic prioritizations. The EX2200 also support a wide range of policy options, including strict priority, low-latency, weighted random early detection (WRED), and shaped deficit weighted round-robin (SDWRR) queuing.

Security

The EX2200 fully integrates with Juniper Networks Unified Access Control, which consolidates all aspects of a user's identity, device, and location. This enables administrators to enforce access control and security down to the individual port or user levels.

Working as an enforcement point within UAC, the EX2200 provides both standards-based 802.1X port-level access control for multiple devices per port, as well as Layer 2-4 policy enforcement based on user identity, location, and/or device. A user's identity, device type, machine posture check, and location can be used to determine whether access should be granted and for how long. If access is granted, the switch assigns the user's device to a specific VLAN based on authorization policy. The switch can also apply security policies, QoS policies, or both, or it

can mirror user traffic to a central location for logging, monitoring, or threat detection by intrusion prevention systems.

The EX2200 also provides a full complement of integrated port security and threat detection features, including Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) snooping, Dynamic ARP Inspection (DAI), and media access control (MAC) limiting to defend against internal and external spoofing, man-in-the-middle and denial of service (DoS) attacks.

Simplified Management and Operations

The EX2200 includes port profiles that allow network administrators to automatically configure ports with security, QoS, and other parameters based on the type of device connected to the port. Six preconfigured profiles are available, including default, desktop, desktop plus IP phone, WLAN access point, routed uplink, and Layer 2 uplink. Users can select from the existing profiles or create their own and apply them through the command-line interface (CLI), J-Web Software interface, or management system.

In addition, a feature called system snapshot makes a copy of all software files used to run the switch—including the Junos operating system, the active configuration and the rescue configuration—that can be used to reboot the switch at the next power-up or as a backup boot option. The Junos OS software can also be pre-installed on a flash drive and used to boot the EX2200 at any time.

Another feature, called automatic software download, enables network administrators to easily upgrade the EX2200 using the DHCP message exchange process to download and install software packages. Users simply configure the automatic software download feature on EX2200 switches acting as DHCP clients and establish a path to the server where the software package file is installed. The server then communicates the path to the software package file through DHCP server messages.

Four system management options are available for the EX2200 line. The standard Junos OS CLI management interface offers the same granular capabilities and scripting parameters found in any router powered by the Junos operating system. The EX2200 also includes the integrated J-Web interface, an embedded web-based device manager that allows users to configure, monitor, troubleshoot, and perform system maintenance on individual switches via a browser-based graphical interface.

When managing a group of EX2200 switches, the Network and Security Manager provides system-level management across all Juniper Networks switches in the network from a single console.

Finally, EX2200 fault, configuration, and performance data can be exported to leading third-party management systems such as HP OpenView, IBM Tivoli, and Computer Associates Unicenter software, providing a complete, consolidated view of network operations.

Junos Space

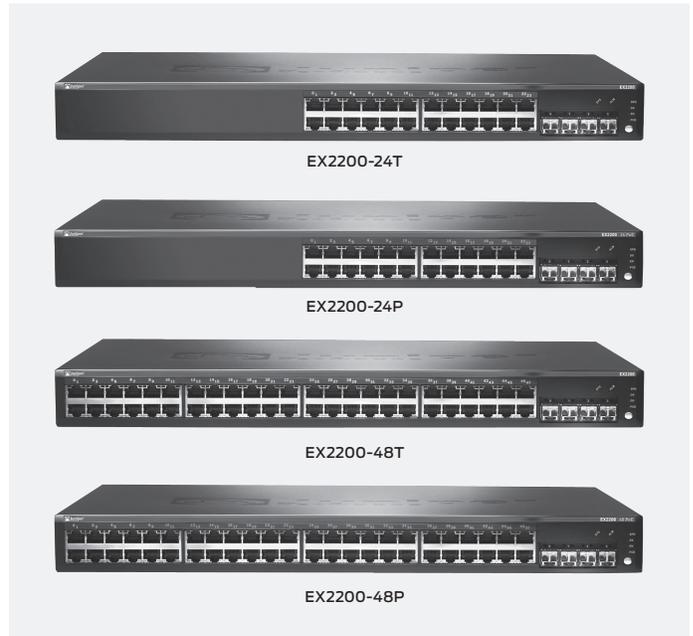
Juniper also offers a comprehensive suite of network operational application tools that provide a smart, simple, and open approach for automating the deployment and operation of a Juniper infrastructure.

These tools are based on a single network application platform called Juniper Networks Junos® Space, an open, programmable application platform for hosting network infrastructure and operational applications across the entire management life cycle of the network. Explicitly designed to allow partners and customers to build and deploy smart, simple, and easy-to-use applications, Junos Space provides multiple management and infrastructure applications for managing Juniper resources and assets, including inventory management, device and interface configuration, automated software management and deployment, and event-driven fault management. These platform applications are embedded within the core product, allowing users to control any part of their environment when used in conjunction with multiple add-on applications. Junos Space will support a full portfolio of applications for automating network infrastructure and operations covering the campus LAN and data center network environments.

Designed to automate the configuration, visualization, monitoring, and administration of large switch and router networks, these Junos Space applications offer predefined automation schemes and best practice templates to enable rapid and accurate deployments.

Enhanced limited Lifetime Warranty

The EX2200 includes an enhanced limited lifetime hardware warranty that provides next business day advance hardware switch replacement for as long as the original purchaser owns the product. The warranty includes lifetime software updates, advanced shipping of spares within one business day, and 24x7 JTAC support for 90 days after the purchase date. Power supplies and fan trays are covered for a period of five years. For complete details, please visit www.juniper.net/support/warranty.



