

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**DESPLIEGUE Y MONITORIZACIÓN DE UNA RED WI-FI EN  
UN CENTRO COMERCIAL**

**JOSÉ DAVID GARCÍA FERNÁNDEZ**

**JULIO 2015**



# **DESPLIEGUE Y MONITORIZACIÓN DE UNA RED WI-FI EN UN CENTRO COMERCIAL**

**AUTOR: José David García**

**TUTOR: Andreu Bosa**

**PONENTE: Jorge López de Vergara Méndez**

**Escuela Politécnica Superior  
Universidad Autónoma de Madrid**

**Julio 2015**



## Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a mi familia más cercana que me ha apoyado durante todos los años de mis estudios universitarios. Ellos me han dado el empujón siempre que lo he necesitado y se han preocupado de que me den el cariño necesario para alcanzar mis objetivos. En este grupo quiero hacer especial mención a mi padre, mi abuela y mis tíos Belén y Nino.

En segundo lugar quería dar gracias a todos mis amigos. Los de siempre. Los de la universidad. Los de mi año de Erasmus. Todos siempre han creído en mí y en mis posibilidades, algunas veces incluso más que yo. Por ello y por mucho más, gracias.

En siguiente lugar, quiero dar gracias los compañeros que tuve durante mi etapa en Gowex y que no dudaron en ayudarme cada vez que tuve una duda. Mención especial para mi tutor Andreu Bosa, mi jefe Santiago Rodríguez (principal artífice de prácticamente todos mis conocimientos en Redes), Diego Herrero y Christian García.

Y por último quiero agradecer a mi ponente D. Jorge López de Vergara por ser tan rápido y eficaz en la gestión de la documentación.



## Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Motivación y objetivos	1
1.2	Metodología y plan de trabajo	2
1.3	Organización de la memoria	3
<b>2</b>	<b>Estado del arte</b>	<b>5</b>
2.1	Introducción	5
2.2	Visión general de las redes inalámbricas	5
2.3	Redes inalámbricas. Estándares	7
2.3.1	IEEE 802.11	8
2.3.2	IEEE 802.11a	9
2.3.3	IEEE 802.11b	9
2.3.4	IEEE 802.11g	9
2.3.5	IEEE 802.11n	9
2.4	Arquitectura de red	11
2.4.1	Redes independientes	11
2.4.2	Redes de infraestructura	11
2.4.3	Redes <i>Mesh</i>	12
2.5	Elementos básicos de una red	13
2.5.1	Estaciones	14
2.5.2	Puntos de acceso o APs	14
2.5.3	Medio inalámbrico	14
2.5.4	Sistema de distribución	14
2.6	La capa física	15
2.6.1	Salto de frecuencia (FH o FHSS)	16
2.6.2	Secuencia directa (DS o DSSS)	16
2.6.3	Capa física de luz infrarroja (IR)	17
2.6.4	Multiplexado de división de frecuencia ortogonal (OFDM)	18
2.6.5	Capa física de secuencia directa de alta tasa (HR/DSSS)	18
2.6.6	Capa física de velocidad extendida (ERP 802.11g)	19
2.6.7	Capa física de alto rendimiento (MIMO)	19
2.7	Capa de enlace MAC	21
2.7.1	RTS/CTS	21
2.7.2	Funciones de coordinación MAC	22
2.7.3	Formato trama 802.11	24
2.7.4	Servicios de red 802.11	26
2.8	Propagación de ondas electromagnéticas	27
2.8.1	Conceptos básicos	27
2.8.2	Perdidas en el espacio libre	27
2.8.3	Absorción	28
2.8.4	Dispersión	29
2.8.5	Reflexión	29
2.8.6	Difracción	29
2.8.7	Refracción	30
2.8.8	Interferencia o superposición	30
2.9	Antenas	32
2.9.1	Diagrama de radiación	32
2.9.2	Ancho de banda	32
2.9.3	Directividad	32

2.9.4	Ganancia.....	33
2.9.5	Parámetros S .....	33
2.9.6	Densidad de potencia radiada.....	33
2.9.7	Intensidad de radiación .....	34
2.9.8	Tipos de antenas .....	34
<b>2.10</b>	<b>Tecnología Ruckus .....</b>	<b>35</b>
2.10.1	Introducción .....	35
2.10.2	Principales características.....	35
2.10.3	Productos.....	36
2.10.4	Software de gestión .....	36
<b>2.11</b>	<b>Tecnología D-Link .....</b>	<b>38</b>
2.11.1	Introducción .....	38
2.11.2	Características principales .....	39
<b>2.12</b>	<b>Software necesario.....</b>	<b>39</b>
2.12.1	Ekahau Site Survey .....	39
2.12.2	Microsoft Visio .....	40
2.12.3	Lucidchart.....	40
2.12.4	InSSIDer App.....	40
<b>2.13</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>Análisis .....</b>	<b>43</b>
3.1	Introducción .....	43
3.2	Situación inicial.....	43
3.3	Zona geográfica.....	44
3.4	Conceptos técnicos de la red .....	48
3.4.1	Objetivos .....	48
3.4.2	Escalabilidad.....	48
3.4.3	Capacidad.....	49
3.4.4	Seguridad.....	50
3.4.5	Adaptabilidad .....	51
3.4.6	Tecnología.....	52
3.4.7	Calculo de puntos de acceso .....	53
3.4.8	Diagrama de red .....	59
1.1.1	Arquitectura de red .....	60
<b>3.5</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>Diseño.....</b>	<b>65</b>
4.1	Implementación de la red .....	65
4.1.1	Configuración de equipamiento pre-envío.....	65
4.1.2	Instalación de equipamiento .....	68
4.1.3	Configuración final.....	77
<b>4.2</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>Monitorización y análisis de red .....</b>	<b>83</b>
5.1	Teoría básica sobre los parámetros de monitorización.....	83
5.1.1	Ping .....	83
5.1.2	Throughput.....	83
5.1.3	Tasa de transmisión .....	84
5.1.4	Tráfico.....	84
<b>5.2</b>	<b>Monitorización.....</b>	<b>85</b>
5.2.1	Zabbix.....	85
<b>5.3</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>87</b>
<b>6</b>	<b>Certificación .....</b>	<b>89</b>

6.1	Certificación de los puntos de datos.....	89
6.1.1	Certificación cableado UTP .....	89
6.2	Conclusiones .....	91
7	Conclusiones y trabajo futuro.....	93
7.1	Introducción .....	93
7.2	Conclusiones .....	93
7.3	Trabajo futuro .....	93
8	Referencias .....	95
8.1	Libros .....	95
8.2	Webs.....	95
8.3	Proyectos .....	95
9	Glosario.....	97
10	Anexos.....	102
10.1	Anexo A: Documentación Ruckus Wireless.....	103
10.2	Anexo B: Documentación D-Link .....	121
10.3	Anexo C: Documentación Cableado.....	127
11	Presupuesto.....	137
11.1	Descomposición del proyecto en fases .....	137
11.2	Presupuesto de ejecución material.....	139
	Costes de mano de obra .....	139
	Costes de gastos extras.....	140
	Costes de recursos materiales .....	140
	Coste de total de los recursos.....	141
11.3	Gastos generales y Beneficio industrial.....	142
11.4	Honorarios por redacción y dirección de proyecto.....	142
11.5	Presupuesto total.....	143
12	Documentación acreditativa .....	145
13	Pliego de condiciones.....	146

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1:	Arquitecturas de red.....	11
Ilustración 2:	Conjunto de servicios extendido.....	12
Ilustración 3:	Diagrama red mesh.....	13
Ilustración 4:	Elementos básicos de una red .....	14
Ilustración 5:	ACK positivo [1].....	21
Ilustración 6:	Funcionamiento RTS/CTS [1].....	22
Ilustración 7:	Switches D-Link DGS-1210 .....	38
Ilustración 8:	Nivel 1.....	44
Ilustración 9:	Nivel 2.....	45
Ilustración 10:	Estacionamiento Aires .....	45

Ilustración 11: Estacionamiento Autoplaza.....	46
Ilustración 12: Estacionamiento Urbano.....	46
Ilustración 13: Estacionamiento Líder.....	47
Ilustración 14: Topología de red doble anillo.....	48
Ilustración 15: Simulación Nivel 1.....	53
Ilustración 16: Simulación Nivel 2.....	54
Ilustración 17: Simulación Estacionamiento Aires.....	54
Ilustración 18: Simulación Estacionamiento Autoplaza.....	55
Ilustración 19: Simulación Estacionamiento Urbano.....	56
Ilustración 20: Simulación Estacionamiento Líder.....	57
Ilustración 21: Diagrama de red.....	59
Ilustración 22: Acceso a <i>ZoneDirector</i> .....	66
Ilustración 23: Subir versión <i>ZoneDirector</i> .....	66
Ilustración 24: Modificar IP <i>ZoneDirector</i> .....	67
Ilustración 25: Configuración Radius.....	67
Ilustración 26: Localización APs Nivel1.....	69
Ilustración 27: Localización Nivel1_AP1.....	69
Ilustración 28: Localización Nivel1_AP2.....	69
Ilustración 29: Localización Nivel1_AP3.....	70
Ilustración 30: Localización Nivel1_AP4.....	70
Ilustración 31: Localización Nivel1_AP5.....	70
Ilustración 32: Localización Nivel1_AP11.....	70
Ilustración 33: Localización Nivel1_AP6.....	70
Ilustración 34: Localización Nivel1_AP7.....	70
Ilustración 35: Localización Nivel1_AP8.....	70
Ilustración 36: Localización Nivel1_AP9.....	70
Ilustración 37: Localización APs Nivel 1.....	71
Ilustración 38: Localización Nivel2_AP1.....	71
Ilustración 39: Localización Nivel2_AP2.....	71
Ilustración 40: Localización Nivel2_AP3.....	72
Ilustración 41: Localización Nivel2_AP4.....	72
Ilustración 42: Localización Nivel2_AP5.....	72
Ilustración 43: Localización Nivel2_AP6.....	72
Ilustración 44: Localización Nivel2_AP7.....	72
Ilustración 45: Localización Nivel2_AP8.....	72
Ilustración 46: Localización APs Estacionamiento Aires.....	73

Ilustración 47: Localización APs Estacionamiento Autoplaza.....	74
Ilustración 48: Localización APs Estacionamiento Urbano .....	75
Ilustración 49: Localización APs Estacionamiento Líder .....	76
Ilustración 50: Aprobación APs ZoneDirector .....	77
Ilustración 51: Creación de perfil WLAN ZoneDirector-1 .....	77
Ilustración 52: Creación de perfil WLAN ZoneDirector -2 .....	78
Ilustración 53: Creación de grupo WLAN ZoneDirector .....	78
Ilustración 54: Creación de grupo de AP <i>ZoneDirector</i> .....	79
Ilustración 55: Lista APs <i>ZoneDirector</i> .....	80
Ilustración 56: Configuración AP <i>ZoneDirector</i> .....	81
Ilustración 57: Dashboard Zabbix .....	86
Ilustración 58: Discovery Zabbix.....	87
Ilustración 59: Zabbix.....	87
Ilustración 60: Zabbix Bandwidth test .....	87
Ilustración 61: Diagrama de Gantt .....	138

## Índice de Tablas

Tabla 1: Visión general redes inalámbricas .....	6
Tabla 2: Estándares 802.11 .....	7
Tabla 3: Evolución estándares.....	10
Tabla 4: Tabla de frecuencias ETSI-FCC .....	17
Tabla 5: Parámetros HR/DSSS PHY.....	19
Tabla 6: Formato trama.....	24
Tabla 7: Servicios de red .....	26
Tabla 8: Absorción de materiales.....	28
Tabla 9: Velocidades de conexión según estándar .....	50
Tabla 10: Direccionamiento y hostname de APs.....	60
Tabla 11: Direccionamiento y hostname electrónica central .....	63
Tabla 12: Configuración <i>switches-2</i> .....	65
Tabla 13: Configuración <i>switches-1</i> .....	65
Tabla 14: Certificación cableado UTP.....	89
Tabla 15: Presupuesto - Categorías profesionales .....	139
Tabla 16: Presupuesto - Gastos extras.....	140
Tabla 17: Presupuesto - Material hardware.....	140

Tabla 18: Presupuesto - Material software.....	141
Tabla 19: Presupuesto - Resumen material.....	141
Tabla 20: Presupuesto de ejecución material.....	142
Tabla 21: Presupuesto de ejecución por contrata.....	142
Tabla 22: Presupuesto - Resumen.....	143

## Resumen

En la actualidad, estar conectados es una necesidad y prueba de ello es el crecimiento de la contratación de redes móviles y la compra de *smartphones* y *tablets*. Sencillamente, todo está en la red y los seres humanos hemos creado dependencia de ello.

Es precisamente esta dependencia la que han provocado la proliferación de *Hot-spots* gratuitos. A día de hoy no se concibe, por ejemplo, un hotel que no disponga en conexión Wi-Fi, del mismo modo que no se concibe que no tenga aire acondicionado o agua caliente.

Este caso de estudio en el que se enmarca el proyecto final de carrera se trata de un escenario real. La franquicia Mall Plaza a través de su búsqueda para aportar servicios de valor añadido encontró necesaria la implantación de servicio Wi-Fi en el 100% de las zonas comunes de sus centros. Como piloto, eligió el centro comercial Mall Plaza Vespucio localizado en Santiago de Chile, y como empresa, eligieron a Gowex.

Para llevar a cabo este proyecto se realizaron varias fases que abarcaban el estudio de las diferentes tecnologías, análisis de los requisitos de una red inalámbrica.

A continuación se dispuso la fase diseño de la red, configuración del equipamiento y posterior despliegue.

Para finalizar, se terminó con la fase de pruebas de la funcionalidad de la red y su posterior certificación, y el monitorización de la misma.

## Listado de palabras clave

Wi-Fi, LAN, WLAN, 802.11, IEEE, Capa física, Capa de enlace, Antena, Ruckus, AP, *ZoneDirector*, Conmutador, Usuario

## Abstract

Actually, being connected is a necessity and proof of this is the growth of mobile network contracts and smartphones and tablets sales. Everything is online and Human Beings have created dependency on this.

It is this dependence that has led to the proliferation of free Hot-spots. Nowadays is inconceivable, for example, a hotel that does not have Wi-Fi, just as it is inconceivable that do not have air conditioning or hot water.

This study case where the final degree project is framed is about a real scenario. Mall Plaza franchise, in their quest to provide value-added services, thought the implementation of Wi-Fi service in 100% of the common areas of their hotels was necessary. As a pilot, the franchise chose Mall Plaza Vespucio, located in Santiago, Chile, and as a company, they chose Gowex.

To carry out this project, it was made several phases like study of different technologies and analysis of the wireless network requirements.

Then, the network design, equipment configuration and deployment was performed.

Finally, it was ended with network functionality test phase, network certification and network monitoring

## Keyword list

Wi-Fi, LAN, WLAN, 802.11, IEEE, PHY Layer, MAC Layer, Antenna, Ruckus, AP, ZoneDirector, Switch, User.

# 1 Introducción

En este capítulo se realizará una introducción al trabajo final de carrera que tiene como objeto el despliegue y monitorización de una red Wi-Fi en un centro comercial de Santiago, Chile. A lo largo del capítulo quedarán reflejados la motivación y objetivos del proyecto, así como la metodología y plan de trabajo y la organización de la memoria.

Durante el proyecto se analizarán las distintas posibilidades tecnológicas que posibiliten el diseño de una solución que proporcione un valor añadido al centro comercial Mall Plaza Vespucio tanto en términos de capacidad como de calidad.

## 1.1 Motivación y objetivos

A lo largo de los últimos diez años, el mundo se ha convertido cada vez más en un mundo móvil. Como resultado, las formas tradicionales de crear redes han demostrado ser inapropiadas para los retos a los que debe enfrentarse el nuevo estilo de vida colectivo.

Si los usuarios tienen que conectarse a una red a través de una red de cables físicos, sus movimientos se reducen considerablemente. Sin embargo, la conectividad inalámbrica no muestra este tipo de restricción y permite una gran cantidad de movimiento más libre por parte del usuario de la red.

La telefonía inalámbrica ha tenido éxito porque permite a las personas conectarse entre sí independientemente de la ubicación. Nuevas tecnologías destinadas a las redes de equipos pueden hacer lo mismo para la conectividad de internet. La tecnología de sistemas de redes de datos inalámbricos más exitosa es, con mucho, 802.11.

La ventaja más evidente del sistema de redes inalámbricas es la movilidad. Los usuarios de redes inalámbricas pueden conectarse a redes existentes y posteriormente pueden transitar libremente. Esto libera a los usuarios de las ataduras del cable Ethernet, pudiendo aprovechar todo el rango que permita la estación base, que dependiendo del equipamiento puede llegar a cubrir algunos kilómetros. [1]

Los objetivos principales son proporcionar cobertura Wi-Fi en el 100% de las áreas de un centro comercial donde se estima que puedan conectarse unos 5.000 usuarios de manera simultánea y garantizar la calidad y cobertura de la red mediante un sistema de monitorización.

Los subobjetivos que permiten alcanzar los objetivos principales se podrían clasificar así:

- Elegir el fabricante que se adapte mejor a los requisitos exigidos por el cliente y por la normativa vigente del país.
- Sobre planos, cubrir el 100% de las áreas del centro comercial utilizando el software correspondiente.
- Optimizar del número de puntos de acceso.
- Optimizar de la calidad de cada punto de acceso.
- Obtener de un sistema de monitorización que optimice eficientemente las características de la red desplegada.