EX2200 Ethernet Switch Specifications

Physical Specifications

Dimensions (W x H x D)

- Width: 17.4 in (44.1 cm) for desktop installations
17.5 in (44.6 cm) with rack-mount brackets
- Height: 1.75 in (4.45 cm) for 1U installations
- Depth: 10 in (25.43 cm)

Weight

- EX2200-24T: 6 lb (2.7 kg)
- EX2200-24P: 8 lb (3.6 kg)
- EX2200-48T: 8 lb (3.6 kg)
- EX2200-48P: 10 lb (4.5 kg)

Environmental Ranges

- Operating temperature: 32° to 113° F (0° to 45° C)
- Storage temperature: -40° to 158° F (-40° to 70° C)
- Operating altitude: up to 10,000 ft (3,048 m)
- Non-operating altitude: up to 16,000 ft (4,877 m)
- Relative humidity operating: 10% to 85% (noncondensing)
- Relative humidity non-operating: 0% to 95% (noncondensing)

Power Options

MODEL	MAXIMUM SYSTEM POWER CONSUMPTION (INPUT POWER WITHOUT POE)	TOTAL POE POWER BUDGET
EX2200-24T-4G	50 W AC	0
EX2200-24P-4G	65 W AC	405 W
EX2200-48T-4G	76 W AC	0
EX2200-48P-4G	91 W AC	405 W

Cooling

Airflow:

- 24T/48T: 11 cfm
- 24P/48P: 16.4 cfm

Hardware Specifications

- Switching Engine Model: Store and forward
- DRAM: 512 MB
- Flash: 1 GB
- CPU: 800 MHz ARM CPU
- GbE port density per system:
 - 24P/24T: 28 (24 host ports + four-port GbE uplinks)
 - 48P/48T: 52 (48 host ports+ four-port GbE uplinks)

Optics

- 100 Mbps optic/connector type: LC SFP fiber supporting 100BASE-FX SFP (multimode) and BX (single strand)
- 10/100/1000BASE-T connector type RJ-45
- GbE SFP optic/connector type: RJ-45, or LC SFP fiber supporting 1000BASE-T SFP, SX (multimode), LX (single-mode), or LH/ZX (single-mode)

Physical Layer

- Physical port redundancy: Redundant Trunk Group (RTG)
- Time-domain reflectometry (TDR) for detecting cable breaks and shorts
- Auto MDI/MDIX (medium-dependent interface/medium-dependent interface crossover) support
- Port speed downshift/setting maximum advertised speed on 10/100/1000BASE-T ports

Packet Switching Capacities

- 24P/24T: 56 Gbps
- 48P/48T: 104 Gbps

Layer 2 Throughput (Mpps)

- 24P/24T: 41.7 Mpps (wire speed)
- 48P/48T: 77.4 Mpps (wire speed)

Layer 2 Switching

- Maximum MAC addresses per system: 16,000
- Jumbo frames: 9216 bytes
- Number of VLANs: 1,024
- Port-based VLAN
- MAC-based VLAN
- Voice VLAN
- Private VLAN (PVLAN)
- Compatible with Per-VLAN Spanning Tree Plus (PVST+)
- RVI (Routed VLAN Interface)
- IEEE 802.1AB: Link Layer Discovery Protocol (LLDP)
- LLDP-MED with VoIP integration
- IEEE 802.1D: Spanning Tree Protocol
- IEEE 802.1p: CoS prioritization
- IEEE 802.1Q: VLAN tagging
- IEEE 802.1Q-in-Q: VLAN Stacking
- IEEE 802.1s: Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)
- Number of MST instances supported: 64
- IEEE 802.1w: Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)
- IEEE 802.1X: Port Access Control
- IEEE 802.3: 10BASE-T
- IEEE 802.3u: 100BASE-T
- IEEE 802.3ab: 1000BASE-T
- IEEE 802.3z: 1000BASE-X
- IEEE 802.3af: PoE
- IEEE 802.3at: PoE+
- IEEE 802.3x: Pause Frames/Flow Control
- IEEE 802.3ad: Link Aggregation Control Protocol (LACP)
- IEEE 802.3ah: Ethernet in the First Mile
- IEEE 802.1ag: Connectivity Fault Management (CFM)

Layer 3 Features: IPv4

- Maximum number of Address Resolution Protocol (ARP) entries: 2,000
- Maximum number of IPv4 unicast routes in hardware: 6500
- Routing protocols:
 - RIP v1/v2
 - OSPF v1/v2 (with 4 active interfaces)
- Static routing
- IP directed broadcast

Layer 3 Features: IPv6 Management Functionality

- Neighbor discovery, Syslog, Telnet, SSH, J-Web, SNMP, NTP, DNS
- Static routing

Supported RFCs

- RFC 3176 sFlow
- RFC 2925 MIB for remote ping, trace
- RFC 1122 Host requirements
- RFC 768 UDP
- RFC 791 IP
- RFC 783 Trivial File Transfer Protocol (TFTP)
- RFC 792 Internet Control Message Protocol (ICMP)
- RFC 793 TCP
- RFC 826 ARP
- RFC 894 IP over Ethernet
- RFC 903 Reverse ARP (RARP)
- RFC 906 TFTP bootstrap
- RFC 1027 Proxy ARP
- RFC 2068 HTTP server
- RFC 1812 Requirements for IP Version 4 routers
- RFC 1519 Classless Interdomain Routing (CIDR)
- RFC 1256 IPv4 ICMP Router Discovery (IRDP)
- RFC 1058 RIP v1
- RFC 2453 RIP v2
- RFC 1492 TACACS+
- RFC 2138 RADIUS authentication
- RFC 2139 RADIUS accounting
- RFC 3579 RADIUS Extensible Authentication Protocol (EAP) support for 802.1X
- RFC 5176 Dynamic Authorization Extensions to RADIUS
- RFC 2267 Network ingress filtering
- RFC 2030 Simple Network Time Protocol (SNTP)
- RFC 854 Telnet client and server
- RFC 951, 1542 BootP
- RFC 2131 BOOTP/DHCP relay agent and DHCP server
- RFC 1591 Domain Name System (DNS)
- RFC 2474 DiffServ Precedence, including 8 queues/port
- RFC 2598 DiffServ Expedited Forwarding (EF)
- RFC 2597 DiffServ Assured Forwarding (AF)
- LLDP Media Endpoint Discovery (LLDP-MED), ANSI/TIA-1057, draft 08

Security

- MAC limiting
- Allowed MAC addresses—configurable per port
- Dynamic ARP inspection (DAI)
- Proxy ARP
- Static ARP support
- DHCP snooping
- IP source guard
- 802.1X port-based
- 802.1X multiple supplicants
- 802.1X with VLAN assignment
- 802.1X with authentication bypass access (based on host MAC address)

Security (continued)

- 802.1X with VoIP VLAN support
- 802.1X dynamic ACL based on RADIUS attributes
- 802.1X Supported EAP types: Message Digest 5 (MD5), Transport Layer Security (TLS), Tunneled Transport Layer Security (TTLS), Protected Extensible Authentication Protocol (PEAP)
- Trusted Network Connect (TNC) certified
- Static MAC authentication
- MAC-RADIUS
- Control plane DoS protection

Access control lists (ACLs) (Junos OS firewall filters)

- Port-based ACL (PACL)—ingress
- VLAN-based ACL (VACL)—ingress and egress
- Router-based ACL (RACL)—ingress and egress
- ACL entries (ACE) in hardware per system: 1,500
- ACL counter for denied packets
- ACL counter for permitted packets
- Ability to add/remove/change ACL entries in middle of list (ACL editing)
- L2-L4 ACL

High Availability

- External redundant power supply (RPS) option*
- Link Aggregation
- 802.3ad (LACP) support:
 - Number of LAGs supported: 32
 - Maximum number of ports per LAG: 8
- LAG load sharing algorithm—Bridged Unicast Traffic:
 - IP: S/D MAC, S/D IP
 - TCP/UDP: S/D MAC, S/D IP, S/D Port
 - Non-IP: S/D MAC
- LAG sharing algorithm—Routed Unicast Traffic:
 - IP: S/D IP
 - TCP/UDP: S/D IP, S/D Port
- LAG load sharing algorithm—Bridged Multicast Traffic:
 - IP: S/D MAC, S/D IP
 - TCP/UDP: S/D MAC, S/D IP, S/D Port
 - Non-IP: S/D MAC
- LAG sharing algorithm—Routed Multicast Traffic:
 - IP: S/D IP
 - TCP/UDP: S/D IP, S/D Port
- Tagged ports support in LAG

Quality of Service (QoS)

- Layer 2 QoS
- Layer 3 QoS
- Ingress policing: 1 rate 2 color
- Hardware queues per port: 8
- Scheduling methods (egress): Strict Priority (SP), shaped deficit weighted round-robin (SDWRR)
- 802.1p, DSCP /IP precedence trust and marking
- L2-L4 classification criteria: Interface, MAC address, Ethertype, 802.1p, VLAN, IP address, DSCP/IP precedence, TCP/UDP port numbers
- Congestion avoidance capabilities: Tail drop

Multicast

- IGMP snooping entries: 1,000
- IGMP: v1, v2, v3
- IGMP snooping
- PIM-SM, PIM-SSM, PIM-DM

Services and Manageability

- Junos OS CLI
- Web interface (J-Web)
- Out-of-band management: Serial, 10/100BASE-T Ethernet
- ASCII configuration
- Rescue configuration
- Configuration rollback
- Image rollback
- Element management tools: Network and Security Manager
- Proactive services support via Advanced Insight Solutions (AIS)
- Simple Network Management Protocol (SNMP): v1, v2c, v3
- Remote monitoring (RMON) (RFC 2819) Groups 1, 2, 3, 9
- Network Time Protocol (NTP)
- DHCP server
- DHCP client and DHCP proxy
- DHCP relay and helper
- RADIUS authentication
- TACACS+ authentication
- SSHv2
- Secure copy
- HTTP/HTTPS
- DNS resolver
- Syslog logging
- Temperature sensor
- Configuration backup via FTP/secure copy