## 1.2 Metodología y plan de trabajo

Con el fin de lograr los objetivos se ha desarrollado un plan de trabajo que enumera las fases necesarias:

1. Toma de requisitos.
  - Definición de exigencias.
  - Estudio de normativas vigentes en el país de implantación.
  - Estudio de posibles soluciones.
2. Fase de análisis.
  - Estimación técnica inicial “a distancia”.
  - Estimación de recursos (puntos de acceso, *switches*, controladoras).
  - Diseño de la solución del proyecto.
  - Presentación a cliente del informe inicial y presupuesto estimado.
  - Aprobación por parte del cliente.
3. Fase de diseño
  - Replanteo final in-situ y estudio de cobertura.
  - Acopio de materiales.
  - Diseño de calendario y presupuesto final.
  - Diseño final de la solución del proyecto.
  - Presentación a cliente de proyecto y presupuesto final.
  - Aprobación por parte del cliente.
4. Fase de despliegue.
  - Instalación de cableado e infraestructuras para equipamiento Wi-Fi.
  - Configuración e instalación de equipamiento Wi-Fi.
5. Fase de pruebas.
  - Pruebas de funcionalidad de red Wi-Fi
6. Fase de monitorización.
  - Configuración de un sistema de monitorización para soporte.
7. Certificación del proyecto.
8. Fin de proyecto.

### 1.3 Organización de la memoria

La memoria consta de los siguientes capítulos y apartados:

1. Introducción: En este capítulo se realizará una introducción al trabajo final de carrera que tiene como objeto el despliegue y monitorización de una red Wi-Fi en un centro comercial de Santiago, Chile. Durante el proyecto se analizarán las distintas posibilidades tecnológicas que posibiliten el diseño de una solución que proporcione un valor añadido al centro comercial Mall Plaza Vespucio tanto en términos de capacidad como de calidad.
2. Estado del arte: En este capítulo se abarcarán temas conceptuales muy importantes sobre las redes inalámbricas en los que se resumirán aspectos generales que se deben tener en cuenta para el desarrollo del proyecto.
3. Análisis: En este capítulo se describe el proceso de análisis de la red. Se iniciará con las consideraciones previas sobre el terreno y el público al que va destinado, y a continuación se desarrollarán las técnicas de la red como puede ser la escalabilidad, adaptabilidad, seguridad, etc.
4. Diseño: En este capítulo se describirá el proceso de diseño de la red. Se iniciará con el proceso de configuración de los *APs*, *ZoneDirector* y *Switches* y se finalizará con el proceso de implementación de los servidores centrales.
5. Monitorización y análisis de la red: Una vez se ha dado por finalizada la instalación y configuración de la red se procederá a la verificación del sistema, para lo cual se realizarán distintas pruebas que certifiquen el funcionamiento y su posterior monitorización.
6. Certificación: En este capítulo se procederá a certificar las tecnologías implicadas.
7. Conclusiones y trabajo futuro: En este capítulo se presentarán las conclusiones obtenidas al finalizar el proyecto y se mostrarán las posibilidades de trabajo en el futuro.
8. Referencias: En este apartado se expondrán las diferentes referencias que han sido consultadas para el desarrollo de la memoria.
9. Glosario: En este apartado se acogerá una lista de las palabras que se cree conveniente definir para el correcto entendimiento de la memoria.
10. Anexos: En este apartado se podrán consultar las hojas de datos de los fabricantes y productos implicados en la implantación de la red.
11. Presupuesto: En este apartado se podrá observar el presupuesto del proyecto, así como su diagrama de Gant.
12. Pliego de condiciones: En este apartado se redactará un pliego de condiciones del proyecto.



## 2 Estado del arte

### 2.1 Introducción

En este capítulo se abarcarán temas conceptuales muy importantes sobre las redes inalámbricas en los que se resumirán aspectos generales que se deben tener en cuenta para el desarrollo del proyecto, como pueden ser los estándares de las redes inalámbricas, las distintas arquitecturas de red, los elementos básicos que componen una red, apartados teóricos sobre la capa física y capa de enlace, así como teoría básica sobre las antenas y ondas electromagnéticas. Para finalizar el capítulo se hará un repaso de las tecnologías hardware y software necesarias para el desarrollo del proyecto.

### 2.2 Visión general de las redes inalámbricas

En los últimos años, las LAN inalámbricas han pasado de tener un precio altísimo y de ser una tecnología al alcance de unos pocos expertos, a ser una tecnología predominante.

Al eliminar el puerto de red de la ecuación, las redes inalámbricas separan la conectividad del usuario de una ubicación física directa al extremo de una cuerda. Sin embargo, para eliminar el elemento de la ubicación del usuario de una red, se requiere una gran cantidad de diseño de protocolos.

Las redes inalámbricas ofrecen diversas ventajas sobre las redes fijas:

- Movilidad: Los usuarios se mueven, pero los datos normalmente se guardan centralmente. Permitir a los usuarios acceder a los datos cuando se desplazan puede conducir a la obtención de grandes beneficios de productividad.
- Facilidad y velocidad de desarrollo: Muchas áreas son difíciles de cablear para las LAN fijas. Los montajes antiguos podían suponer problemas de construcción. Es por esto que el desarrollo de las LAN inalámbricas ha supuesto un importante avance en este aspecto.
- Flexibilidad: La ausencia de cables significa no tener que volver a cablear. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios formar rápidamente redes de grupos pequeños y las redes inalámbricas facilitan el movimiento entre diversas estancias del lugar.
- Coste: En ocasiones, el coste se puede reducir significativamente con la utilización de la tecnología inalámbrica.

802.11 es un miembro de la familia IEEE 802, una serie de especificaciones para tecnologías de red de área local LAN. [1]

Tabla 1: Visión general redes inalámbricas

802 Visión general y arquitectura	802 Administración	802.2 Control de enlace lógico LLC							Subcapa LLC
		802.11 MAC							Capa de enlace de datos
		802.3 MAC	802.5 MAC						Subcapa MAC
		802.3 PHY	802.5 PHY	802.11 FHSS PHY	802.11 DSSS PHY	802.11a OFDM PHY	802.11b HR/DSSS PHY	802.11g ERP PHY	Capa física

## 2.3 Redes inalámbricas. Estándares

Las especificaciones IEEE 802 se centran en las dos últimas capas inferiores del modelo OSI ya que incorporan tanto componentes físicos como enlaces de datos. Todas las redes 802 tienen un componente MAC y un componente físico PHY.

A lo largo de los últimos 15 años, el mundo se ha convertido cada vez más móvil. Como resultado, las formas tradicionales de crear redes han demostrado ser inapropiadas para los retos a los que debe enfrentarse el nuevo estilo de vida colectivo.

La telefonía inalámbrica ha tenido éxito porque permite a las personas conectarse entre sí independientemente de la ubicación. Nuevas tecnologías destinadas a las redes de equipos pueden hacer lo mismo para la conectividad con Internet. La tecnología de sistema de redes de datos inalámbricos más exitosa es, con mucho, 802.11.

El explosivo avance de 802.11 no ha sido regular. Algunos mercados han evolucionado más rápidamente que otros debido a que el valor de las redes inalámbricas es superior en algunos mercados. En general, cuanto mayor es el valor en movilidad y flexibilidad, mayor es el interés en las LAN inalámbricas. [1]

La siguiente tabla muestra el conjunto de estándares IEEE 802.11:

Tabla 2: Estándares 802.11

Estándar	Notas
802.11	Primer estándar en 1997. Especifica la capa MAC y FHSS y DSSS originales más lentas.
802.11a	2º estándar de la capa física en 1999 pero los productos comerciales no se lanzaron hasta finales de 2000.
802.11b	3º estándar de la capa física en 1999 pero segunda fase de productos.
802.11c	Grupo de tarea que realizó una corrección al ejemplo de codificación en 802.11a.
802.11d	Amplía el salto de frecuencia en PHY para su uso en múltiples dominios de regulación.
802.11e	Grupo de tareas que produce extensiones de calidad de servicio para MAC. Se implanta de manera comercial con el nombre de Wi-Fi Multimedia.
802.11f	Protocolo de punto de inter acceso para mejorar el tránsito entre puntos de acceso unidos directamente.
802.11g	PHY más recientemente estandarizada para redes en la banda ISM.

802.11h	Estándar para hacer compatible 802.11a con las regulaciones de emisiones europeas.
802.11i	Mejoras para la seguridad en la capa del enlace.
802.11j	Mejoras a 802.11a para ajustarse a las regulaciones de emisión de radio japonesas.
802.11k	Grupo de tarea para mejorar la comunicación entre clientes y red para mejorar la administración del uso escaso de la radio.
802.11m	Grupo de tarea para incorporar cambios realizados por 802.11a, 802.11b y 802.11d así como cambios realizados por 802.11c en la especificación 802.11.
802.11n	Estándar de alto rendimiento. El objetivo es un rendimiento superior a 100Mbps
802.11p	Adopta 802.11 para el uso en automóviles. El uso inicial es muy probable que sea un protocolo estándar utilizado en peajes.
802.11r	Mejora el proceso de transiciones rápidas entre varios puntos de acceso.
802.11s	Grupo de tarea que mejora 802.11 para su uso con tecnología de red de malla.
802.11t	Grupo de tarea que diseña la especificación de pruebas y medidas de rendimiento para 802.11.
802.11u	Grupo de tarea que modifica 802.11 para ayudar en el trabajo con otras tecnologías de red.

### 2.3.1 IEEE 802.11

La versión original del estándar IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) 802.11 publicada en 1997 especifica dos velocidades de transmisión teóricas de 1 y 2 megabits por segundo (Mbit/s) que se transmiten por señales infrarrojas (IR). IR sigue siendo parte del estándar, si bien no hay implementaciones disponibles.

El estándar original también define el protocolo CSMA/CA (Múltiple acceso por detección de portadora evitando colisiones) como método de acceso. Una parte importante de la velocidad de transmisión teórica se utiliza en las necesidades de esta codificación para mejorar la calidad de la transmisión bajo condiciones ambientales diversas, lo cual se tradujo en dificultades de interoperabilidad entre equipos de diferentes marcas. Estas y otras debilidades fueron corregidas en el estándar 802.11b, que fue el primero de esta familia en alcanzar amplia aceptación entre los consumidores. [2]

### 2.3.2 IEEE 802.11a

La revisión 802.11a fue aprobada en 1999. El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 subportadoras OFDM con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. 802.11a tiene 12 canales sin solapa, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. No puede interoperar con equipos del estándar 802.11b, excepto si se dispone de equipos que implementen ambos estándares. [2]

### 2.3.3 IEEE 802.11b

La revisión 802.11b del estándar original fue ratificada en 1999. 802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbps y utiliza el mismo método de acceso definido en el estándar original CSMA/CA. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2,4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5,9 Mbits sobre TCP y 7,1 Mbit/s sobre UDP.

### 2.3.4 IEEE 802.11g

En junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g, que es la evolución de 802.11b. Este utiliza la banda de 2,4 GHz (al igual que 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, que en promedio es de 22,0 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del nuevo estándar lo tomó el hacer compatibles ambos modelos. Sin embargo, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación que fue dada aprox. el 20 de junio del 2003. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar b.

Actualmente se venden equipos con esta especificación, con potencias de hasta medio vatio, que permite hacer comunicaciones de hasta 50 km con antenas parabólicas o equipos de radio apropiados.

Existe una variante llamada 802.11g+ capaz de alcanzar los 108Mbps de tasa de transferencia. Generalmente sólo funciona en equipos del mismo fabricante ya que utiliza protocolos propietarios. [2]

### 2.3.5 IEEE 802.11n

En enero de 2004, el IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo Tgn para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11. La velocidad real de transmisión podría llegar a los 300 Mbps, y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y unas 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. También se espera que el alcance de operación de las redes sea mayor con este nuevo estándar gracias a la tecnología MIMO, que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de varias

antenas. Existen también otras propuestas alternativas que podrán ser consideradas. El estándar ya está redactado, y se viene implantando desde 2008. A principios de 2007 se aprobó el segundo boceto del estándar. Anteriormente ya había dispositivos adelantados al protocolo y que ofrecían de forma no oficial este estándar. Ha sufrido una serie de retrasos y el último lo lleva hasta noviembre de 2009. Habiéndose aprobado en enero de 2009 el proyecto 7.0 y que va por buen camino para cumplir las fechas señaladas.<sup>1</sup> A diferencia de las otras versiones de Wi-Fi, 802.11n puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a).

Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de Wi-Fi. Además, es útil que trabaje en la banda de 5 GHz, ya que está menos congestionada y en 802.11n permite alcanzar un mayor rendimiento.

El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009 con una velocidad de 600 Mbps en capa física.

En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b o g , sin embargo ya se ha ratificado el estándar 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen el estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables). [2]

Tabla 3: Evolución estándares

Estándar	Data rate (Mbps)	Frecuencia(GHz)	Modulación
802.11	1,2	2.4	FHSS, DSS, IR
802.11a	6,9,12,18,24,36,48,54	5	OFDM
802.11b	1,2,5.5,11	2.4	HR-DSSS
802.11g	6,12,24,36,48,54	2.4	OFDM
802.11n	300	2.4 o 5	MIMO

## 2.4 Arquitectura de red

La base de una red 802.11 es el Conjunto de servicio básico (BBS, Basic Service Set), que es simplemente un grupo de estaciones que se comunican entre sí. Las comunicaciones tienen lugar dentro de un área poco definida denominada área de servicio básico definida por las características de propagación del medio inalámbrico. Cuando una estación está en el área de servicio básico, puede comunicarse con el resto de miembros del BSS. Los BSS pueden ser de dos tipos: [1]

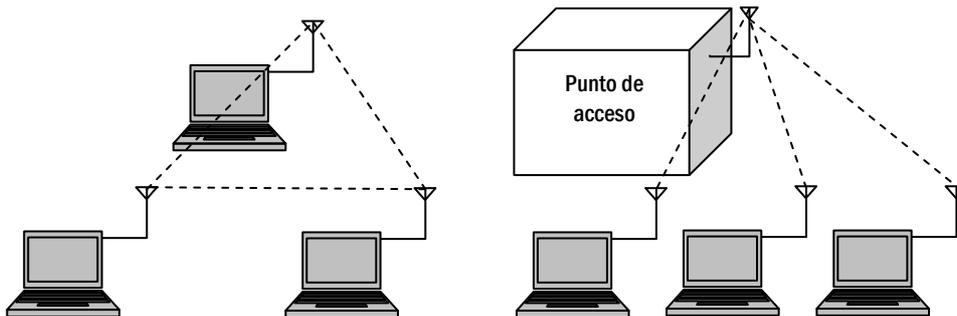


Ilustración 1: Arquitecturas de red

### 2.4.1 Redes independientes

En la parte izquierda de la figura se encuentra un BSS independiente (IBBS). Las estaciones en un IBSS se comunican directamente entre sí y, por tanto, deben encontrarse dentro del alcance directo de la comunicación. Normalmente, los IBSS se componen de una pequeña cantidad de estaciones configuradas para un propósito específico y durante un corto período de tiempo. Debido a su corta duración, pequeño tamaño y objetivo principal, los IBSS a veces se conocen como BSS provisionales. También son conocidos como redes ad-hoc.

Este tipo de redes presenta una serie de ventajas como:

- Uso de antenas direccionales.
- Determinación de una solo LOS.
- Bajos costos.
- Instalación simple.
- Facilidades en pruebas y soporte.

### 2.4.2 Redes de infraestructura

En la parte derecha de la figura se encuentra un BSS de infraestructura. Éstas se distinguen porque utilizan un punto de acceso para todas las comunicaciones y las redes de infraestructuras, incluyendo la comunicación entre nodos móviles en la misma área de servicio. Si una estación móvil en una BSS de infraestructura necesita comunicarse con otra estación móvil, la comunicación debe tener dos saltos.

Primero, la estación móvil de origen transfiere la trama al punto de acceso. Segundo, el punto de acceso transfiere la trama a la estación de destino.

Aunque la transmisión de múltiples saltos tiene más capacidad de transmisión que una trama dirigida desde el remitente al receptor, tiene dos ventajas principales:

- Permitir una comunicación directa entre estaciones móviles puede ahorrar potencia de transmisión pero a costa de incrementar la complejidad de la capa física debido a que las estaciones móviles pueden necesitar mantener relaciones de vecindad con el resto de estaciones móviles dentro del área de servicio.
- Las estaciones móviles pueden entrar en modo de ahorro de potencia y copiar en el búfer las tramas. Las estaciones que funcionan con baterías pueden desactivar el transceptor y activarlo sólo para transferir y recuperar las tramas en el búfer desde el punto de acceso.

Los BSS pueden crear cobertura en oficinas pequeñas y domicilios particulares, pero no pueden proporcionar cobertura de red para áreas más grandes.

802.11 permite crear redes inalámbricas de un tamaño arbitrariamente grande y enlazar los BSS en un Conjunto de servicios extendido (ESS). Un ESS se crea encadenando los BSS entre sí con una red troncal. Todos los puntos de acceso en un ESS tienen el mismo SSID, que sirve como nombre de red a los usuarios. 802.11 no especifica una tecnología troncal específica; sólo requiere que la red troncal proporcione un conjunto de servicios especificado. [1]

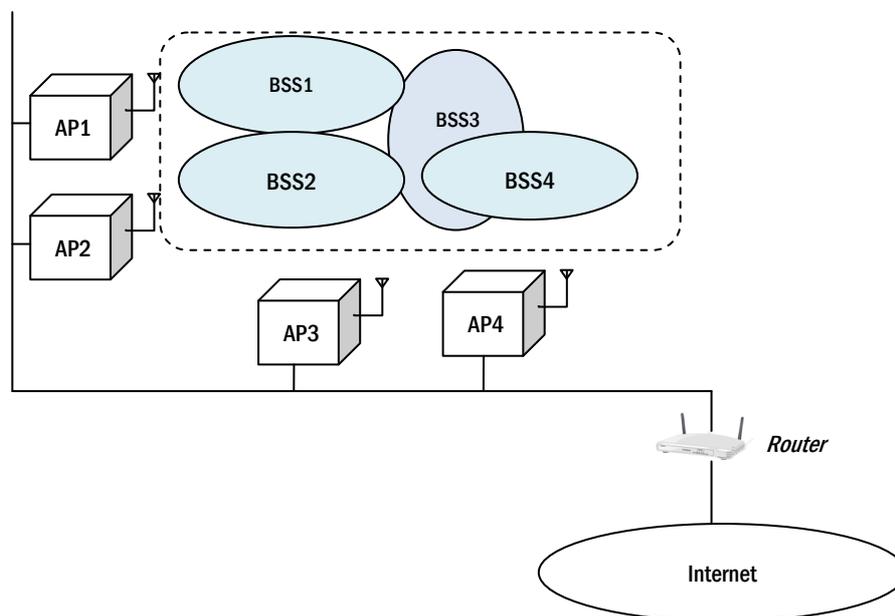


Ilustración 2: Conjunto de servicios extendido

### 2.4.3 Redes Mesh

Se denomina Red Mallada (*Mesh*, en inglés), a aquella donde existen al menos 2 caminos a cada nodo. En ella se mezclan las 2 topologías: Redes de Infraestructura y Redes Independientes. Por un lado los Puntos de Acceso que configuran la red están conectados entre sí y por otro los computadores clientes pueden conectarse entre sí

aunque no estén bajo la cobertura de un AP. En las redes malladas generalmente todos los nodos están conectados con los demás y, por lo tanto, hay múltiples caminos para enviar la información de un punto a otro. Este tipo de arquitecturas es tolerante a fallos pues si un punto se cae se podrá llegar a él por otras rutas. [3]

Las ventajas que presenta esta arquitectura son:

- Diseño simple de red.
- Instalación simple de antenas.
- Ruteo con redundancia.
- Cobertura en condiciones con pobre línea de vista NLOS.

También presentan algunos inconvenientes importantes como:

- Uso de más nodos inalámbricos.
- Desarrollo progresivo y ordenado en la instalación de la red.
- Control más complicado del ancho de banda, ya que los datos pasan de nodo a nodo y el ancho de banda disponible se comparte entre los usuarios que se conectan a cada uno de los nodos.

Aquí se puede ver un diagrama de una red *Mesh*:

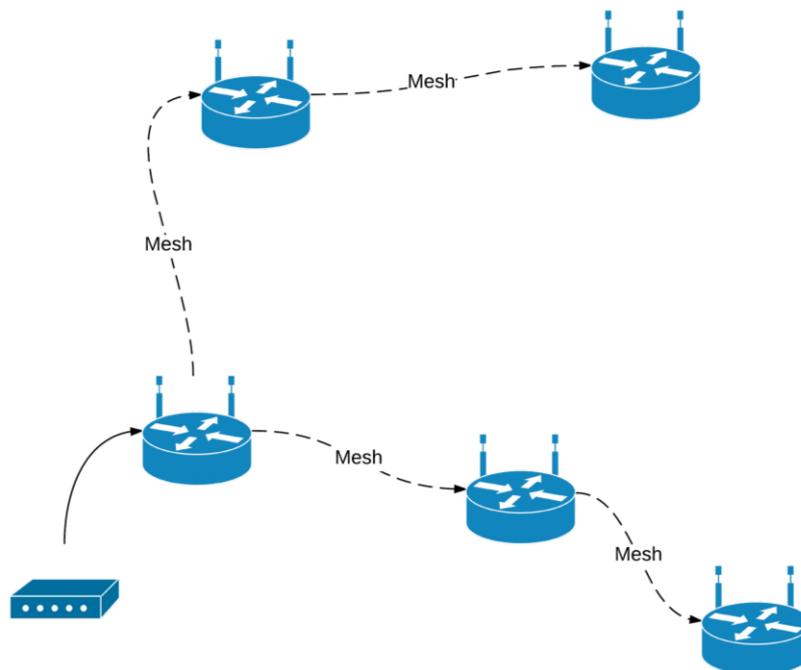


Ilustración 3: Diagrama red mesh

## 2.5 Elementos básicos de una red

Las redes 802.11 están compuestas por cuatro componentes físicos importantes, que se pueden observar en la siguiente figura. [1]

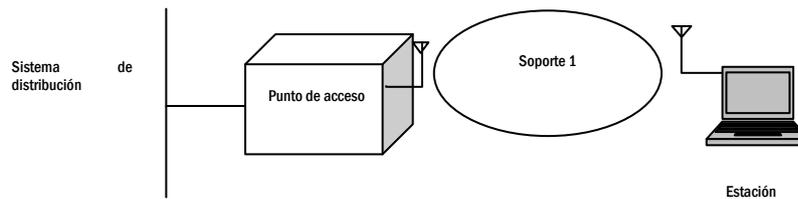


Ilustración 4: Elementos básicos de una red

Los distintos elementos son los siguientes:

### 2.5.1 Estaciones

Las redes se crean para transferir datos entre estaciones. Las estaciones son dispositivos informáticos con interfaces de red inalámbrica. Normalmente, las estaciones son equipos portátiles que funcionan con baterías, pero podrían ser también equipos no portables. En algunos entornos, el sistema de red inalámbrico se utiliza para evitar tener que incluir un nuevo cableado y los equipos de sobremesa se conectan mediante WLAN inalámbricas.

### 2.5.2 Puntos de acceso o APs

Los puntos de acceso son las puertas de enlace de las estaciones a Internet. Realizan la función de puente entre la red inalámbrica y la cableada. También son los encargados de encapsular las tramas 802.11 en las tramas IP, para su entrega al resto del mundo.

### 2.5.3 Medio inalámbrico

Para mover las tramas de una estación a otra, el estándar utiliza un medio inalámbrico. Este contempla tres capas físicas: 2 capas físicas de radiofrecuencia y una de infrarrojos, aunque las capas RF han resultado ser mucho más populares.

### 2.5.4 Sistema de distribución

Cuando existen varios puntos de acceso en una red para formar una gran área de cobertura, es necesaria la comunicación entre ellos para registrar los movimientos de las estaciones móviles. Esta es la función del sistema distribuido. 802.11 no especifica ninguna tecnología particular para este.

## 2.6 La capa física

La capa física se divide en dos subcapas: la subcapa de Procedimiento de convergencia de capa física (PLCP) y la subcapa Dependiente del medio físico (PMD). PLCP es el pegamento que une las tramas de MAC y de las transmisiones de radio en el aire y añade su propio encabezado.

Las tramas incluyen un preámbulo para ayudar a sincronizar las transmisiones entrantes cuyos requerimientos pueden depender el método de modulación, por lo que PLCP añade su propio encabezado a cualquier trama transmitida. PDM es la responsable de transmitir cualquier bit que recibe de PLCP en el aire utilizando la antena.

La capa física también añade una función de Valoración de canal limpio CCA para indicar a MAC cuando se detecta una señal.

En la revisión inicial de 802.11 se estandarizaron tres capas físicas:

- Capa física de radio de espectro disperso de Salto de Frecuencia (FHSS).
- Capa física de radio de espectro disperso de Secuencia directa (DSSS).
- Capa física de Luz infrarroja (IR).

Posteriormente, se desarrollaron tres capas físicas basadas más en la tecnología de radio:

- Capa física de Multiplexado de división de frecuencia ortogonal (OFDM), usada para 802.11a.
- Capa física de Secuencia directa de alto porcentaje (HR/DS o HR/DSSS), usada para 802.11b.
- Capa física de Velocidad extendida (ERP, *Extended Rate PHY*), usada para 802.11g.
- Capa física de MIMO o de alto rendimiento, usada en el 802.11n.

La tecnología del espectro disperso (*spread-spectrum*) es la base utilizada para reclamar las bandas ISM para su uso con datos. Las comunicaciones de radio tradicionales se centran en llenar tanta señal como sea posible en una banda lo más estrecha posible.

La utilización de tecnologías de espectro disperso es un requerimiento para los dispositivos sin licencia. Algunas veces, es un requerimiento impuesto por una autoridad legislativa; en otros casos, es la única forma práctica de satisfacer los requerimientos normativos.

Los dispositivos de *spread-spectrum* pueden interferir con otros sistemas de comunicación y entre sí y los dispositivos RF tradicionales de espectro estrecho pueden interferir con el *spread-spectrum*. Aunque el *spread-spectrum* realiza una mejor tarea de modulación a medida que más dispositivos RF ocupen el área que cubre la red inalámbrica, el nivel de ruido incrementará, la velocidad de señal a ruido disminuirá y se reducirá el rango sobre el que se puede realizar una conexión fiable. [1]

Para minimizar la interferencia entre los dispositivos sin licencia, el FCC impone limitaciones en la potencia de las transmisiones de espectro disperso. Los límites legales son un vatio de potencia de salida del transmisor y cuatro vatios con un sistema de antena que tenga una ganancia de 6 dB ó 500 mili vatios con una antena de ganancia 10 dB.

A continuación se describen los tipos de *spread-spectrum*.

### 2.6.1 Salto de frecuencia (FH o FHSS)

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

El orden en los saltos en frecuencia se determina según una secuencia pseudoaleatoria almacenada en unas tablas, y que tanto el emisor y el receptor deben conocer. Si se mantiene la sincronización en los saltos de frecuencias se consigue que, aunque en el tiempo se cambie de canal físico, a nivel lógico se mantiene un solo canal por el que se realiza la comunicación.

Esta técnica utiliza la zona de los 2.4 GHz, que se organiza en 79 canales con un ancho de banda de 1 MHz cada uno. El número de saltos por segundo es regulado por cada país.

El estándar IEEE 802.11 define la modulación aplicable en este caso. Se utiliza la modulación en frecuencia FSK con una velocidad de 1 Mbps ampliable a 2 Mbps. [4]

### 2.6.2 Secuencia directa (DS o DSSS)

En esta técnica se genera un patrón de bits redundante para cada uno de los bits que componen la señal. Cuanto mayor sea este patrón de bits, mayor será la resistencia de la señal a las interferencias. El estándar IEEE 802.11 recomienda un tamaño de 11 bits, pero el óptimo es de 100. En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la información original.

La secuencia de bits utilizada para modular los bits se conoce como secuencia de Barker (también llamado código de dispersión o pseudoruido). Es una secuencia rápida diseñada para que aparezca aproximadamente la misma cantidad de 1 que de 0. Un ejemplo de esta secuencia es el siguiente. +1-1+1+1-1+1+1+1-1-1-1 Solo los receptores a los que el emisor haya enviado previamente la secuencia podrán recomponer la señal original. Además, al sustituir cada bit de datos a transmitir, por una secuencia de 11 bits equivalente, aunque parte de la señal de transmisión se vea afectada por interferencias, el receptor aún puede reconstruir fácilmente la información a partir de la señal recibida.

Esta secuencia proporciona 10.4dB de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la FCC.

Una vez aplicada secuencia de Barker, el estándar IEEE 802.11 ha definido dos tipos de modulación para DSSS, la modulación DBPSK y la modulación DQPSK, que proporcionan una velocidad de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

Recientemente el IEEE ha revisado este estándar, y en esta revisión, conocida como 802.11b, además de otras mejoras en seguridad, aumenta esta velocidad hasta los 11Mbps, lo que incrementa notablemente el rendimiento de este tipo de redes.

Las frecuencias vienen comprendidas entre 2.412 y 2.484GHz. Estas son divididas en canales (puede variar según legislación de cada país). En Europa la legislación es aplicada por la ETSI y en Estados Unidos, por la FCC. [5]

Tabla 4: Tabla de frecuencias ETSI-FCC

Canal	Frecuencia	Ancho de banda	ETSI	FCC
1	2.412	2.401 - 2.423	SI	SI
2	2.417	2.406 - 2.428	SI	SI
3	2.422	2.411 - 2.433	SI	SI
4	2.427	2.416 - 2.438	SI	SI
5	2.432	2.421 - 2.443	SI	SI
6	2.437	2.426 - 2.448	SI	SI
7	2.442	2.431 - 2.453	SI	SI
8	2.447	2.436 - 2.458	SI	SI
9	2.452	2.441 - 2.463	SI	SI
10	2.457	2.446 - 2.468	SI	SI
11	2.462	2.451 - 2.473	SI	SI
12	2.467	2.456 - 2.478	SI	NO
13	2.472	2.461 - 2.483	SI	NO
14	2.484	2.473 - 2.495	NO	NO

Para cada canal es necesario un ancho de banda de unos 22 MHz para poder transmitir la información, por lo que se produce un inevitable solapamiento de los canales próximos Si tenemos que poner algunos puntos de acceso cercanos inevitablemente, deberíamos separarlos lo suficiente siendo recomendable usar canales que no se solapen. La solución más común es utilizar los canales 1,6 y 11.

La técnica de DSSS podría compararse con una multiplexación en frecuencia.

### 2.6.3 Capa física de luz infrarroja (IR)

802.11 también incluye una especificación para una capa física basada en la luz infrarroja. Utilizar la luz infrarroja en lugar de ondas de radio parece que tiene varias ventajas. Los puertos IR son algo menos caros que los transceptores de radio; de hecho, el costo es lo suficientemente bajo como para que los puertos IR sean estándar en prácticamente todos los equipos portátiles.

IR es muy tolerante a la interferencia de radiofrecuencias porque las ondas de radio operan a una frecuencia totalmente diferente, lo que nos conduce a una segunda ventaja: IR no está legislado.

La seguridad con respecto a 802.11 se basa en la amenaza de usuarios no autorizados conectándose a una red. La luz puede confinar a una sala de conferencias o a una

oficina simplemente cerrando la puerta. Las LAN basadas en IR pueden ofrecer algunas ventajas de flexibilidad y movilidad pero con menos preocupaciones en la seguridad. Todo ello tiene un precio. Las LAN IR se basan en la dispersión de la luz desde el techo, por lo que el rango es mucho más corto. [1]

#### 2.6.4 Multiplexado de división de frecuencia ortogonal (OFDM)

Es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta una información, la cual es modulada en QAM o en PSK.

Normalmente se realiza la multiplexación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta multiplexación se denomina COFDM.

Debido al problema técnico que supone la generación y la detección en tiempo continuo de los cientos, o incluso miles de portadoras equiespaciadas que forma OFDM, los procesos de multiplexación y demultiplexación se realizan en tiempo discreto mediante la IDFT y la DFT respectivamente.

El estándar 802.11a se basa en OFDM. Las bandas de trabajo a las que se refiere el estándar 5.15-5.25, 5.25-5.35 y 5.725-5.825 GHz, que son las bandas en las que se puede trabajar sin licencia Explícita. La OFDM le proporciona a esta LAN inalámbrica tasas de transmisión de 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps. Como mínimo, las tasas de 6, 12 y 24 Mbps deben ser soportadas por los equipos que se acojan a este estándar. Tras la aparente pausa que este estándar ha tenido en cuanto a implantación actualmente se están comenzando a comercializar dispositivos que, si bien no sólo actúan acorde a 802.11a, recogen este estándar como uno de los posibles modos de funcionamiento. Sobre todo, en tarjetas de conexión Wi-Fi de ordenadores portátiles. [6]

#### 2.6.5 Capa física de secuencia directa de alta tasa (HR/DSSS)

Para distinguirla de la capa física de secuencia directa original, la capa física de alta velocidad que se ejecuta a 11 Mbps se abrevia como HR/DSSS. Igual que su predecesora, se divide a través de un procedimiento de convergencia que prepara las tramas para su transmisión por radio y una capa dependiente del medio que transforma los bits en ondas de radio en el aire.

La tabla muestra los valores de diversos parámetros en la capa física de secuencia directa de alta tasa. Al igual que DSSS, HR/DSSS tiene diversos parámetros que se pueden ajustar para compensar las demoras en cualquier parte de un sistema real.

Otro elemento importante es que la suma total del rendimiento de todas las redes HR/DSSS en un área sigue siendo menor que la suma total del rendimiento de todas las redes de salto de frecuencia que no se superponen en un área. La suma total del rendimiento depende del número de canales que no se superponen. [1]

Tabla 5: Parámetros HR/DSSS PHY

Parámetro	Valor
Longitud max de trama MAC	4095 bytes
Tiempo de franja	20 $\mu$ s
Tiempo SIFS	10 $\mu$ s
Tamaño de la ventana de contención	De 31 a 1.023 franjas
Duración del preámbulo	144 $\mu$ s
Duración del encabezado PLCP	48 bits
Sensibilidad mínima	-76 dBm
Rechazo de canal adyacente	35 dB

### 2.6.6 Capa física de velocidad extendida (ERP 802.11g)

El estándar 802.11g está compuesto por diversas especificaciones de capa física en una sola. Añade una cláusula que comprende la PHY de velocidad extendida (ERP). Sin embargo existen diversos “tipos” de ERP:

- ERP-DSSS y ERP-CCK: Estos modos son compatibles hacia atrás con la especificación de secuencia directa original así como con las mejoras de 802.11b. Para conservar la compatibilidad hacia atrás, se requieren unos cambios mejores.
- ERP-OFDM: Éste es el modo principal de 802.11g. básicamente ejecuta 802.11a en la banda de frecuencia ISM con algunos cambios menores para proporcionar compatibilidad hacia atrás. Admite las mismas velocidades que 802.11a.
- ERP-PBCC: Ésta es una extensión opcional para el estándar PBC proporcionado en 802.11b y proporciona velocidades de datos de 22 y 33 Mbps. Aunque forma parte del estándar, no está implantado en la mayoría de los conjuntos de chips más importantes del mercado y no se utiliza ampliamente.
- DSSS-OFDM: Éste es un esquema híbrido que codifica los paquetes utilizando encabezados DSSS y la codificación OFDM de la carga útil. Parte del motivo de desarrollar esta implantación era la compatibilidad hacia atrás. Aunque el cuerpo es una modulación OFDM y es inteligible para 802.11b, la información de los encabezados puede proporcionar información sobre la duración del paquete. Es opcional y no está ampliamente implantado. [1]

### 2.6.7 Capa física de alto rendimiento (MIMO)

El grupo de tarea N de 802.11 tiene un objetivo interesante. Este es conseguir un rendimiento neto de 100 Mbps después de restar toda la sobrecarga para las opciones

de administración de protocolo como el preámbulo, el espacio entre ramas y a cuses de recibo. Existen dos vías para obtener los 100 Mbps: mejorar la eficiencia de MAC o incrementar la velocidad de datos máxima más allá de los 100 Mbps (o ambos).