Supported MIBs**

- RFC 1155 Structure of Management Information (SMI)
- RFC 1157 SNMPv1
- RFC 1905 RFC 1907 SNMP v2c, SMIv2 and revised MIB-II
- RFC 2570-2575 SNMPv3, user-based security, encryption, and authentication
- RFC 2576 Coexistence between SNMP Version 1, Version 2 and Version 3
- RFC 1212, RFC 1213, RFC 1215 MIB-II, Ethernet-like MIB, and TRAPS
- RFC 2578 SNMP Structure of Management Information MIB
- RFC 2579 SNMP Textual Conventions for SMIv2
- RFC 2925 Ping/traceroute MIB
- RFC 2665 Ethernet-like interface MIB
- RFC 1643 Ethernet MIB
- RFC 1493 Bridge MIB
- RFC 2096 IPv4 Forwarding Table MIB
- RFC 2011 SNMPv2 for IP using SMIv2
- RFC 2012 SNMPv2 for transmission control protocol using SMIv2
- RFC 2013 SNMPv2 for user datagram protocol using SMIv2
- RFC 2863 Interface MIB
- RFC 3413 SNMP Application MIB
- RFC 3414 User-based security model for SNMPv3
- RFC 3415 View-based Access Control Model for SNMP
- RFC 3621 PoE-MIB (PoE switches only)
- RFC 1724 RIPv2 MIB
- RFC 2863 Interface Group MIB
- RFC 2819 RMON MIB
- RFC 2287 System Application Packages MIB
- RFC 4188 STP and extensions MIB
- RFC 4363 Definitions of managed objects for bridges with traffic classes, multicast filtering, and VLAN extensions
- RFC 2922 LLDP MIB
- Draft – blumenthal – aes – usm - 08
- Draft – reeder - snmpv3 – usm - 3desede -00

*Planned for future release

**Unless explicitly specified for any particular MIB table or variables, Junos OS does not support SNMP set operations.

Troubleshooting

- Debugging: CLI via console, telnet, or SSH
- Diagnostics: Show and debug command statistics
- Traffic mirroring (port)
- Traffic mirroring (VLAN)
- ACL-based mirroring
- Mirroring destination ports per system: 1
- LAG port monitoring
- Multiple destination ports monitored to 1 mirror (N:1)
- Maximum number of mirroring sessions: 1
- Mirroring to remote destination (over L2): 1 destination VLAN
- IP tools: Extended ping and trace
- Juniper Networks commit and rollback

Warranty

- Enhanced limited lifetime switch hardware warranty

Safety Certifications

- UL-UL60950-1 (Second Edition)
- C-UL to CAN/CSA 22.2 No.60950-1 (Second Edition)
- TUV/GS to EN 60950-1 (Second Edition)
- CB-IEC60950-1 (Second Edition with all country deviations)
- EN 60825-1 (Second Edition)

Electromagnetic Compatibility Certifications

- FCC 47CFR Part 15 Class A
- EN 55022 Class A
- ICES-003 Class A
- VCCI Class A
- AS/NZS CISPR 22 Class A
- CISPR 22 Class A
- EN 55024
- EN 300386
- CE

NEBS

- GR-63-Core: NEBS, Physical Protection
- GR-1089-Core: EMC and Electrical Safety for Network Telecommunications Equipment
- All models except EX2200-24P-4G and EX2200-48P-4G

Telecom Quality Management

- TL9000

Environmental

- Reduction of Hazardous Substances (ROHS) 6

Noise Specifications

- Noise measurements based on operational tests taken from bystander position (front) and performed at 25° C in compliance with ISO 7779

MODEL	ACOUSTIC NOISE IN DBA
EX2200-24T-4G	32.7
EX2200-24P-4G	37.2
EX2200-48T-4G	33.5
EX2200-48P-4G	38.1

Telco

- CLEI code

Juniper Networks Services and Support

Juniper Networks is the leader in performance-enabling services that are designed to accelerate, extend, and optimize your high-performance network. Our services allow you to maximize operational efficiency while reducing costs and minimizing risk, achieving a faster time to value for your network. Juniper Networks ensures operational excellence by optimizing the network to maintain required levels of performance, reliability, and availability. For more details, please visit www.juniper.net/us/en/products-services.

Ordering Information

MODEL NUMBER	DESCRIPTION
Switches*	
EX2200-24T-4G	24-port 10/100/1000BASE-T Ethernet Switch with four SFP Gigabit Ethernet uplink ports
EX2200-24P-4G	24-port 10/100/1000BASE-T Ethernet Switch with PoE+ and four SFP Gigabit Ethernet uplink ports
EX2200-48T-4G	48-port 10/100/1000BASE-T Ethernet Switch with four SFP Gigabit Ethernet uplink ports
EX2200-48P-4G	48-port 10/100/1000BASE-T Ethernet Switch with PoE+ and four SFP Gigabit Ethernet uplink ports
EX2200-24P-4G-TAA	Trade Agreement Act-compliant, 24-port 10/100/1000BaseT (24-ports PoE) with 4 SFP uplink ports
EX2200-24T-4G-TAA	Trade Agreement Act-compliant, 24-port 10/100/1000BaseT with 4 SFP uplink ports
EX2200-48P-4G-TAA	Trade Agreement Act-compliant, 48-port 10/100/1000BaseT (48-ports PoE+) with 4 SFP uplink ports
EX2200-48T-4G-TAA	Trade Agreement Act-compliant, 48-port 10/100/1000BaseT with 4 SFP uplink ports

Mounting Options

EX-RMK	Rack mount kit for EX2200
EX-4PST-RMK	Adjustable 4-post Rack mount kit for EX2200
EX-WMK-BFL	Wall mount kit with baffle for EX2200

Enhanced Feature License**

EX-24-EFL	Enhanced Feature License for EX 2200-24T and EX2200-24P switches
EX-48-EFL	Enhanced Feature License for EX 2200-48T and EX2200-48P switches

*Each switch comes with RJ-45-to-DB-9 serial port adapter, 19" rack mount kit and connector retainer. Each system also ships with a power cord for the country for which it is shipped.