De las propuestas realizadas al grupo de tarea fueron dos las más importantes procedentes de los grupos denominados TGnSync y WWiSE.

Aunque ambas propuestas son diferentes, existen muchas similitudes entre ellas. En general, algunas opciones requieren alcanzar el objetivo del rendimiento de 100 Mbps.

El siguiente paso que se dio fue añadir una cadena RF a cada cadena del sistema. Ésta es la base del funcionamiento de Múltiples entradas / Múltiples salidas. Cada una de las cadenas RF puede recibir o transmitir de forma simultánea, algo que puede mejorar la calidad de la señal recibida más allá de la simple diversidad. Cada cadena RF y su correspondiente antena son las responsables de transmitir un flujo espacial. Una trama se puede descomponer y multiplexar a través de múltiples flujos espaciales, que se vuelven a montar en el receptor. [1]

#### 2.6.7.1 WWiSE:

El consorcio WWiSE incluye diversos marcadores de chips muy conocidos: Airgo, Boadcom, Conexant, Texas Instruments, Motorola y Nokia.

WWiSE se empeña en mejorar la eficiencia MAC. Para obtener un rendimiento de carga neta de 100 Mbps, se tienen que transmitir 12.000 bytes en 960  $\mu$ s. La especificación de la PHY de WWiSE tiene una velocidad de datos de 135 Mbps en una configuración básica de dos antenas con dos flujos de datos.

WWiSE utiliza tanto el canal de 20 MHz como el de 40 MHz. La operación de 40 MHz puede realizarse a través de un solo canal de 40 MHz o a través de un par de canales de 20 MHz, en el que ambos canales se utilizan simultáneamente para transmitir los datos. [1]

#### 2.6.7.2 TGnSync

El consorcio TGnSync está compuesto por un grupo de empresas. Además de los marcadores de chips Atheros, Agere, Intel, Qualcomm, Cisco y Nortel, también se incluyen fabricantes especializados en flujos de video HDTV o DVD como Panasonic, Sony y Toshiba.

La eficiencia se mejora a través del desarrollo de una suma de tramas y de las ráfagas así como cambios para las directivas de acuse de recibo. Se han diseñado diversas mejoras MAC para ahorrar potencia de la batería, que probablemente sea una consideración para la pertenencia en el grupo.

Para desarrollar una velocidad de datos de picos más altos, la propuesta TGnSync depende de una tecnología similar a WWiSE. Las tramas se dividen en flujos espaciales que se pueden multiplexar por las antenas en una configuración MIMO. Una codificación más larga, que incluye una constelación más larga, una tasa de código de circunvolución superior y un intervalo de protección reducido están presentes para mejorar la velocidad de los datos. TGnSync también requiere canales más anchos donde sea posible. La admisión de canales de 40 MHz se tiene que integrar en los dispositivos conformes con TGnSync. [1]

## 2.7 Capa de enlace MAC

La capa de enlace MAC es responsable de la transferencia fiable de información entre equipos directamente conectados. Para ello se encarga de la notificación de errores, de la topología de la red y el control del flujo en la transmisión de tramas.

Al contrario que muchos otros protocolos de capas de enlace, 802.11 incorpora acuses de recibo positivos. Todas las tramas transmitidas deben tener un acuse de recibo. El remitente de la trama de datos tiene que recibir un acuse de recibo ACK. Si alguna parte de la transferencia falla, la trama se considera perdida.

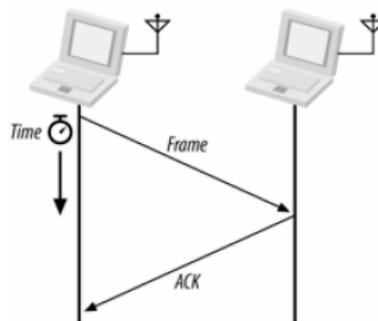


Ilustración 5: ACK positivo [1]

En las redes inalámbricas no hay una limitación definida como puede haber en las redes Ethernet para la transmisión y recepción de tramas, hasta el punto que los nodos pueden llegar a no comunicarse directamente entre sí dentro de la red. Como se observa en la figura, el nodo 1 y 3 no se comunican directamente. Éste problema se llama “nodo oculto”. Si se utilizase un simple protocolo de tránsito y petición, sería más fácil para el nodo 1 y el nodo 3 transmitir simultáneamente, proporcionando al nodo 2 la incapacidad de entender algo. Además, los nodos 1 y 3 no tendrían ninguna indicación de error ya que la colisión sería local en el nodo 2. Para evitar estas colisiones, 802.11 permite a las estaciones utilizar señales de solicitud de emisión RTS y de autorización de emisión CTS. [1]

### 2.7.1 RTS/CTS

El procedimiento de transmisión de múltiples tramas RTS/CTS se utiliza para garantizar la reserva del medio y una transmisión de datos sin interrupciones. Cuando una estación desea transmitir lo hace enviando un RTS. Un campo en el frame (NAV) indica el tiempo total de transmisión, que reserva el medio por un periodo fijo de tiempo.

La estación receptora contesta con CTS. Al igual que RTS, CTS indica el tiempo restante que es necesario silenciar el área para evitar colisiones.

El intercambio RTS/CTS consume una fracción importante de la capacidad del canal. Por esta razón se configura un umbral llamado *RTS threshold* para ser utilizado sólo por frames mayores que este umbral. [1]

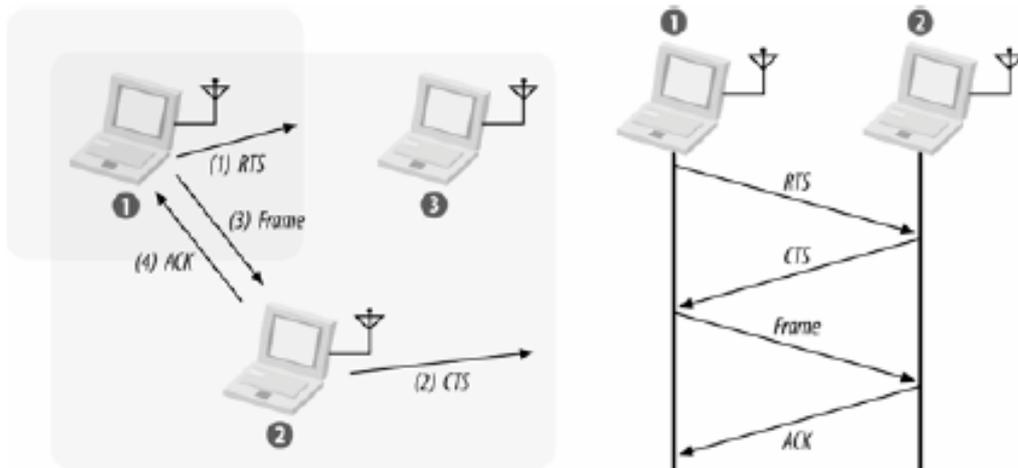


Ilustración 6: Funcionamiento RTS/CTS [1]

### 2.7.2 Funciones de coordinación MAC

El sistema de control de acceso al medio (N2 capa MAC) de IEEE 802.11 es la pila de protocolos DFWMAC (*Distributed Foundation Wireless Medium Access Control*), aunque este nombre es poco utilizado en la literatura al respecto. La base de DFWMAC es una técnica de coordinación distribuida llamada DCF (*Distributed Coordination Function*), obligatoria en el estándar 802.11.

IEEE 802.11 también define una técnica de coordinación centralizada llamada PCF (*Point Coordinated Function*) que solo está disponible en modo infraestructura. Esta técnica es opcional y además no se exige para los certificados de la alianza Wi-Fi, por lo que muy pocos aparatos lo implementan. [1]

#### 2.7.2.1 DCF

DCF utiliza un algoritmo CSMA/CA con intercambio RTS/CTS opcional y acuse explícito de recibo. Usa comunicación asíncrona entre estaciones.

La idea base de CSMA es que una estación que desea transmitir en un medio compartido primero escucha el canal para verificar si tiene actividad. En caso de que el canal esté libre la estación comienza a emitir inmediatamente.

Ethernet que utiliza CSMA/CD espera a que el canal quede libre y comienza a emitir. En caso de que otra estación estuviese también esperando para emitir se produce una colisión. Las estaciones emisoras detectan la colisión y esperan un tiempo aleatorio antes de volver a intentarlo.

Sin embargo dado que el rango dinámico de señales es muy amplio las NIC inalámbricas no son capaces de detectar colisiones, por lo que no se puede usar CSMA/CD. En vez de ello se utiliza CSMA/CA.

CSMA/CA hace varias cosas:

- Verifica si el medio está libre u ocupado (CSMA).
- Cuando la línea está ocupada espera un tiempo aleatorio antes de volver a intentar enviar (CSMA).

- Incluye un mecanismo opcional de intercambio RTS/CTS antes de emitir el mensaje (CA).
- Incluye un mecanismo de acuse explícito de recibo a nivel de MAC (CA);

Es decir, cuando una estación inalámbrica desea transmitir primero verifica que el canal está libre durante un tiempo predeterminado. Si está libre comienza a emitir inmediatamente y si está ocupado espera primero a que quede libre y después un tiempo aleatorio antes de volver a verificarlo (CSMA).

Una vez la estación puede emitir utiliza un intercambio RTS/CTS. Para este intercambio primero envía una trama corta de control de solicitud de transmisión RTS indicando a las demás estaciones que no transmitan. Esta trama además especifica las estaciones origen y destino de la comunicación y el tamaño de la trama que se desea transmitir. Si la estación destinataria recibe correctamente esta señal devuelve una trama indicando que está ocupado -comunicándose con un nodo oculto- o una trama indicando que todo está preparado para la emisión y el tamaño de trama que va a recibir.

Si una estación recibe el mensaje RTS pero no la respuesta sabe que es un nodo expuesto y que puede comunicarse con otro nodo a la vez.

Si una estación no ha recibido un RTS pero recibe un CTS sabe que es un nodo oculto y que debe esperar y además sabe cuánto tiempo debe hacerlo porque conoce el tamaño de trama que se va a enviar.

Tras emitir el mensaje, la estación emisora espera a una respuesta del destinatario indicando una recepción correcta ("ACK") o incorrecta ("NACK"). En el segundo caso - o si no recibe respuesta- el emisor volverá a emitir el mensaje, existiendo un límite para el número de posibles reenvíos. [7]

Sus principales inconvenientes son:

- Si muchas estaciones pretenden comunicar a la vez, ocurrirán muchas colisiones que disminuirán el ancho de banda disponible.
- No hay prioridades o clases de tráfico ni garantías de QoS.
- Cuando una estación gana el medio puede secuestrarlo. Por ejemplo una estación que transmita a 1Mb/s puede tardar mucho tiempo en enviar un paquete, perjudicando al resto de estaciones.
- Para poder garantizar la usabilidad del canal ha de sacrificar un porcentaje significativo de la capacidad incrementando el volumen de tráfico.

### 2.7.2.2 PCF

PCF alterna dos periodos de tiempo: periodos con conflictos CP y periodos libres de conflictos CFP. Durante los CP las estaciones simplemente utilizan DCF. Durante los CFP el punto de coordinación (el AP) controla qué estación puede transmitir en cada momento de manera síncrona con un algoritmo Round-Robin. Esta coordinación centralizada permite ciertas gestiones de QoS, por ejemplo para conexiones sensibles al tiempo, como emisiones de vídeo, y se puede utilizar para minimizar el problema de los nodos ocultos (si ningún nodo queda oculto al controlador). El principal inconveniente que se le achaca es que no define clases de tráfico.

IEEE 802.11e define una nueva función de coordinación HCF con el objetivo de incorporar garantías QoS y permitir aplicaciones de tiempo real. [7]

### 2.7.3 Formato trama 802.11

Las tramas de 802.11 son más complicadas que las tramas en Ethernet ya que el medio inalámbrico requiere diversas opciones de administración y en las redes con cables no se encuentran tipos de trama análogos. [1]

Tabla 6: Formato trama

2	2	6	6	6	2	6	0-2.312	4
Control trama	ID duración	Dirección 1 (receptor)	Dirección 2 (remitente)	Dirección 3 (filtrado)	Ctl-sec	Dirección 4 (opcional)	Cuerpo trama	FCS

Existen tres tipos principales de tramas:

#### 2.7.3.1 Trama de datos

Estas tramas llevan mucha información "administrativa" y, además los datos que queremos transmitir a través de la red inalámbrica WI-FI. Generalmente la red inalámbrica Wi-Fi debe utilizar muchísimos paquetes de datos, para transmitir un archivo de datos. Mucho más aún cuando lo que se desea transmitir es vídeo. Los paquetes de datos Wi-Fi, tienen muchos campos con información necesaria para la transmisión. Uno de ellos es la "Mac Address" de la estación receptora y del remitente, el SSID, el número de secuencia de ese paquete, etc.

#### 2.7.3.2 Trama de management

Las tramas de administración establecen y mantienen la comunicación. Hay varios tipos:

- Baliza (*Beacon*)

Los APs envían periódicamente señales para anunciar su presencia y que todas las estaciones que estén en el rango (100 metros aprox.) sepan que APs están disponibles. Estas señales periódicas se llaman *beacons* y contienen varios parámetros, como el SSID y dirección MAC del AP.

- Petición de prueba

Las estaciones móviles utilizan tramas de petición de prueba para examinar un área en busca de redes 802.11 existentes.

Una trama de petición de prueba contiene dos campos: el SSID y las velocidades admitidas por la estación móvil. Las estaciones que reciben peticiones de prueba utilizan la información para determinar si dicha estación puede unirse a la red.

- Respuesta de prueba

Si una petición de prueba encuentra una red con parámetros compatibles, la red envía una trama de respuesta de prueba. La estación que envía la última *beacon* es la responsable de responder a las pruebas entrantes. En redes de infraestructura, esta estación es el punto de acceso. En un IBSS, la responsabilidad de la transmisión de la *beacon* se distribuye.

La respuesta de prueba transporta todos los parámetros de una trama Beacon, que permite a las estaciones móviles examinar los parámetros y unirse a la red.

- Disociación y anulación de autenticación

Las tramas de disociación se utilizan para finalizar una relación de asociación y las tramas de anulación de autenticación se utilizan para finalizar una relación de autenticación. Ambas tramas incluyen solo un campo fijo, el código de razón.

Petición de asociación: Cuando las estaciones móviles identifican una red compatible y la autentican. Pueden intentar unirse a la red enviando una trama de petición de asociación.

- Petición de reasociación

Las estaciones móviles que se mueven entre áreas de servicio básico dentro del mismo servicio extendido necesitan reasociarse con la red antes de utilizar el sistema de distribución de nuevo. Las estaciones también pueden necesitar reasociarse si dejan el área de cobertura de un AP de forma temporal y posteriormente vuelven a unirse a dicha área.

Las peticiones de asociación y reasociación difieren únicamente en que la petición de reasociación incluye la dirección del AP actual de la estación móvil.

- Respuesta de asociación y respuesta de reasociación

Cuando las estaciones móviles intentan asociarse a un AP, éste responde con una trama de respuesta de asociación o respuesta de reasociación. La única diferencia entre estas tramas se encuentra en el campo subtipo del campo control de trama.

- Autenticación

Es la trama por la cual el AP comunica a la estación si la acepta definitivamente o la rechaza. Como veremos en el apartado de seguridad este paquete sólo se utiliza cuando en la red WI-FI existen medidas de seguridad y se requiere autenticar a los usuarios. Esto se hace intercambiando varios de estos paquetes con "desafíos" y respuestas para verificar la identidad del cliente. En las redes "abiertas" donde no hay estas medidas de seguridad no se utiliza esta trama. [1]

### 2.7.3.3 Trama de control

Las tramas de control, ayudan en la entrega de datos. Tienen funciones "logísticas", de coordinación. Veremos a continuación cuales son:

- Request to Send - RTS

Es la primera fase antes de comenzar a enviar paquetes de datos. Su función es la de evitar colisiones.

- Clear to Send - CTS

Tiene la función de responder a los RTS. Indica que el canal está libre para transmitir. Todas las estaciones que captan el CTS saben que deben esperar un tiempo para transmitir pues alguien está utilizando ya el canal. Existe un tiempo de espera - "Slot-time" en inglés - que es distinto para cada estándar, 802.11b, 802.11g y 802.11n.

- Acknowledgement - ACK

La estación receptora chequea el paquete recibido por si tiene algún error. Si lo encuentra correcto envía un "ACK", con lo cual el remitente sabe que el paquete llegó bien, pues si no, debe ser enviado otra vez. Una vez que las demás estaciones "captan" el ACK, saben que el canal está libre y que ya pueden intentar ellas enviar sus paquetes. Si el emisor no recibe el ACK, enviará el paquete nuevamente. [1]

#### 2.7.4 Servicios de red 802.11

Una forma de definir una tecnología de red es definiendo los servicios que ofrece y permitiendo que los suministradores de equipamiento implanten dichos servicios en cualquier lugar apropiado. Los servicios que proporciona 802.11 se pueden dos grupos, tres servicios para desplazar datos y los seis servicios restantes son operaciones de administración que permiten a la red registrar los nodos móviles y entregar las tramas en consecuencia. [1]

Tabla 7: Servicios de red

Servicio	Estación o servicio de distribución	Descripción
Distribución	Distribución	Servicio utilizado en la entrega de tramas para determinar la dirección de destino en redes de infraestructura.
Integración	Distribución	Entrega de tramas a una LAN IEEE 802 fuera de la red inalámbrica.
Asociación	Distribución	Utilizado para establecer el AP que sirve como pasarela a una estación móvil determinada.
Reasociación	Distribución	Utilizado para cambiar el AP que sirve como pasarela a una estación móvil determinada.
Disociación	Estación	Elimina la estación inalámbrica de la red.
Autenticación	Estación	Establece la identidad de la estación (dirección MAC) antes de establecer la asociación.
Anulación de autenticación	Estación	Utilizado para terminar la autenticación, y por extensión, la asociación.
Confidencialidad	Estación	Proporciona protección frente a escuchas secretas.
Entrega de MSDU	Estación	Entrega de datos al destinatario.
Control de potencia de transmisión PTC	Estación administración espectro	/ de Reduce la interferencia minimizando la potencia de transmisión de la estación.

Selección dinámica	Estación administración espectro	/ de	Evita la interferencia con la operación del radar en la banda de 5 GHz.
--------------------	----------------------------------	------	---

## 2.8 Propagación de ondas electromagnéticas

En las redes inalámbricas las señales se transmiten a través de las ondas electromagnéticas, siendo el aire el medio de propagación de las mismas, a diferencia de las comunicaciones cableadas donde las ondas viajan a través de un cable como pueden ser el par trenzado, el cable coaxial o la fibra óptica, entre otros. Los cables confinan las señales dentro de sí, a diferencia de las ondas emanadas de una tarjeta inalámbrica, que sufren efectos físicos como reflexión, refracción, absorción y otros fenómenos que se tratarán. Las ondas electromagnéticas difieren de las mecánicas en que no necesitan de un medio para propagarse. Las mismas se propagan incluso en el espacio vacío. [27]

### 2.8.1 Conceptos básicos

La velocidad de propagación, longitud de onda y frecuencia de las ondas electromagnéticas están relacionadas por la siguiente expresión:

$$\text{Velocidad } (V) = \text{Frecuencia } (f) * \text{Longitud de onda } (\lambda)$$

Donde:

- $\lambda$  (m/s): longitud de onda es la distancia medida desde un punto en una onda hasta la parte equivalente de la siguiente, por ejemplo desde la cima de un pico hasta el siguiente.
- $f$  (Hz): frecuencia es el número de ondas enteras que pasan por un punto fijo en un segundo

Las ondas también tienen una propiedad denominada amplitud, esta es la distancia desde el centro de la onda hasta el extremo de uno de sus picos.

En el caso de las ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio, la velocidad  $v$  es la velocidad de propagación de la luz  $c = 300.000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  quedando  $c = f * \lambda$ , ahora la longitud de onda para una frecuencia de 2,4 GHz, que es la frecuencia para redes inalámbricas del protocolo 802.11b será:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2,4 * 10^9} = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$$

La frecuencia y la longitud de onda determinan la mayor parte del comportamiento de una onda electromagnética, desde las antenas que se construyen hasta los objetos que están en el camino de las redes que se tratan de hacer funcionar, y son responsables de muchas de las diferencias entre los estándares que se pueden escoger. [27]

### 2.8.2 Perdidas en el espacio libre

Cuando una onda se propaga en el espacio, se esparce sobre una superficie cada vez mayor a medida que se aleja del transmisor. La potencia que se puede capturar de la onda en el receptor, disminuye con el cuadrado de la distancia al transmisor, esto es por un efecto puramente geométrico. A esto se le denomina Pérdida en el Espacio Libre, FSL en inglés y su cálculo esta dado por la expresión:

$$FSL (dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 32,40$$

donde, d es la distancia en Km y f es la frecuencia en MHz.

Las interacciones de las ondas electromagnéticas con varios objetos en el ambiente, así como la tierra, edificios, vegetación, farolas, personas, etc. están comúnmente asociados a otros mecanismos de la propagación. Estos mecanismos de propagación también causan atenuación de las ondas electromagnéticas pero debido a otros fenómenos como la Absorción, Reflexión, Difracción, Refracción, Dispersión, o a una combinación de aquellas. [27]

### 2.8.3 Absorción

Cuando las ondas electromagnéticas atraviesan algún material, generalmente se debilitan o atenúan. La cantidad de potencia perdida va a depender de su frecuencia y por supuesto, del material. La potencia decrece de manera exponencial y la energía absorbida generalmente se transforma en calor. [27]

Tabla 8: Absorción de materiales

Material	Interferencia
Madera	Baja
Vidrio	Baja
Yeso	Baja
Ladrillo	Media
Agua	Alta
Cerámica	Alta
Ventanas	Alta
Metal	Muy alta

En las redes inalámbricas, se considera al metal y el agua como absorbentes perfectos, o sea no van a ser atravesados (aunque capas finas de agua podrían permitir que una parte de la potencia pase). Cuando se habla del agua, se tiene que recordar que la misma se encuentra en diferentes formas: lluvia, niebla, vapor y nubes bajas y todas van a estar en el camino de los radioenlaces.

Existen otros materiales que tienen un efecto más complejo en la absorción de la radiación electromagnética, por ejemplo, la absorción en los árboles y la madera, depende de cuánta cantidad de agua y de otros compuestos químicos contenga. Generalmente los plásticos y materiales similares, no absorben mucha energía de radio, pero esto varía dependiendo de la frecuencia y el tipo de material.

Otro factor a tener en cuenta son los seres humanos, pues estamos compuestos mayormente de agua. En lo que a redes inalámbricas se refiere, podemos ser descritos como grandes bolsas llenas de agua, con la misma y fuerte absorción.

Orientar un punto de acceso en una oficina de forma tal que su señal deba pasar a través de muchas personas puede ser un error clave cuando se proyectan redes inalámbricas en oficinas. Lo mismo sucede en clubes nocturnos, cafés, bibliotecas e instalaciones externas.

#### 2.8.4 Dispersión

La dispersión ocurre cuando el medio por el cual viaja la onda electromagnética está formado por objetos con dimensiones pequeñas comparadas a la longitud de onda  $\lambda$ , y donde hay un gran número de obstáculos por volumen de unidad. Las ondas dispersadas son producidas por las superficies ásperas, objetos pequeños, o por otras irregularidades en el canal.

La dispersión es un proceso de interacción general entre las ondas electromagnéticas y varios objetos. La dispersión provoca que parte de la energía sea irradiada en numerosas direcciones diferentes. Si hay muchos objetos en la trayectoria de la señal, y los objetos son relativamente pequeños comparados con la longitud de onda de la señal, entonces el frente de onda propagado se dividirá en muchas direcciones, añadiéndose a las interferencias constructivas y destructivas de la señal. Además, los materiales de construcción tales como una canalización eléctrica y cañerías de plomo pueden aumentar el efecto de dispersión. Para el caso de las redes Wi-Fi los objetos dentro de una oficina pueden provocar este fenómeno, en cambio las gotas de lluvia no, por tratarse de pequeñas dimensiones en comparación con  $\lambda = 12,5$  cm. [27]

#### 2.8.5 Reflexión

La reflexión de las ondas electromagnéticas ocurre cuando una onda incidente choca con una barrera existente (un objeto) y parte de la potencia incidente no penetra el mismo. Las ondas que no penetran el objeto se reflejan. Debido a que todas las ondas reflejadas permanecen en el mismo medio que las ondas incidentes, sus velocidades son iguales y por lo tanto el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

Este fenómeno depende de las propiedades de la señal y de las propiedades físicas del objeto. Las propiedades de la señal son el ángulo incidente de llegada al objeto, la orientación y la longitud de onda ( $\lambda$ ). Las propiedades físicas del objeto en cambio son la geometría de la superficie, la textura y el material del que esté compuesto.

Una reja densa de metal actúa de igual forma que una superficie sólida, siempre que la distancia entre las barras sea pequeña en comparación con la longitud de onda  $\lambda$ . A modo de ejemplo, para la frecuencia de 2,4 GHz ( $\lambda = 12,5$  cm), una rejilla metálica con separación de 1cm entre sus elementos va a actuar igual que una placa de metal sólida. [27]

#### 2.8.6 Difracción

La difracción ocurre cuando la trayectoria de radio entre el transmisor y el receptor está obstruida por una superficie que tiene irregularidades agudas (bordes). Las ondas secundarias resultantes desde la superficie obstructora están presentes a través del espacio e incluso detrás del obstáculo, dando lugar a una flexión de ondas alrededor del obstáculo, al igual que cuando no existe una trayectoria de línea de visión entre el transmisor y el receptor. A alta frecuencia, la difracción como la reflexión depende de la geometría del objeto así como la amplitud, la fase, y la polarización de la onda incidente al punto de difracción.

En la difracción se genera una pérdida de potencia de transmisión, donde la potencia de la onda difractada es significativamente menor que el frente de onda que la provoca.

El Principio de Huygens provee un modelo para comprender este comportamiento, donde cada punto de un obstáculo genera un nuevo frente de ondas, y este nuevo frente puede hasta rodear un obstáculo. El fenómeno de la difracción si bien se da en todas las frecuencias, cuando más bajas es la frecuencia las ondas electromagnéticas se difractan más, dando la impresión de doblar la esquina. En contraposición cuanto más alta la frecuencia de la transmisión más alta será la pérdida.

Las microondas, con una longitud de onda de varios centímetros, muestran los efectos de la difracción cuando chocan contra paredes, y otros obstáculos. La obstrucción provoca que la onda cambie su dirección y doble en las esquinas.

En algunas aplicaciones muy específicas, se puede aprovechar el efecto de difracción para rodear obstáculos. [27]

### 2.8.7 Refracción

La refracción es el cambio de dirección de una onda electromagnética conforme pasa oblicuamente de un medio a otro, con diferentes velocidades de propagación. Por lo tanto, la refracción ocurre siempre que una onda electromagnética pasa de un medio a otro de diferente densidad. El ángulo de incidencia es el formado entre la onda incidente y la normal, y el ángulo de refracción es el formado entre la onda refractada y la normal.

En las redes Wi-Fi este fenómeno se da, pero no es muy significativo. Es más importante en WLAN de largo alcance. [27]

### 2.8.8 Interferencia o superposición

Es el efecto que se produce cuando dos o más ondas se solapan o entrecruzan. Cuando las ondas interfieren entre sí, la amplitud (intensidad o tamaño) de la onda resultante depende de las frecuencias, fases relativas (posiciones relativas de crestas y valles) y amplitudes de las ondas iniciales .

Por ejemplo, la interferencia constructiva se produce en los puntos en que dos ondas de la misma frecuencia que se solapan o entrecruzan están en fase; es decir, cuando las crestas y los valles de ambas ondas coinciden. En ese caso, las dos ondas se refuerzan mutuamente y forman una onda cuya amplitud es igual a la suma de las amplitudes individuales de las ondas originales. La interferencia destructiva se produce cuando dos ondas de la misma frecuencia están completamente desfasadas una respecto a la otra; es decir, cuando la cresta de una onda coincide con el valle de otra.

En este caso, las dos ondas se cancelan mutuamente. Cuando las ondas que se cruzan o solapan tienen frecuencias diferentes o no están exactamente en fase ni desfasadas, el esquema de interferencia puede ser más complejo.

La luz visible está formada por ondas electromagnéticas que pueden interferir entre sí. La interferencia de ondas de luz causa, por ejemplo, las irisaciones que se ven a veces en las burbujas de jabón. La luz blanca está compuesta por ondas de luz de distintas longitudes de onda. Las ondas de luz reflejadas en la superficie interior de la burbuja interfieren con las ondas de esa misma longitud reflejadas en la superficie exterior.

En algunas de las longitudes de onda, la interferencia es constructiva, y en otras destructiva. Como las distintas longitudes de onda de la luz corresponden a diferentes colores, la luz reflejada por la burbuja de jabón aparece coloreada. El fenómeno de la interferencia entre ondas de luz visible se utiliza en holografía e interferometría.

La interferencia puede producirse con toda clase de ondas, no sólo ondas de luz. Las ondas de radio interfieren entre sí cuando rebotan en los edificios de las ciudades, con lo que la señal se distorsiona. Cuando se construye una sala de conciertos hay que tener en cuenta la interferencia entre ondas de sonido, para que una interferencia destructiva no haga que en algunas zonas de la sala no puedan oírse los sonidos emitidos desde el escenario. Arrojando objetos al agua estancada se puede observar la interferencia de ondas de agua, que es constructiva en algunos puntos y destructiva en otros. [8]

## 2.9 Antenas

Las antenas constituyen el medio más práctico y en muchas ocasiones único para poder transmitir información a largas distancias. Con el creciente desarrollo y evolución de las comunicaciones inalámbricas que generan circuitos prácticos sin necesidad de cables, las antenas ocupan un lugar primordial para lograr una transmisión eficiente de la información.

A grandes rasgos una antena se puede definir como “un dispositivo, metálico generalmente, utilizado para radiar o recibir ondas electromagnéticas”. Una antena por lo tanto puede ser considerada como un transductor capaz de convertir ondas electromagnéticas en ondas eléctricas y viceversa. [9]

### 2.9.1 Diagrama de radiación

El diagrama de radiación de una antena se puede definir como la representación espacial de la energía que es radiada por una antena. Esta representación generalmente se hace en el campo lejano y puede llevarse a cabo en dos o tres dimensiones. Cuando se habla de un diagrama de radiación en tres dimensiones existen dos planos sobre los cuales se grafican los puntos correspondientes a la energía radiada de la antena: el plano Azimutal (puede verse como un plano horizontal) y el plano de elevación (puede verse como un plano vertical). Las dimensiones para considerar el diagrama de radiación de una antena son: el radio donde se mide la radiación, el diferencial del plano Azimutal, el diferencial del plano de elevación, el diferencial de área esférica, así como los vectores unitarios de las coordenadas esféricas.

**Lóbulos de radiación:** Se definen como “el área del diagrama de radiación rodeada por regiones de relativamente baja intensidad de radiación”. Los lóbulos se pueden clasificar en dos tipos: lóbulos principales y lóbulos secundarios, que a su vez pueden subdividirse en lóbulos laterales y lóbulos posteriores. [9]

### 2.9.2 Ancho de banda

El ancho de banda de una antena es un valor subjetivo dependiendo de las características buscadas en el funcionamiento de una antena. El ancho de banda se describe como “el rango de frecuencias dentro del cual el desempeño de la antena, con respecto a alguna característica se ajusta a un estándar especificado”. Es decir, el ancho de banda se refiere al rango de frecuencias que cumplan las características deseadas, las cuales pueden ser intensidad de potencia, potencia radiada, coeficiente de reflexión, coeficiente de transmisión, directividad, etc. [9]

### 2.9.3 Directividad

La directividad constituye probablemente el parámetro de mayor importancia a la hora de juzgar el diagrama de radiación de una antena. La directividad se define como “la razón de la intensidad radiada en una dirección a la intensidad de radiación promedio en todas las direcciones”. Es decir, la directividad se puede considerar como la razón de la intensidad radiada en una dirección a la intensidad de radiación de una antena con diagrama isotrópico. Cuanto mayor sea la directividad, el haz de radiación será más afilado. La directividad está dada: [9]

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}}$$

#### 2.9.4 Ganancia

Las antenas son elementos pasivos y por lo tanto no pueden realizar una amplificación, es por ello que el término “ganancia” cuando se habla de antenas varía de su definición convencional utilizada para los circuitos electrónicos.

La ganancia es un parámetro de las antenas similar a la directividad. La diferencia reside en que la directividad toma en cuenta las propiedades direccionales de la antena solamente y por lo tanto depende únicamente del diagrama de radiación.

Por el contrario, la ganancia de una antena toma en cuenta tanto las propiedades direccionales de ésta como la eficiencia.

La definición de ganancia dice que “es la razón de la intensidad de radiación en cualquier dirección a la radiación de intensidad que sería obtenida si la potencia aceptada por la antena fuera radiada de manera isotrópica”. La ganancia se expresa: [9]

$$G = 4\pi \frac{\text{intensidad de radiación}}{\text{potencia total de entrada (aceptada)}} = 4\pi \frac{U(\varphi)}{P_{in}}$$

#### 2.9.5 Parámetros S

Las antenas, como muchos circuitos electrónicos existentes, pueden caracterizarse como una red de dos puertos y se analizan de esta forma como la respuesta general del sistema.

Los parámetros existentes para redes de dos puertos son: [9]

- Parámetros de impedancia, Z.
- Parámetros de admitancia, Y.
- Parámetros híbridos, H.
- Parámetros de transmisión, T.
- Parámetros de transmisión inversa, ABCD.
- Parámetros de dispersión, S.

#### 2.9.6 Densidad de potencia radiada

La potencia de una onda electromagnética cualquiera puede definirse mediante el vector de Poynting, el cual apunta hacia la dirección de propagación de la onda. La potencia contenida en un área se debe realizar la integral cerrada del vector de Poynting:

$$P = \oint \int W ds = \oint \int W \hat{n} da$$

donde:

- P es la potencia total instantánea en W.
- W es el vector de Poynting puntual.
- $\hat{n}$  es el vector unitario normal a la superficie.
- $da$  es el área infinitesimal de la superficie cerrada en  $m^2$ .

La densidad de potencia promedio queda expresada como:

$$W_{av}(x, y, z) = W(x, y, z; t)_{av} = \frac{1}{2} \text{Re}[E \times H^*]$$

La potencia radiada promedio de una antena entonces puede encontrarse integrando en el área deseada, por lo tanto se tiene: [9]

$$P_{rad} = P_{av} = \oint \int W_{rad} ds = \oint \int W_{zv} n da = \frac{1}{2} \oint \int \text{Re}[E \times H^*] ds$$

### 2.9.7 Intensidad de radiación

La intensidad de radiación se define como “la potencia radiada por una antena por unidad de ángulo sólido”. La intensidad de potencia se mide en el campo lejano donde la potencia que se radia es en su mayoría radiactiva y se expresa como: [9]

$$U = r^2 W_{rad}$$

donde:

- U es la intensidad de radiación.
- R es el radio.
- $W_{rad}$  es la densidad de radiación ( $W/m^2$ ).