**EFL includes licenses for OSPF v1/v2, IGMP v1/v2/v3, PIM, IEEE 802.1Q-in-Q, Real-time Performance Monitoring (RPM), IEEE 802.1ag (Connectivity Fault Management)

Ordering Information (continued)

MODEL NUMBER	DESCRIPTION
Pluggable Optics	
EX-SFP-IFE-FX	SFP 100BASE-FX; LC connector; 1310 nm; 2 km reach on multimode fiber
EX-SFP-FE20KT13R15	SFP 100BASE-BX; LC connector; TX 1310 nm/RX 1550 nm; 20 km reach on single-strand, single-mode fiber
EX-SFP-FE20KT15R13	SFP 100BASE-BX; LC connector; TX 1550 nm/RX 1310 nm; 20 km reach on single-strand, single-mode fiber
EX-SFP-IGE-T	SFP 10/100/1000BASE-T copper; RJ-45 connector; 100 m reach on UTP
EX-SFP-IGE-SX	SFP 1000BASE-SX; LC connector; 850 nm; 550 m reach on multimode fiber
EX-SFP-IGE-LX	SFP 1000BASE-LX; LC connector; 1310 nm; 10 km reach on single-mode fiber
EX-SFP-IGE-LH	SFP 1000BASE-LH; LC connector; 1550 nm; 70 km reach on single-mode fiber
EX-SFP-IFE-LH	SFP 100BASE-LX; LC connector; 1310 nm; 80 km reach on single-mode fiber
EX-SFP-IFE-LX	SFP 100BASE-LX; LC connector; 1310 nm; 10 km reach on single-mode fiber
EX-SFP-IFE-LX40K	SFP 100BASE-LX; LC connector; 1310 nm; 40 km reach on single-mode fiber
EX-SFP-IGE-LX40K	SFP 1000BASE-LX; LC connector; 1310 nm; 40 km reach on single-mode fiber
EX-SFP-GE10KT13R14	SFP 1000BASE-BX; TX 1310 nm/RX 1490 nm for 10 km transmission on single-strand, single-mode fiber

MODEL NUMBER	DESCRIPTION
EX-SFP-GE10KT13R15	SFP 1000BASE-BX; TX 1310 nm/RX 1550 nm for 10 km transmission on single-strand, single-mode fiber
EX-SFP-GE10KT14R13	SFP 1000BASE-BX; TX 1490 nm/RX 1310 nm for 10 km transmission on single-strand, single-mode fiber
EX-SFP-GE10KT15R13	SFP 1000BASE-BX; TX 1550 nm/RX 1310 nm for 10 km transmission on single-strand, single-mode fiber
EX-SFP-GE40KT13R15	SFP 1000BASE-BX; TX 1310 nm/RX 1550 nm for 40 km transmission on single-strand, single-mode fiber
EX-SFP-GE40KT15R13	SFP 1000BASE-BX; TX 1550 nm/RX 1310 nm for 40 km transmission on single-strand, single-mode fiber

About Juniper Networks

Juniper Networks is in the business of network innovation. From devices to data centers, from consumers to cloud providers, Juniper Networks delivers the software, silicon and systems that transform the experience and economics of networking. The company serves customers and partners worldwide. Additional information can be found at www.juniper.net.

Corporate and Sales Headquarters

Juniper Networks, Inc.
1194 North Mathilda Avenue
Sunnyvale, CA 94089 USA
Phone: 888.JUNIPER (888.586.4737)
or 408.745.2000
Fax: 408.745.2100
www.juniper.net

APAC Headquarters

Juniper Networks (Hong Kong)
26/F, Cityplaza One
1111 King's Road
Taikoo Shing, Hong Kong
Phone: 852.2332.3636
Fax: 852.2574.7803

EMEA Headquarters

Juniper Networks Ireland
Airside Business Park
Swords, County Dublin, Ireland
Phone: 35.31.8903.600
EMEA Sales: 00800.4586.4737
Fax: 35.31.8903.601

To purchase Juniper Networks solutions, please contact your Juniper Networks representative at 1-866-298-6428 or authorized reseller.

Copyright 2011 Juniper Networks, Inc. All rights reserved. Juniper Networks, the Juniper Networks logo, Junos, NetScreen, and ScreenOS are registered trademarks of Juniper Networks, Inc. in the United States and other countries. All other trademarks, service marks, registered marks, or registered service marks are the property of their respective owners. Juniper Networks assumes no responsibility for any inaccuracies in this document. Juniper Networks reserves the right to change, modify, transfer, or otherwise revise this publication without notice.

Cisco Aironet 1140 Series Access Point

	
Performance with Investment Protection	<ul style="list-style-type: none"> • Six times faster than 802.11a/g networks • Backward-compatible with 802.11a/b/g clients • M-Drive technology optimizes RF
Easy Installation and Power Efficient	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11n performance with existing PoE switches • Sleek design blends into a variety of indoor environments
Secure Interoperability	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11n compliant • Intel Connect with Centrino Certified
Simplified Network Management	<ul style="list-style-type: none"> • Controller-based or standalone deployment options
Secure Connections	<ul style="list-style-type: none"> • Supports rogue access point detection and denial of service attacks • Management frame protection detects malicious users and alerts network administrators
Greater Network Capacity	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamic frequency selection 2 (DFS-2) compliant
Easy-to-Install, Multipurpose Mounting Bracket	<ul style="list-style-type: none"> • Designed for easy replacement of existing access points • UL 2043 plenum rated for above ceiling installation options or suspended from drop ceilings • Locks for theft protection



Taking Business Mobility Mainstream

The Cisco® Aironet® 1140 Series Access Point is a business-ready, [802.11n access point](#) designed for simple deployment and energy efficiency. The high-performance platform, which offers at least six times the throughput of existing 802.11a/g networks, prepares the business for the next wave of mobile devices and applications. Building on the Cisco Aironet heritage of RF excellence, the 1140 Series combines the industry's most widely deployed 802.11n technology with a sleek industrial design that blends seamlessly into any enterprise environment. Designed for sustainability, the 1140 Series delivers high performance from standard 802.3af Power over Ethernet while decreasing waste with multiunit eco-packs and Energy Star certified power supplies.