### 2.9.8 Tipos de antenas

#### 2.9.8.1 Antena dipolo

Es una antena empleada para transmitir o recibir ondas de radiofrecuencia. Estas antenas son las más simples desde el punto de vista teórico. [26]

#### 2.9.8.2 Antena omnidireccional

También llamadas antenas de fuste vertical. Se utilizan principalmente para emitir la señal en todas las direcciones. En realidad la señal que emite en es forma de óvalo, y sólo emite en plano (no hacia arriba ni hacia abajo).

Se suelen colocar en espacios abiertos para emisión todas las direcciones. También se usan en espacios cerrados. En caso de colocarlas en el exterior es conveniente colocarle un filtro de saltos de tensión, para evitar problemas con tormentas eléctricas. Son baratas, fáciles de instalar y duraderas. Su ganancia está en torno a los 15 dBi. [10]

#### 2.9.8.3 Antenas direccionales

Una antena direccional es una antena capaz de concentrar la mayor parte de la energía radiada de manera localizada, aumentando así la potencia emitida hacia el receptor o desde la fuente deseados y evitando interferencias introducidas por fuentes no deseadas. Las antenas direccionales, como por ejemplo las antenas yagi, proporcionan mucho mejor rendimiento que las antenas de dipolo cuando se desea concentrar gran parte de la radiación en una dirección deseada. [12]

#### 2.9.8.4 Antenas panel plano

Las antenas de panel plano como su nombre lo dice son un panel con forma cuadrada o rectangular. y están configuradas en un formato tipo patch. Las antenas tipo panel plano son muy direccionales ya que la mayoría de su potencia radiada es una sola dirección ya sea en el plano horizontal o vertical.

Las antenas de panel plano pueden ser fabricadas en diferentes valores de ganancia de acuerdo a su construcción. Esto puede proveer excelente directividad y considerable ganancia. [11]

#### 2.9.8.5 Antenas parabólicas

Las antenas parabólicas usan características físicas así como antenas de elementos múltiples para alcanzar muy alta ganancia y direccionalidad. Estas antenas usan un plato reflector con la forma de una parábola para enfocar las ondas de radio recibidas por la antena a un punto focal. La parábola también funciona para capturar la energía radiada por la antena y enfocarla en un haz estrecho al transmitir.

La antena parabólica es muy direccional. Al concentrar toda la potencia que llega a la antena y enfocarla en una sola dirección, este tipo de antena es capaz de proveer muy alta ganancia. [11]

### 2.10 Tecnología Ruckus

#### 2.10.1 Introducción

Ruckus Wireless es el líder en el mercado de la infraestructura inalámbrica, lo cual permite tanto a prestadores de servicios como a empresas estar a la cabeza de la creciente demanda de aplicaciones y servicios de banda ancha. La tecnología Smart Wi-Fi de Ruckus redefine lo que es posible en el desempeño de redes inalámbricas con flexibilidad, fiabilidad y buen precio. A esto le llaman “rendimiento dominante”. Esto es la combinación de las características innovadoras necesarias para alcanzar la meta de ofrecer el rendimiento inalámbrico más estable y de mayor velocidad, en cualquier lugar, siempre. Los diferentes componentes que son absolutamente esenciales para lograr este nivel de desempeño son los siguientes:

- Control de señal adaptable.
- Reducción de interferencia.
- Asignación de canales basada en la capacidad.
- Diversidad de polarización dinámica.
- Intensidad de señal mejorada.
- Optimización de la capacidad de red. [13]

#### 2.10.2 Principales características

Ruckus ha desarrollado tecnología y productos Wi-Fi destacados de clase carrier a los que se llaman Smart Wi-Fi. Estos permiten que los proveedores de servicios y las empresas se beneficien de los niveles avanzados de rendimiento y las capacidades de integración que no son posibles con un sistema Wi-Fi básico.

Los estándares Wi-Fi y el equipamiento de red fueron originalmente diseñados para permitir una conectividad simple, fácil de usar y de bajo costo en ambientes con poca interferencia, como el hogar. Como consecuencia, los productos Wi-Fi sufren varias deficiencias a la hora de enfrentar desafíos actuales, tales como interferencia, escalabilidad y asistencia a un gran número de usuarios simultáneos.

La tecnología patentada Smart Wi-Fi, diseñada para resolver esos problemas, es el corazón de Ruckus. Smart Wi-Fi es una colección de avances en tecnología patentados, tales como:

- Control de RF adaptable (BeamFlex).
- Selección predictiva de canales (ChannelFly),
- Red flexible y autooptimizada (SmartMesh),
- Configuración automática para dispositivos de usuario (configuración Zero IT)
- Seguridad dinámica para Wi-Fi (llaves dinámicas precompartidas). [13]

### 2.10.3 Productos

Los productos Smart Wi-Fi y tecnologías patentadas ofrecen simplicidad, fiabilidad y gran cobertura. Presentan un gran abanico de productos según las características del cliente (Interior, exterior, en malla, video, voz, datos, 802.11n, 802.11a, 802.11g). Todo lo que se necesita es estar uniformemente administrado como una red LAN Wireless centralizada con *ZoneDirector*. O bien puede administrar miles de puntos de acceso independientes o redes LAN inalámbricas ZoneFlex de manera remota con FlexMaster. [13]

### 2.10.4 Software de gestión

Como se indica en el apartado anterior, para la gestión de los APs, Ruckus desarrolló el sistema FlexMaster.

El sistema de administración FlexMaster es una plataforma de administración de Wi-Fi integral para construir y administrar infraestructuras de servicio Wi-Fi.

FlexMaster le permite al administrador de la red realizar todas las funciones cruciales necesarias para establecer, mantener y optimizar la implementación de sus redes Wi-Fi desde un solo punto.

Las características de FlexMaster son las siguientes:

- Acceso de administración organizado en múltiples niveles.
- Identificación automática de dispositivos de Ruckus.
- Configuración en grupo de dispositivos.
- Base de datos relacionales.
- Actualizaciones de *firmware* manuales o programadas para los dispositivos seleccionados.
- Representación geográfica de los dispositivos en las redes utilizando los mapas de Google.
- Ajustes de la vista del tablero que se puede adaptar según las necesidades, por administrador.
- Informes de evolución y gráficos personalizados, como paquetes enviados y recibidos por los AP más ocupados, utilización del tiempo de emisión del AP y los AP con la mayor cantidad de clientes asociados.

- Gráficos de acuerdo con el nivel de servicio e informes que incluyen el tiempo productivo en porcentaje para grupos de AP y clientes específicos, el tiempo productivo de la red de retorno y el rendimiento potencial para el cliente. • Acceso seguro con SSL remoto.
- Datos de rendimiento para el cliente, como rendimiento de conectividad, estado de conectividad y calidad de la señal, etc.
- Informes de asociación y conexión.
- Auditorías de las acciones de los usuarios y logaritmos del sistema. [13]

## 2.11 Tecnología D-Link

### 2.11.1 Introducción

D-Link Corporation es una empresa electrónica que fabrica componentes de red, como tarjetas de red, puntos de acceso, *routers*, pasarelas, *firewalls*, etc. La empresa fue fundada en 1986 por Ken Kao y las oficinas centrales de la empresa se encuentran localizadas en Taipéi, Taiwan.

En el 2007, fue la empresa líder del sector de redes informáticas dentro del segmento de pequeñas y medianas empresas (pymes) del mundo, con una cuota de mercado<sup>2</sup> del 21,9 %, y en marzo del 2008 se convirtió en líder del mercado mundial en el envío de productos Wi-Fi, con el 33 % del mercado mundial.<sup>3</sup> En el 2007 la compañía figuró en la «Info Tech 100», lista de las mejores empresas de TI del mundo. También ha sido clasificada en el puesto número 9 de las mejores empresas de TI del mundo en términos de rentabilidad para los accionistas por parte de la revista BusinessWeek.

La empresa dispone de 127 oficinas de venta en 64 países y 10 centros de distribución global que sirven a 100 países del mundo. D-Link opera a modo de canal indirecto: venta a través de distribuidores, vendedores, detallistas, revendedores de valor añadido y proveedores de servicios de telecomunicaciones.

Para este proyecto se cree conveniente la utilización en concreto de la serie DGS-1210 debido a que sus características encajan perfectamente con la topología de red que se pretende desarrollar. [14]



Ilustración 7: Switches D-Link DGS-1210

### 2.11.2 Características principales

La serie DGS-1210 de D-Link es la última generación de *Switches Web Smart* que ofrece Tecnología D-Link Green. La serie integra administración avanzada y funciones de seguridad que proporcionan rendimiento y la escalabilidad.

- Cuidado del medio ambiente: La serie DGS-1210 detecta automáticamente la longitud de cables y puede ajustar el uso del poder por el ahorro de energía en las conexiones de cables más cortos, hasta 20 metros.
- Perfecta integración: La serie DGS-1210 viene con puertos Ethernet y Gigabit capaces de conectarse a los puertos de red existentes Cat.6. Además, los últimos 2 o 4 puertos de la serie DGS-1210 combina conectividad SFP y cobre en un puerto, por lo tanto, ofrece una solución más flexible para conexiones de bajada y subida de servidores a través de interfaz de fibra.
- Extensas características layer 2: Equipado con completas características L2, estos *switches* incluyen IGMP *snooping*, duplicación de puertos, Protocolo *Spanning Tree* y *Link Aggregation Control* (LACP). Funciones de mantenimiento de Red incluyen la detección de *Loop* invertido y Diagnóstico por cable.
- Control de ancho de banda: Con el control de ancho de banda, el administrador de red Puede reservar ancho de banda para funciones importantes que requieren un mayor ancho de banda o tenga que dar alta prioridad.
- Seguridad: La innovadora función *Safeguard Engine* de D-Link protege a los *switches* del tráfico frente a las inundaciones causadas por ataques de virus. Los *switches* también soportan autenticación 802.1X basada en puerto, permitiendo que la red sea autenticada a través servidores RADIUS externos.
- Administración versátil: La serie DGS-1210 proporciona la utilidad *SmartConsole* y una administración basada vía web que permite a los administradores controlar remotamente su red hasta nivel de puerto. [14]

## 2.12 Software necesario

### 2.12.1 Ekahau Site Survey

Ekahau Site Survey (ESS) es una herramienta robusta, más fácil de utilizar de software para profesionales Wi-Fi (WLAN) de planeación y administración de redes. Es utilizado por miles de administradores de TI, proveedores de servicios *wireless* y proveedores de infraestructura de red. ESS ofrece a los usuarios una visión a nivel de suelo de cobertura y rendimiento, lo que les permite crear rápida y fácilmente, mejorar y solucionar problemas de redes Wi-Fi.

Ekahau Site Survey es la única herramienta de levantamiento *wireless* con el recurso *Hybrid Site*: Para una unidad de un solo sitio *survey-through*, ESS llevará a cabo pruebas de red pasiva y activa al mismo tiempo. Usted podrá hacer más en menos tiempo.

ESS es también la única herramienta de *site survey* del que convierte su red Wi-Fi padrón en una plataforma *Real-Time Location System* (RTLS) de forma automática.

Ekahau Site Survey funciona en cualquier red 802.11 y está optimizada para las redes modernas 802.11n Wi-Fi, siendo gestionada de forma centralizada.

Ya sea que se trate de datos, voz, video o rastrear la ubicación (RTLS), ESS le asegurará obtener el máximo rendimiento en cada modalidad.

Las principales características son:

- Soporte completo a 802.11n así como 802.11a/b/g.
- Planeación de la red en 3D.
- Búsquedas híbridas de la web: búsqueda activas y pasivas simultáneamente.
- Rastreo de ubicaciones vía GPS automatizado asistido al aire libre.
- *Spectrum Analysis* detecta y localiza interferencias no provenientes de Wi-Fi.
- Análisis claro, resolución de problemas y optimización.
- Planeación de expansión de red.
- Generación automática de reportes amplios y personalizables.
- Integración con Ekahau Real-Time Location Tracking System.
- Herramientas precisas para planeación de red RTLS y análisis de precisión. [18]

### 2.12.2 Microsoft Visio

Microsoft Visio es una herramienta software de dibujo vectorial. Visio facilita la creación de diagramas, ya sea que quiera capturar rápidamente un diagrama de flujo que surgió a raíz de una lluvia de ideas en una pizarra, asignar una red de TI, crear un organigrama, documentar un proceso empresarial o dibujar un plano de planta.

En este proyecto Visio será utilizado para la creación del diagrama de Gantt del proyecto.

### 2.12.3 Lucidchart

Lucidchart es una herramienta para realizar diagramas en línea, sin restricciones de compatibilidad y que permite edición colaborativa. Está basada en estándares web abiertos, es muy versátil y se adapta a las necesidades y exigencias del mercado actual.

Lucidchart será utilizado para realizar diagramas de red.

### 2.12.4 InSSIDer App

InSSIDer es una aplicación móvil disponible para dispositivos iOS, Android y Windows.

InSSIDer es una aplicación que sirve para visualizar las redes Wi-Fi que el dispositivo es capaz de detectar. Señala el nombre y la calidad, así como el listado en pantalla de todos los detalles relativos a SSID, dirección MAC, canal, RSSI, tipo de red y seguridad, velocidad e intensidad de la señal.

Funciona como una herramienta de auditoria de redes inalámbricas, a través de un mecanismo de descompresión y ejecución del sistema.

Mediante una gráfica, el programa te permitirá monitorear la calidad de la señal utilizando como parámetro de control el indicador que refleja la fuerza o intensidad de la señal de radio recibida (RSSI). La ejecución se realiza en instantes junto con todos estos detalles. Todo eso en un entorno gráfico muy atractivo.

En la fase de replanteo, para facilitar la labor de los técnicos, se utilizará esta app para comprobar que se corroboran los requisitos de calidad y cobertura en todas las zonas del centro comercial. [19]

## 2.13 Conclusiones

Una vez realizada la fase de estudio del arte se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El desarrollo constante del mundo de las redes exige un cuidadoso estudio del arte siempre que se inicie un proyecto similar.
- Los desarrollos de los *smartphones* en se encaminan a la utilización de la tecnología 802.11n por lo que habrá que buscar APs que cumplan con este requisito junto a la utilización de tecnología ya sobradamente utilizadas como 802.11b/g .
- La solución que ofrece Ruckus es una solución de gama alta, que si bien cumple con las exigencias de calidad expresadas por el cliente, exigirá un estudio cuidadoso para la optimización de los puntos de acceso y así conseguir el máximo ajuste posible de los costes.



## 3 Análisis

### 3.1 Introducción

En este capítulo se describe el proceso de análisis de la red. Se iniciará con las consideraciones previas sobre el terreno y el público al que va destinado, y a continuación se desarrollarán las técnicas de la red como puede ser la escalabilidad, adaptabilidad, seguridad, capacidad, tecnología a utilizar. Para finalizar se definirá la arquitectura y el diagrama de red.

### 3.2 Situación inicial

Estar conectados es hoy en día una necesidad y buena prueba de ello es el crecimiento que está teniendo la contratación de redes móviles y la compra de *smartphones* y *tablets*.

¿Por qué esa importancia? Sencillamente porque hoy en día todo está en la red. Gracias a la conexión a internet los seres humanos estamos conectados al mundo: a nuestros contactos, a nuestras redes sociales, a nuestros sitios de compra, a nuestro correo electrónico y un largo etcétera. El mundo se ha hecho dependiente de internet hasta el punto que incluso las cosas más tradicionales también se hacen por internet.

Con este escenario resulta realmente sencillo ver la importancia que los usuarios dan al servicio de conexión a internet, es algo que demandan y realmente usan. Un buen ejemplo se tiene con los hoteles, la mayoría de ellos ofrecen servicio Wi-Fi y realmente se trata de un servicio muy usado por los huéspedes. A día de hoy no se concibe un hotel que no disponga en conexión Wi-Fi, del mismo modo que no se concibe que no tenga aire acondicionado o agua caliente.

En el sector del ocio está ocurriendo lo mismo, y es que cada vez son más los centros comerciales que ofertan servicio Wi-Fi de forma gratuita como un servicio de valor añadido y prácticamente necesario, ya que estos lugares suelen ser puntos de alta densidad de personas, por lo que es muy probable que se produzca una congestión de las redes móviles. [20]

En esa tesitura se encontraron los responsables de la cadena de centros comerciales Mall Plaza, y decidieron por unanimidad que debían dar un paso adelante en este sentido.

Mall Plaza decidió comenzar con el desarrollo de redes Wi-Fi en el centro comercial Mall Plaza Vespucio localizado en Santiago, Chile.

Su objetivo fue que todas las zonas comunes del centro comercial contasen con Wi-Fi gratuito de calidad.

### 3.3 Zona geográfica

Mall Plaza Vespucio está localizado en la comuna de La Florida, situada en el sector suroriente de Santiago, Chile.

Este centro comercial cuenta con aproximadamente 100.000 metros cuadrados de tiendas y zonas recreativas y casi 50.000 metros cuadrados de zonas comunes.

Mall Plaza Vespucio está concebido para ser un punto de encuentro de familias y grupos de amigos en el que tengan una oferta de ocio suficiente para pasar allí sus mejores momentos. En el Mall Plaza se puede encontrar, entre otros servicios, cine, teatro, bolera, pista de patinaje, biblioteca, restaurantes de todo tipo.