RF Excellence

Building on the Cisco Aironet heritage of RF excellence, the 1140 Series delivers industry-leading performance for secure and reliable [wireless](#) connections. Enterprise-class silicon and optimized radios deliver a robust [mobility](#) experience using Cisco M-Drive technology, which includes:

- [ClientLink](#) improves reliability and coverage for legacy clients
- [BandSelect](#) improves 5-GHz client connections in mixed client environments
- [VideoStream](#) uses multicast to improve rich-media applications

All of these features ensure the best possible end-user experience on the wireless network.

The Cisco Aironet 1140 Series is a component of the Cisco Unified Wireless Network, which can scale up to 18,000 [access points](#) with full Layer 3 mobility across central or remote locations on the enterprise campus, in branch offices, and at remote sites. The Cisco Unified Wireless Network is the industry's most flexible, resilient, and scalable architecture, delivering secure access to mobility services and applications and offering the lowest total cost of ownership and investment protection by integrating seamlessly with the existing wired network.

Product Specifications

Table 1 lists the product specifications for Cisco Aironet 1140 Series Access Points.

Table 1. Product Specifications for Cisco Aironet 1140 Series Access Points

Item	Specification																																												
Part Numbers	<p>Cisco Aironet 1140 Series Access Point</p> <ul style="list-style-type: none"> AIR-LAP1142N-x-K9 - Dual-band Controller-based 802.11a/g/n AIR-LAP1141N-x-K9 - Single-band Controller-based 802.11g/n AIR-AP1142N-x-K9 - Dual-band Standalone 802.11a/g/n AIR-AP1141N-x-K9 - Single-band Standalone 802.11g/n AIR-LAP1142-xK9-PR - Eco-pack (dual-band 802.11a/g/n) 10 quantity Controller-based access points AIR-AP1142-xK9-5PR - Eco-pack (dual-band 802.11a/g/n) 5 quantity Standalone access points <p>Regulatory domains: (x = regulatory domain)</p> <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country, please visit http://www.cisco.com/go/aironet/compliance.</p> <p>Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.</p>																																												
Software	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Unified Wireless Network Software Release 5.2 or later Cisco IOS® Software Release 12.4(21a)JA 																																												
802.11n Capabilities	<ul style="list-style-type: none"> 2x3 multiple-input multiple-output (MIMO) with two spatial streams Maximal ratio combining (MRC) Legacy beamforming (hardware supports this capability; not yet enabled in software) 20- and 40-MHz channels PHY data rates up to 300 Mbps Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) 802.11 dynamic frequency selection (DFS) (Bin 5) Cyclic shift diversity (CSD) support 																																												
Data Rates Supported	<p>802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</p> <p>802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</p> <p>802.11n data rates (2.4 GHz and 5 GHz):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MCS Index¹</th> <th colspan="2">GI² = 800ns</th> <th colspan="2">GI = 400ns</th> </tr> <tr> <th>20-MHz Rate (Mbps)</th> <th>40-MHz Rate (Mbps)</th> <th>20-MHz Rate (Mbps)</th> <th>40-MHz Rate (Mbps)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>6.5</td> <td>13.5</td> <td>7.2</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>13</td> <td>27</td> <td>14.4</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>19.5</td> <td>40.5</td> <td>21.7</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>26</td> <td>54</td> <td>28.9</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>39</td> <td>81</td> <td>43.3</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>52</td> <td>108</td> <td>57.8</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>58.5</td> <td>121.5</td> <td>65</td> <td>135</td> </tr> </tbody> </table>	MCS Index ¹	GI ² = 800ns		GI = 400ns		20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	0	6.5	13.5	7.2	15	1	13	27	14.4	30	2	19.5	40.5	21.7	45	3	26	54	28.9	60	4	39	81	43.3	90	5	52	108	57.8	120	6	58.5	121.5	65	135
MCS Index ¹	GI ² = 800ns		GI = 400ns																																										
	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)																																									
0	6.5	13.5	7.2	15																																									
1	13	27	14.4	30																																									
2	19.5	40.5	21.7	45																																									
3	26	54	28.9	60																																									
4	39	81	43.3	90																																									
5	52	108	57.8	120																																									
6	58.5	121.5	65	135																																									

¹ MCS Index: The Modulation and Coding Scheme (MCS) index determines the number of spatial streams, the modulation, the coding rate, and data rate values.

² GI: A Guard Interval (GI) between symbols helps receivers overcome the effects of multipath delays.

Item	Specification				
	7	65	135	72.2	150
	8	13	27	14.4	30
	9	26	54	28.9	60
	10	39	81	43.3	90
	11	52	108	57.8	120
	12	78	162	86.7	180
	13	104	216	115.6	240
	14	117	243	130	270
	15	130	270	144.4	300
Frequency Band and 20-MHz Operating Channels	A (A Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz) 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels C (C Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels E (E Reg Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels I (I Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels K (K Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels 5.500 to 5.620 GHz; 7 channels 5.745 to 5.805 GHz; 4 channels 		N (N Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels P (P Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels S (S Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels T (T Regulatory Domain): <ul style="list-style-type: none"> 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels 5.280 to 5.320 GHz; 3 channels 5.500 to 5.700 GHz; 11 channels 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels 		
Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.					
Maximum Number of Non-Overlapping Channels	2.4 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11b/g: <ul style="list-style-type: none"> 20 MHz: 3 802.11n: <ul style="list-style-type: none"> 20 MHz: 3 		5 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11a: <ul style="list-style-type: none"> 20 MHz: 21 802.11n: <ul style="list-style-type: none"> 20 MHz: 21 40 MHz: 9 		
Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.					
Receive Sensitivity	802.11b -91 dBm @ 1 Mb/s -91 dBm @ 2 Mb/s -91 dBm @ 5.5 Mb/s -88 dBm @ 11 Mb/s	802.11g -86 dBm @ 6 Mb/s -86 dBm @ 9 Mb/s -86 dBm @ 12 Mb/s -86 dBm @ 18 Mb/s -85 dBm @ 24 Mb/s -83 dBm @ 36 Mb/s -78 dBm @ 48 Mb/s -77 dBm @ 54 Mb/s	802.11a -90 dBm @ 6 Mb/s -90 dBm @ 9 Mb/s -90 dBm @ 12 Mb/s -90 dBm @ 18 Mb/s -88 dBm @ 24 Mb/s -85 dBm @ 36 Mb/s -80 dBm @ 48 Mb/s -79 dBm @ 54 Mb/s		
	2.4-GHz 802.11n (HT20) -88 dBm @ MCS0 -87 dBm @ MCS1 -86 dBm @ MCS2		5-GHz 802.11n (HT20) -91 dBm @ MCS0 -91 dBm @ MCS1 -90 dBm @ MCS2	5-GHz 802.11n (HT40) -78 dBm @ MCS0 -78 dBm @ MCS1 -78 dBm @ MCS2	

Item	Specification			
Maximum Transmit Power	<ul style="list-style-type: none"> -83 dBm @ MCS3 -80 dBm @ MCS4 -76 dBm @ MCS5 -74 dBm @ MCS6 -73 dBm @ MCS7 -87 dBm @ MCS8 -85 dBm @ MCS9 -83 dBm @ MCS10 -80 dBm @ MCS11 -77 dBm @ MCS12 -73 dBm @ MCS13 -71 dBm @ MCS14 -70 dBm @ MCS15 		<ul style="list-style-type: none"> -87 dBm @ MCS3 -84 dBm @ MCS4 -79 dBm @ MCS5 -77 dBm @ MCS6 -76 dBm @ MCS7 -90 dBm @ MCS8 -89 dBm @ MCS9 -86 dBm @ MCS10 -83 dBm @ MCS11 -80 dBm @ MCS12 -75 dBm @ MCS13 -74 dBm @ MCS14 -72 dBm @ MCS15 	<ul style="list-style-type: none"> -78 dBm @ MCS3 -78 dBm @ MCS4 -75 dBm @ MCS5 -73 dBm @ MCS6 -72 dBm @ MCS7 -76 dBm @ MCS8 -76 dBm @ MCS9 -76 dBm @ MCS10 -76 dBm @ MCS11 -76 dBm @ MCS12 -71 dBm @ MCS13 -69 dBm @ MCS14 -68 dBm @ MCS15
	2.4GHz <ul style="list-style-type: none"> • 802.11b <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 1 antenna • 802.11g <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 2 antennas • 802.11n (HT20) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 2 antennas 		5GHz <ul style="list-style-type: none"> • 802.11a <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 2 antennas • 802.11n non-HT duplicate (802.11a duplicate) mode <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 2 antennas • 802.11n (HT20) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 2 antennas • 802.11n (HT40) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 dBm with 2 antennas 	
Note: The maximum power setting will vary by channel and according to individual country regulations. Refer to the product documentation for specific details.				
Available Transmit Power Settings	2.4GHz 20 dBm (100 mW) 17 dBm (50 mW) 14 dBm (25 mW) 11 dBm (12.5 mW) 8 dBm (6.25 mW) 5 dBm (3.13 mW) 2 dBm (1.56 mW) -1 dBm (0.78 mW)		5GHz 20 dBm (100 mW) 17 dBm (50 mW) 14 dBm (25 mW) 11 dBm (12.5 mW) 8 dBm (6.25 mW) 5 dBm (3.13 mW) 2 dBm (1.56 mW) -1 dBm (0.78 mW)	
Note: The maximum power setting will vary by channel and according to individual country regulations. Refer to the product documentation for specific details.				
Integrated Antenna	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz, Gain 4.0 dBi, horizontal beamwidth 360° • 5 GHz, Gain 3 dBi, horizontal beamwidth 360° 			
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45) • Management console port (RJ45) 			
Indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Status LED indicates boot loader status, association status, operating status, boot loader warnings, boot loader errors 			
Dimensions (W x L x H)	<ul style="list-style-type: none"> • Access point (without mounting bracket): 8.7 x 8.7 x 1.84 in. (22.1 x 22.1 x 4.7 cm) 			
Weight	<ul style="list-style-type: none"> • 2.3 lbs (1.04 kg) 			
Environmental	<ul style="list-style-type: none"> • Nonoperating (storage) temperature: -22 to 185°F (-30 to 85°C) • Operating temperature: 32 to 104°F (0 to 40°C) • Operating humidity: 10 to 90% percent (non-condensing) 			
System Memory	<ul style="list-style-type: none"> • 128 MB DRAM • 32 MB flash 			
Input Power Requirements	<ul style="list-style-type: none"> • AP1140: 44 to 57 VDC • Power Supply and Power Injector: 100 to 240 VAC; 50 to 60 Hz 			
Powering Options	<ul style="list-style-type: none"> • 802.3af Ethernet Switch • Cisco AP1140 Power Injectors (AIR-PWRINJ4=) • Cisco AP1140 Local Power Supply (AIR-PWR-B=) 			