Los planos facilitados por Mall Plaza son los siguientes:



Ilustración 8: Nivel 1

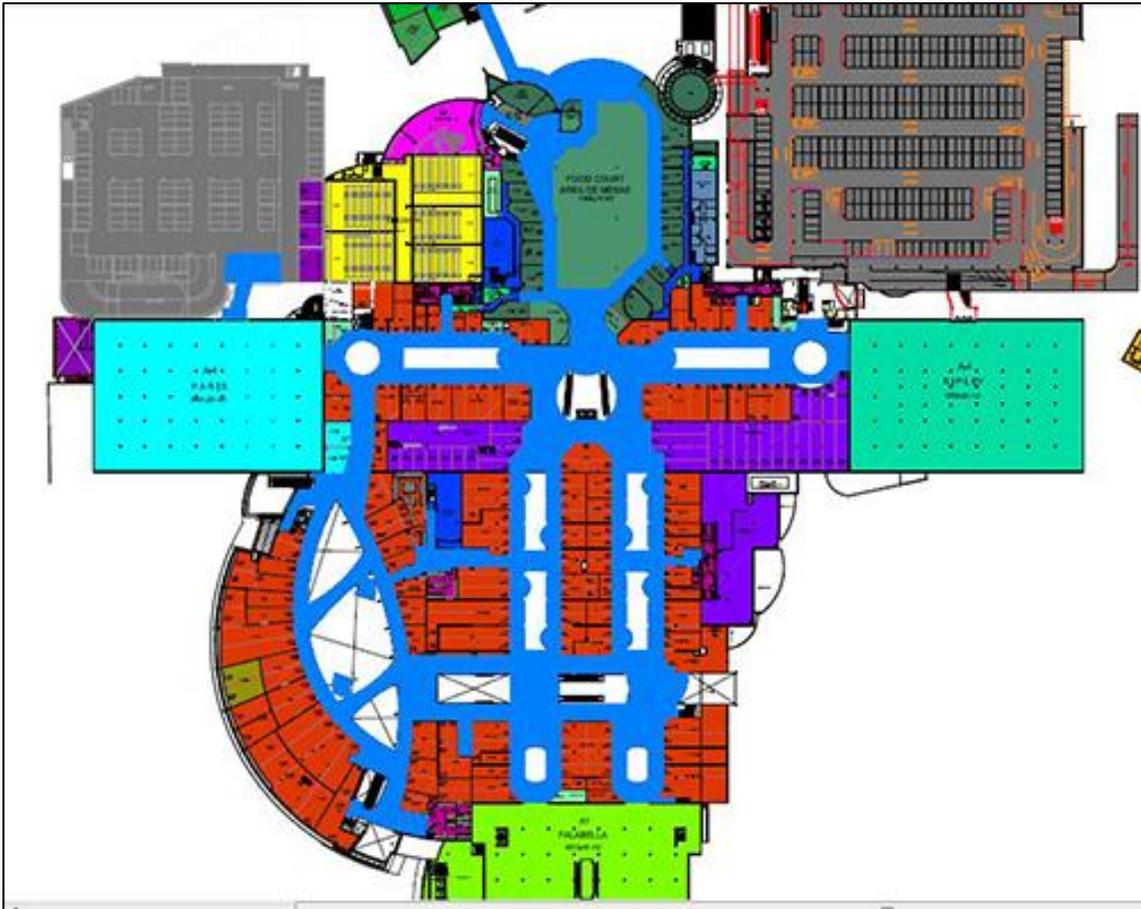


Ilustración 9: Nivel 2



Ilustración 10: Estacionamiento Aires

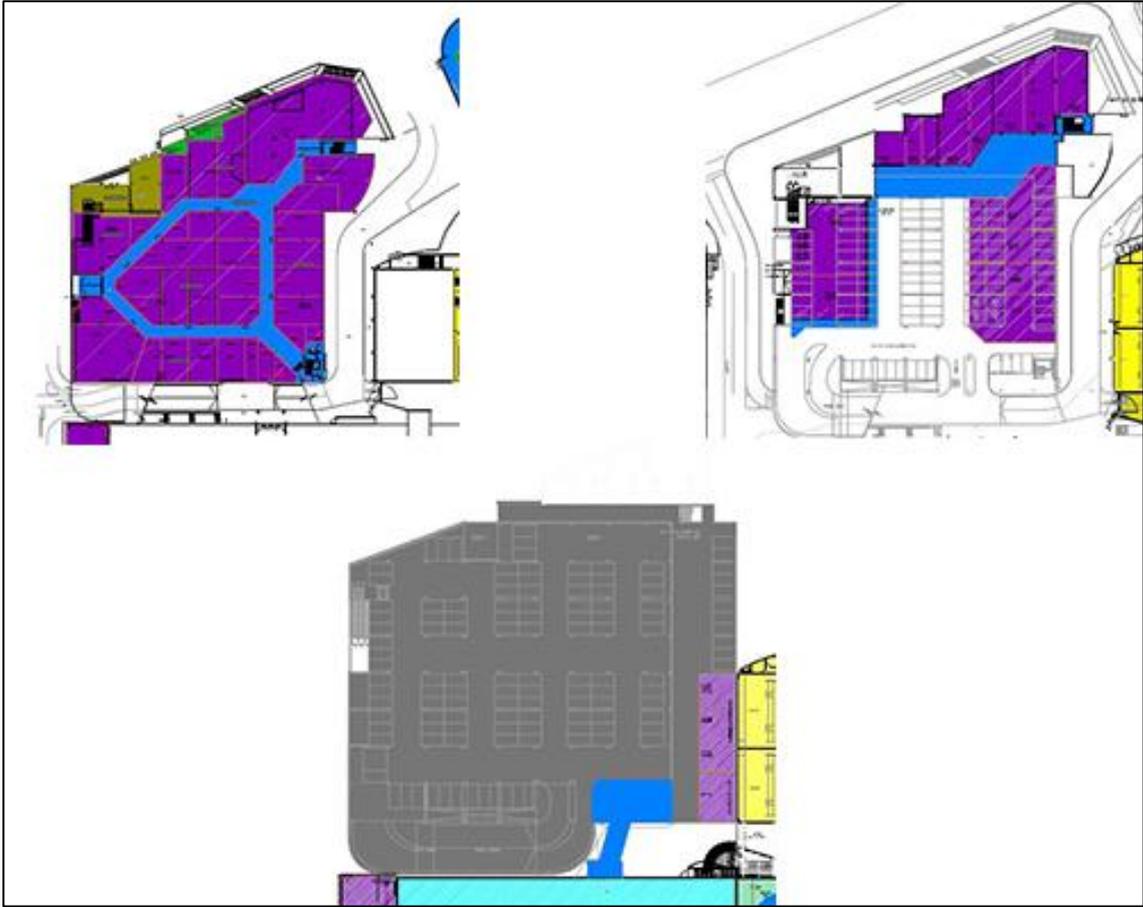


Ilustración 11: Estacionamiento Autoplaza



Ilustración 12: Estacionamiento Urbano

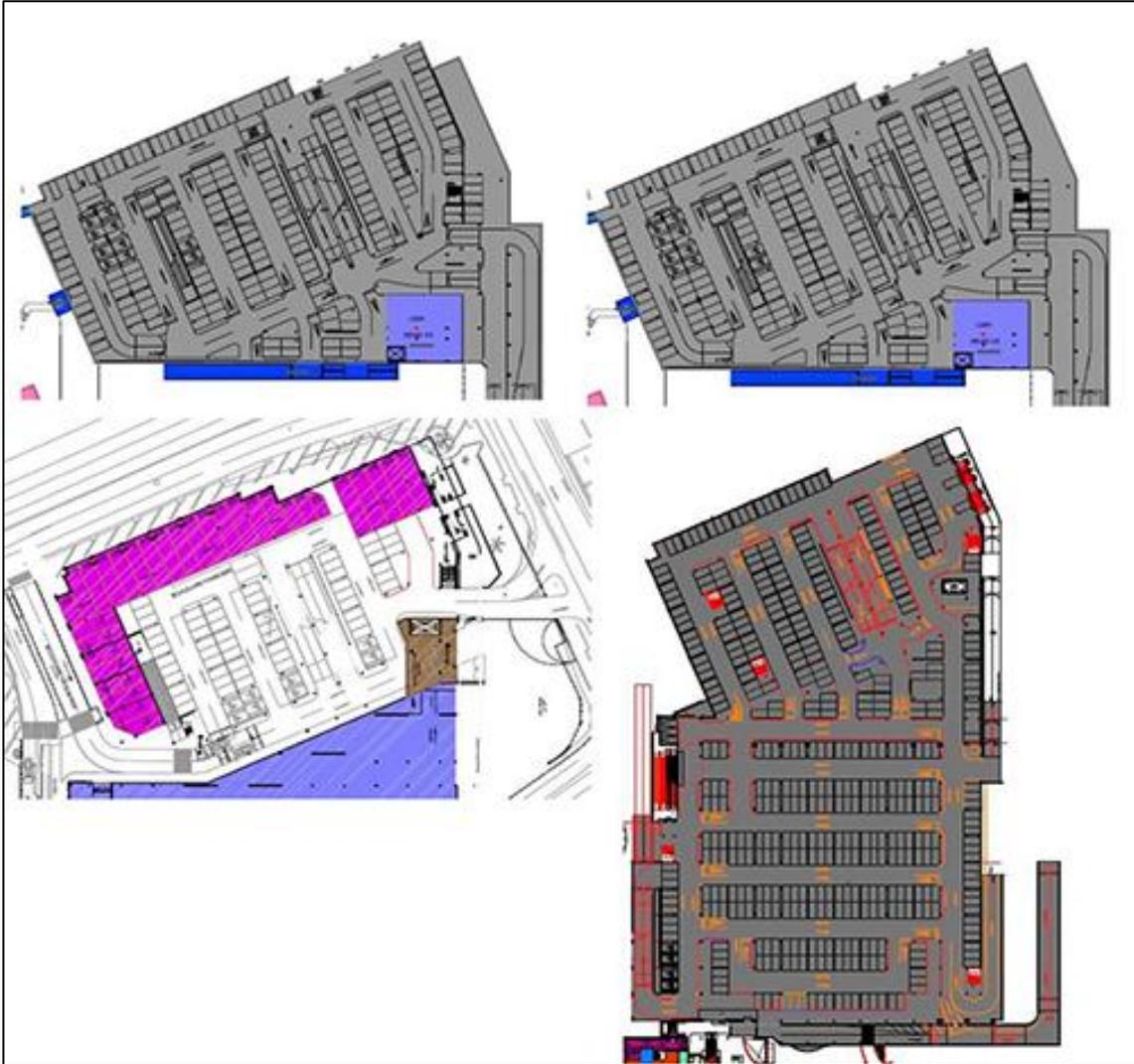


Ilustración 13: Estacionamiento Líder

### 3.4 Conceptos técnicos de la red

#### 3.4.1 Objetivos

El objetivo técnico del proyecto es proporcionar un medio confiable y seguro para la transmisión de datos, mediante el diseño de una red inalámbrica que cumpla los estándares y normativas vigentes en el país de implantación con la finalidad de aportar un servicio de acceso a internet que aporte un valor añadido al centro comercial Mall Plaza Vespucio.

#### 3.4.2 Escalabilidad

La escalabilidad es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para reaccionar y adaptarse sin perder calidad, o bien manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos. [1]

En este proyecto, la escalabilidad supone un apartado importante debido a su dimensión. Es por ello que se ha decidido diseñar una topología de red de anillo doble.

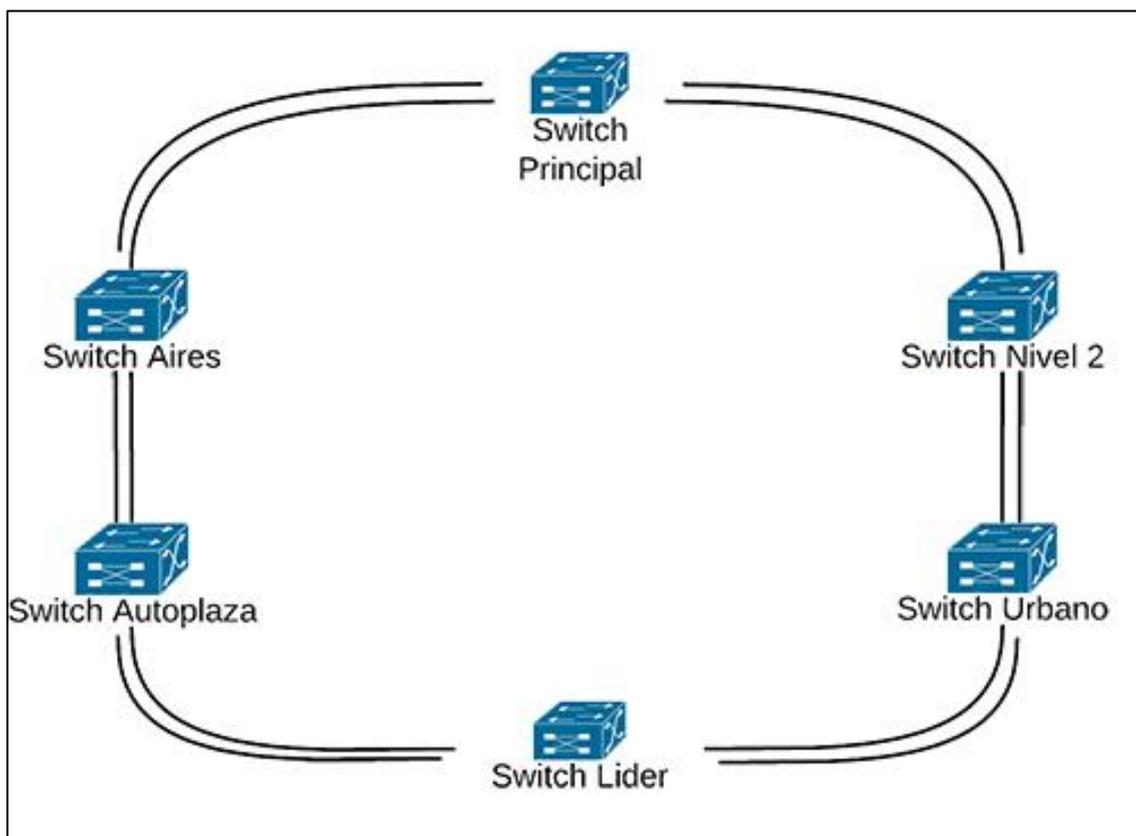


Ilustración 14: Topología de red doble anillo

Esta topología permite un alto grado de fiabilidad y flexibilidad de la red.

La red utiliza uno de los anillos para la transmisión y el otro anillo queda en la reserva para actuar en caso de fallo en el primer anillo.

La redundancia que ofrece este tipo de tipología es su principal característica, no solo por su resistencia a errores, sino también por su facilidad para ampliar la red en el futuro.

### 3.4.3 Capacidad

Al instalar una red inalámbrica Wi-Fi hay que tener muy claro el objetivo del proyecto. Puede ser por favorecer la movilidad de los usuarios o por abaratar costos, o simplemente por moda.

Sea cual sea la finalidad, siempre habrá una condición primordial que cumplir. Hay que lograr una buena productividad de los usuarios y que la calidad de servicio no sea muy inferior a la de las redes cableadas. Esta condición nos enfrenta a un primer inconveniente. Los usuarios de un AP deben compartir el ancho de banda. Es decir, cuantos más usuarios estén conectados a un AP, menos ancho de banda habrá disponible para cada uno. Por lo que se debe evitar un error muy común como es diseñar una red pensando en la cobertura y no en la capacidad.

El verdadero desafío de las redes Wi-Fi consiste en proveer a cada usuario el ancho de banda suficiente para sus labores. [1]

La red que se diseña en este proyecto está dimensionada según las exigencias de la dirección de Mall Plaza especificadas para el centro comercial de Santiago, Chile (Mall Plaza Vespucio).

En Mall Plaza Vespucio hay un flujo diario de 138.000 personas, pudiendo coincidir hasta 30.000 en las horas centrales del día.

Atendiendo a uno de los requisitos iniciales que expresaba la necesidad de poder dimensionar la red para un 15% de los clientes, el resultado obtenido es que la red debe ser capaz de dar servicio a 4.500 usuarios de forma simultánea.

Los puntos de acceso de Ruckus están preparados para dar servicio a 500 usuarios de forma simultánea, y el *ZoneDirector* permite hasta 10.000, por lo que la capacidad no será un problema para el desarrollo del sistema.

En cuanto a las velocidades que se permitirán en el centro comercial, la red estará diseñada para permitir la velocidad máxima según el estándar del dispositivo del usuario.

Tabla 9: Velocidades de conexión según estándar

Estándar	Data rate (Mbps)	Frecuencia(GHz)	Modulación
802.11	1,2	2.4	FHSS, DSS, IR
802.11a	6,9,12,18,24,36,48,54	5	OFDM
802.11b	1,2,5.5,11	2.4	HR-DSSS
802.11g	6,12,24,36,48,54	2.4	OFDM
802.11n	300	2.4 o 5	MIMO

### 3.4.4 Seguridad

Desde el primer momento que entraron en escena las redes inalámbricas, se han asociado continuamente a la seguridad o a la falta de ella. Una de las razones por las que el desarrollo de una LAN inalámbrica es un ejercicio significativo es que asegurar un medio de red abierto es un desafío importante. [1]

Las soluciones para restringir el acceso han ido evolucionando con el paso del tiempo.

Cuando una estación inalámbrica se conecta a una LAN inalámbrica, el control de acceso se puede aplicar de cuatro formas: autenticación y asociación, autenticación en la capa de enlace y autenticación en la capa de red.

#### 3.4.4.1 Autenticación y asociación

No es recomendable aplicar la seguridad en la fase de autenticación de la estación o en la fase de asociación ya que los mecanismos de seguridad disponibles para estas fases no son muy sólidos.

Una solución común admitida por casi todos los productos es el filtrado de direcciones MAC. Los APs mantienen una lista de direcciones MAC autorizadas y rechazan la petición de conexión de las estaciones que nos encontramos en dicha lista.

En el filtrado de direcciones MAC existen diversos problemas prácticos. Mantener la lista es un problema administrativo, especialmente si los usuarios suelen utilizar múltiples dispositivos.