Item	Specification
Power Draw	<ul style="list-style-type: none"> AP1140: 12.95 W <p>Note: When deployed using PoE, the power drawn from the power sourcing equipment will be higher by some amount dependent on the length of the interconnecting cable. This additional power may be as high as 2.45W, bringing the total system power draw (access point + cabling) to 15.4W.</p>
Warranty	Limited Lifetime Hardware Warranty
Compliance	<p>Standards</p> <ul style="list-style-type: none"> Safety: <ul style="list-style-type: none"> UL 60950-1 CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 UL 2043 IEC 60950-1 EN 60950-1 Radio approvals: <ul style="list-style-type: none"> FCC Part 15.247, 15.407 RSS-210 (Canada) EN 300.328, EN 301.893 (Europe) ARIB-STD 33 (Japan) ARIB-STD 66 (Japan) ARIB-STD T71 (Japan) AS/NZS 4268.2003 (Australia and New Zealand) EMI and susceptibility (Class B) FCC Part 15.107 and 15.109 ICES-003 (Canada) VCCI (Japan) EN 301.489-1 and -17 (Europe) EN 60601-1-2 EMC requirements for the Medical Directive 93/42/EEC IEEE Standard: <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11a/b/g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11h, IEEE 802.11d Security: <ul style="list-style-type: none"> 802.11i, Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2), WPA 802.1X Advanced Encryption Standards (AES), Temporal Key Integrity Protocol (TKIP) EAP Type(s): <ul style="list-style-type: none"> Extensible Authentication Protocol-Transport Layer Security (EAP-TLS) EAP-Tunneled TLS (TTLS) or Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol Version 2 (MSCHAPv2) Protected EAP (PEAP) v0 or EAP-MSCHAPv2 Extensible Authentication Protocol-Flexible Authentication via Secure Tunneling (EAP-FAST) PEAPv1 or EAP-Generic Token Card (GTC) EAP-Subscriber Identity Module (SIM) Multimedia: <ul style="list-style-type: none"> Wi-Fi Multimedia (WMM™) Other: <ul style="list-style-type: none"> FCC Bulletin OET-65C RSS-102
Calculated Mean Time Between Failure (MTBF)	390,000 hours

Service and Support

Cisco and Cisco Wireless LAN Specialized Partners offer a broad portfolio of end-to-end services based on proven methodologies for planning, designing, implementing, operating, and optimizing the performance of your wireless network. Cisco recommends the following services for the Cisco Aironet 1140 Series Access Points implementation:

Cisco Wireless LAN 802.11n Readiness Assessment Service

Prevent common challenges and reduce deployment costs by determining the readiness of your wired and wireless infrastructure.

Cisco Wireless LAN 802.11n Migration Service

Simplify the migration to high-performance, next generation 802.11n.

Cisco Wireless LAN Optimization Service

Evolve your 802.11n network to meet ever-changing network demands through planning and assessments, design, performance tuning, and ongoing support for system changes.

For more information about Cisco 802.11n planning and deployment services, visit

<http://www.cisco.com/go/wirelesslanservices>.

Limited Lifetime Hardware Warranty

This Cisco Aironet 1140 Series Access Point comes with a Limited Lifetime Warranty that provides full warranty coverage of the hardware for as long as the original end user continues to own or use the product. The warranty includes 10-day advance hardware replacement and ensures that software media is defect-free for 90 days. For more details, visit: <http://www.cisco.com/go/warranty>.

For More Information

For more information about the Cisco Aironet 1140 Series, visit <http://www.cisco.com/go/wireless> or contact your local account representative.



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV Amsterdam,
The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1110R)

Organización

Escuela Superior de Ingeniería

Autor

Luis María Montero de Espinosa Díaz

76089675-V

BIBLIOGRAFÍA

**[PROYECTO DE CABLEADO
ESTRUCTURADO Y WLAN
PARA SIMÓN BOLIVAR]**

ÍNDICE

1. Bibliografía139

1. Bibliografía

- <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>
- http://cisco.netacad.net/cnams/content/templates/LibraryHome.jsp?#/resource/lcms/cnams_site/english/generic_site_areas/library/course_catalog/ccnaExploration_rol_e.html
- http://www.juniper.net/techpubs/en_US/junos12.1/information-products/pathway-pages/software-installation-and-upgrade/software-installation-and-upgrade.pdf#search=%22EX2200%22
- http://www.juniper.net/techpubs/en_US/junos12.1/information-products/pathway-pages/system-basics/system-management-initial-configuration.pdf#search=%22EX4200%22
- http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps5678/ps10092/datasheet_c78-502793.html
- <http://www.netgear.es/productos/profesional/punto-acceso-controllers-inalambrica/punto-acceso/WNDAP350.aspx>
- <http://www.netgear.es/productos/profesional/punto-acceso-controllers-inalambrica/punto-acceso/WNAP210.aspx>
- <http://www.tp-link.com/en/products/details/?model=TL-WA901ND>
- David Roldan Martínez, *Comunicaciones Inalámbrica*, Ra-Ma, Madrid, (2004)
- Samuel Álvarez González, *El proyecto telemático: Sistema de Cableado Estructurado (SCE) y Proyectos de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT)*, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones, Madrid, (2006)
- Cisco Systems, *Fundamentos de redes inalámbricas*, Pearson, Madrid, (2006)
- William Stallings, *Comunicaciones y Redes de Computadores*, Pearson, Madrid, (2004)