Una segunda solución es la autenticación de clave WEP compartida. El punto de acceso emite un desafío para un dispositivo que está buscando acceso a la red. Es posible romper la autenticación red compartida y no se puede proporcionar ninguna protección frente a usuarios malignos que intentan autenticarse en la red. Es posible escuchar una respuesta legítima a un desafío WEP sin conocer la clave WEP. [1]

#### 3.4.4.2 Autenticación en la capa de enlace

La autenticación de la capa de enlace, en la forma de 802.1X y WPA, es un paso significativo desde las simples soluciones de filtrado. La autenticación de usuarios tiene diversas ventajas. Por ejemplo, los esquemas de autenticación de la capa de enlace emiten un acceso de red muy restringido por la autenticación. El acceso completo a la red sólo se concede cuando el usuario se identifica de forma positiva.

En muchas ocasiones, la autenticación de la capa de enlace es relativamente rápida ya que puede producirse cuando se abre la interfaz de la red.

Uno de los métodos para la autenticación en la capa de enlace es WPA compartida previamente. WPA tiene dos modos. El más simple de los dos se basa en distribuir una clave compartida previamente (WPA-PSK) a todos los clientes inalámbricos. El cálculo de la clave para el enlace inalámbrico se basa en números aleatorios intercambiados junto con la clave compartida previamente. Este protocolo, como cualquiera que utilice claves compartidas previamente, es vulnerable a determinados ataques de diccionario realizados por determinados atacantes.

La mayoría de veces, se utiliza una sola clave compartida previamente para todas las estaciones en un SSID. En redes de este tipo, todas las estaciones comparten la misma clave maestra. Con la clave compartida previamente, un atacante puede supervisar el establecimiento de una conexión de 4 puntos y calcular las claves únicas para cualquier otra estación que comparta la misma clave compartida previamente.

El modo de clave WPA compartida previamente tiene más sentido en redes pequeñas que no tienen muchos datos valiosos.

Otro método es la autenticación EAP basada en 802.1X. Éste se ha diseñado para identificar y autenticar a los usuarios antes de concederles acceso a la red. Como se basa en el EAP (Protocolo de autenticación extensible) normalmente se utiliza para hacer referencia a cualquiera de los métodos de autenticación extensibles que se ejecutan sobre EAP. [1]

#### 3.4.4.3 Autenticación en la capa de red

Cuando la seguridad de las LAN inalámbricas se convirtió en un problema urgente se comenzó a usar la figura de la controladora de puntos de acceso. Entre los servicios que incorpora este dispositivo se encuentra el RADIUS.

Normalmente RADIUS se utiliza como el fondo de la autenticación, independientemente de donde se ejecute la autenticación en la pila de protocolo. La mayoría de organizaciones tienen un sistema de cuentas de usuario centralizado en alguna parte y colocar un servidor RADIUS delante de dicho sistema es una forma común de proporcionar acceso a muchos dispositivos de red.

Aunque los servidores RADIUS tienen la capacidad de definir usuarios locales, las herramientas de administración del usuario no son particularmente eficaces. La mayoría de servidores RADIUS se despliegan de forma que hagan referencia a otros orígenes de datos para las cuentas de usuario, dejando que el servidor RADIUS actúe de traductor de protocolo. [1]

#### 3.4.5 Adaptabilidad

La red diseñada estará capacitada para adaptarse a distintos fabricantes para poder permitir cambios o ampliaciones realizadas en el futuro.

Prueba de ello es la combinación de dos fabricantes en el diseño inicial (D-Link y Ruckus).

### 3.4.6 Tecnología

De acuerdo con la evolución tecnológica producida en los últimos años en el marco de los dispositivos móviles, es conveniente la utilización de las últimas tecnologías, como es el caso de la utilización de la tecnología 802.11n además de la ya sobradamente utilizada 802.11b/g.

Esto permitirá velocidades mucho mayores, así como la repartición del espectro, debido a la comercialización de *smartphones* de última generación con antenas de 5GHz.

### 3.4.7 Cálculo de puntos de acceso

Para calcular el número de puntos de acceso se hará uso del software “Ekahau Site Survey” sobre los planos proporcionados por Mall Plaza.

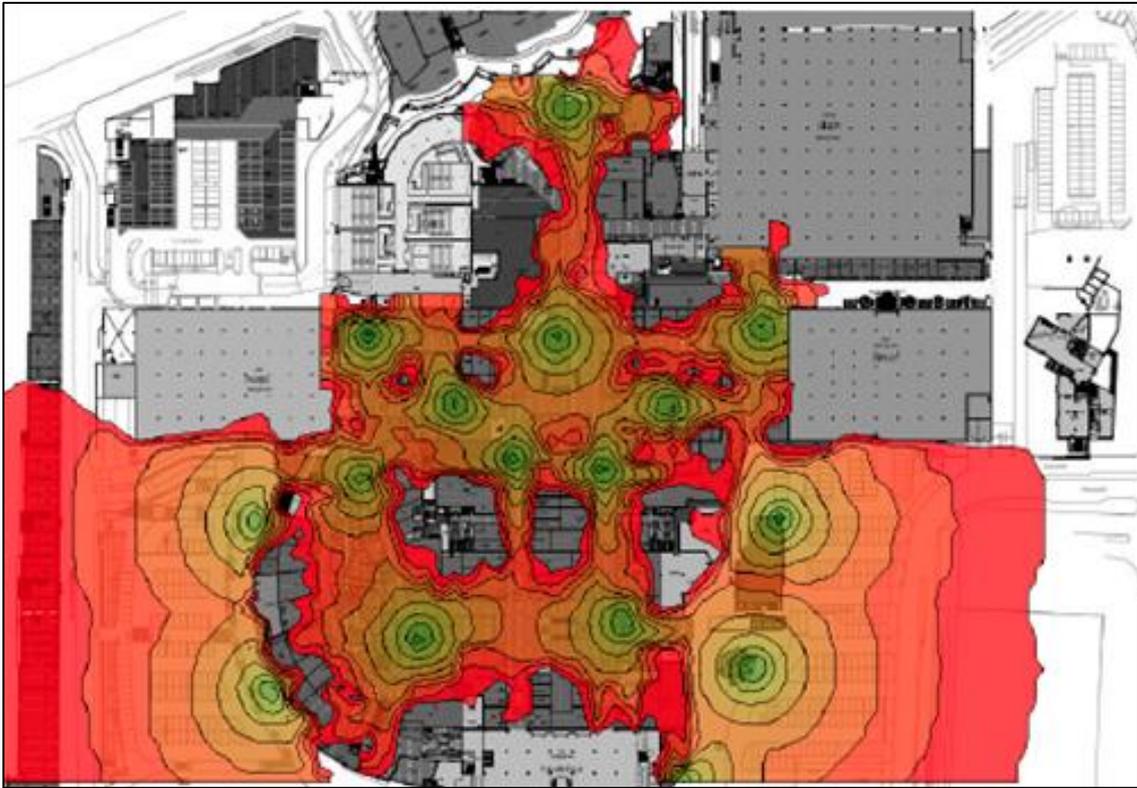


Ilustración 15: Simulación Nivel 1

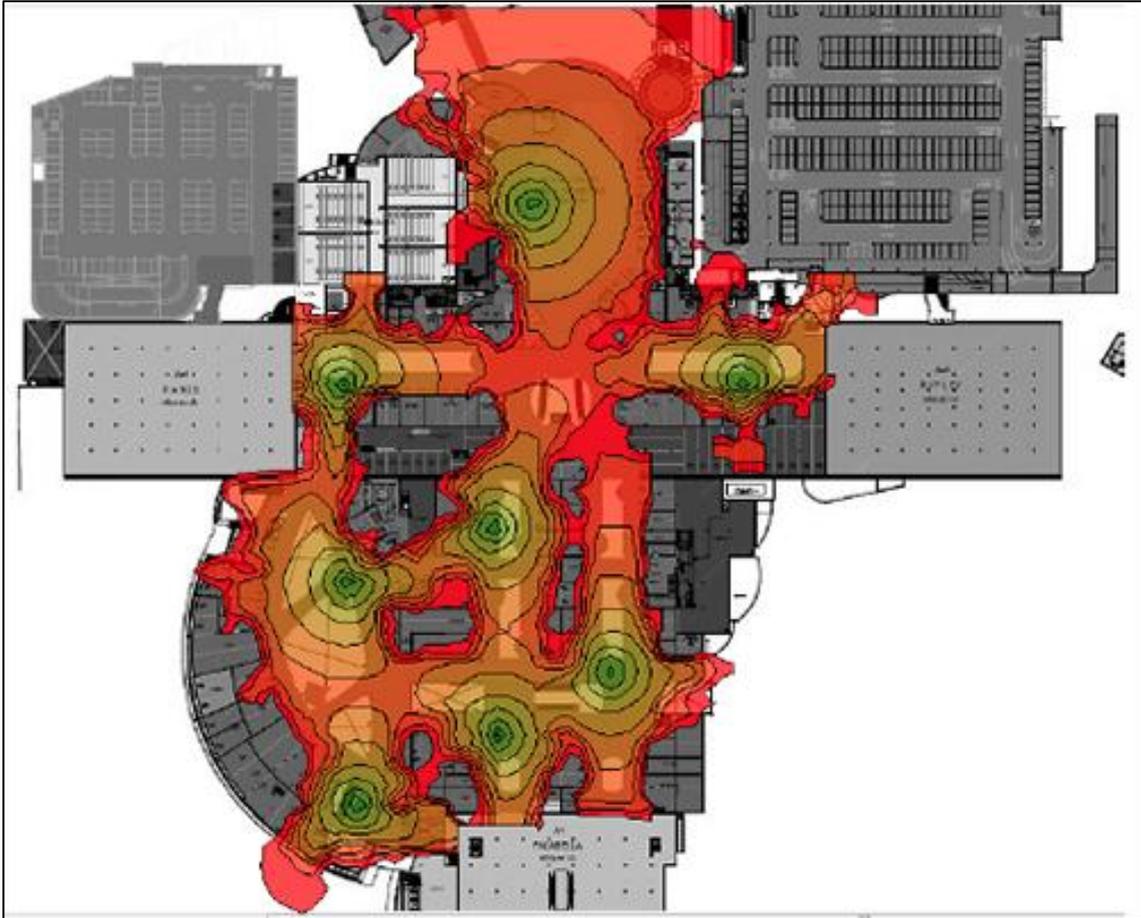


Ilustración 16: Simulación Nivel 2

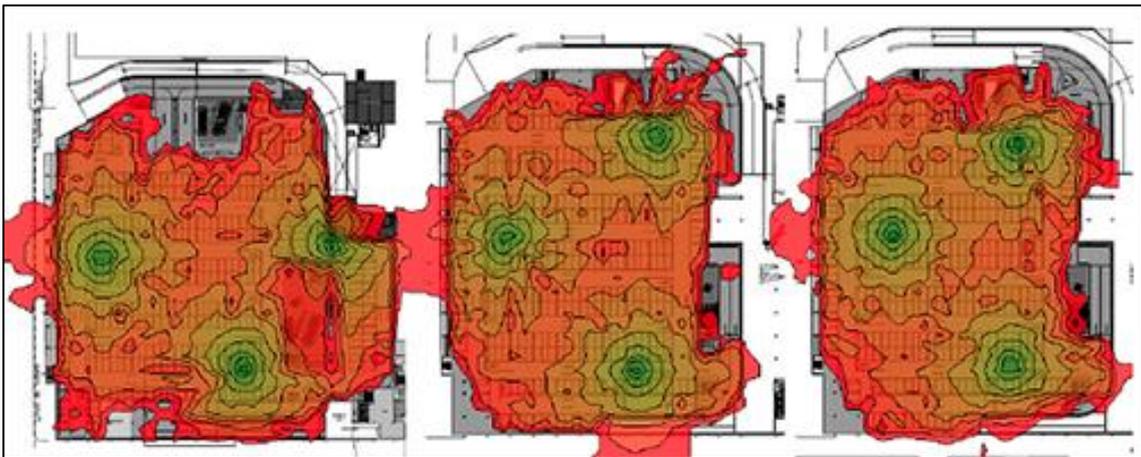


Ilustración 17: Simulación Estacionamiento Aires

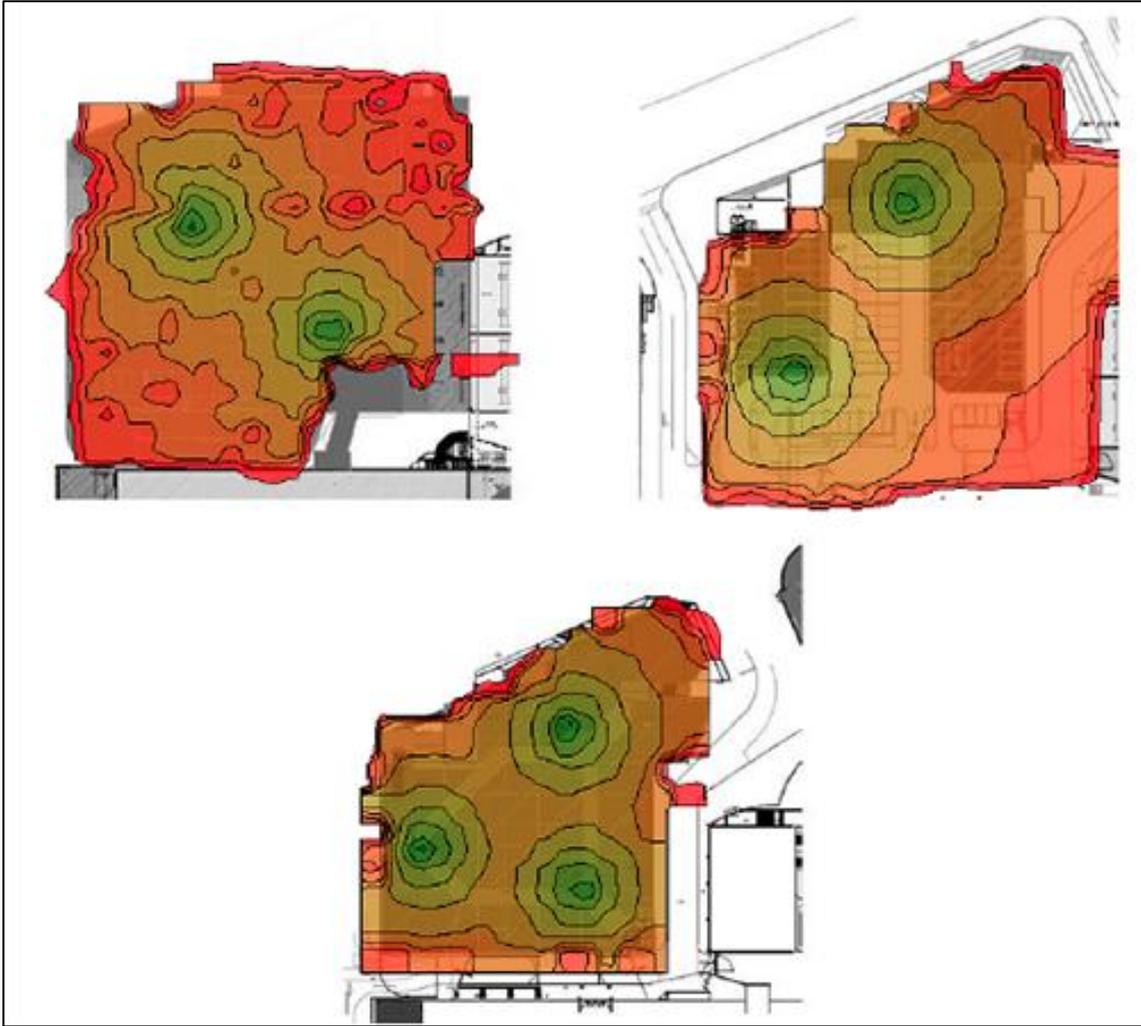


Ilustración 18: Simulación Estacionamiento Autoplaza

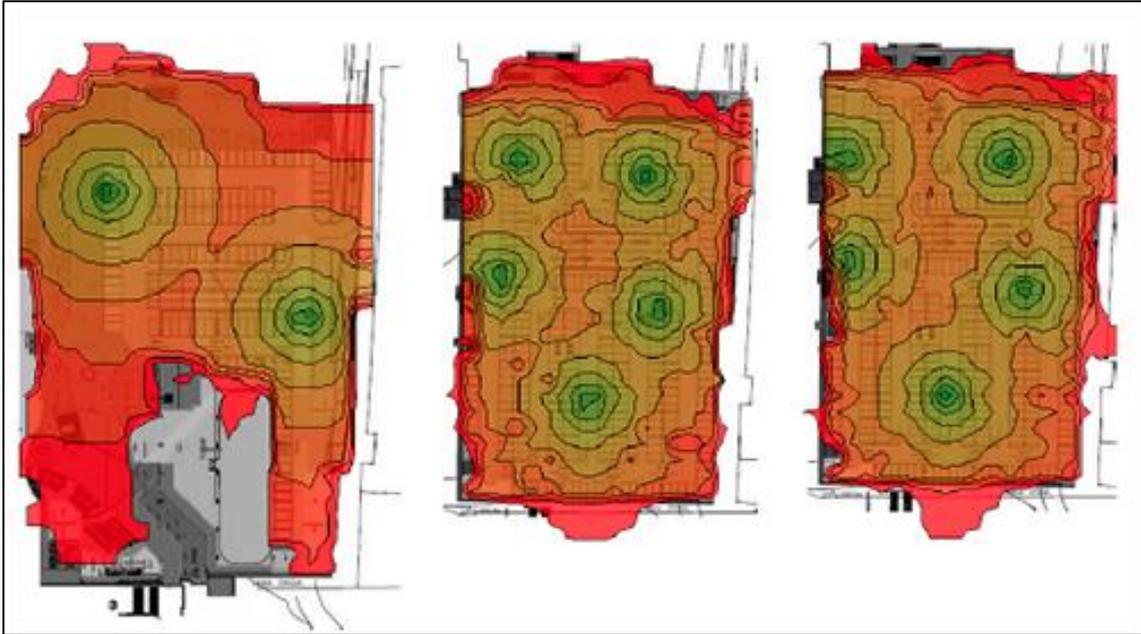


Ilustración 19: Simulación Estacionamiento Urbano

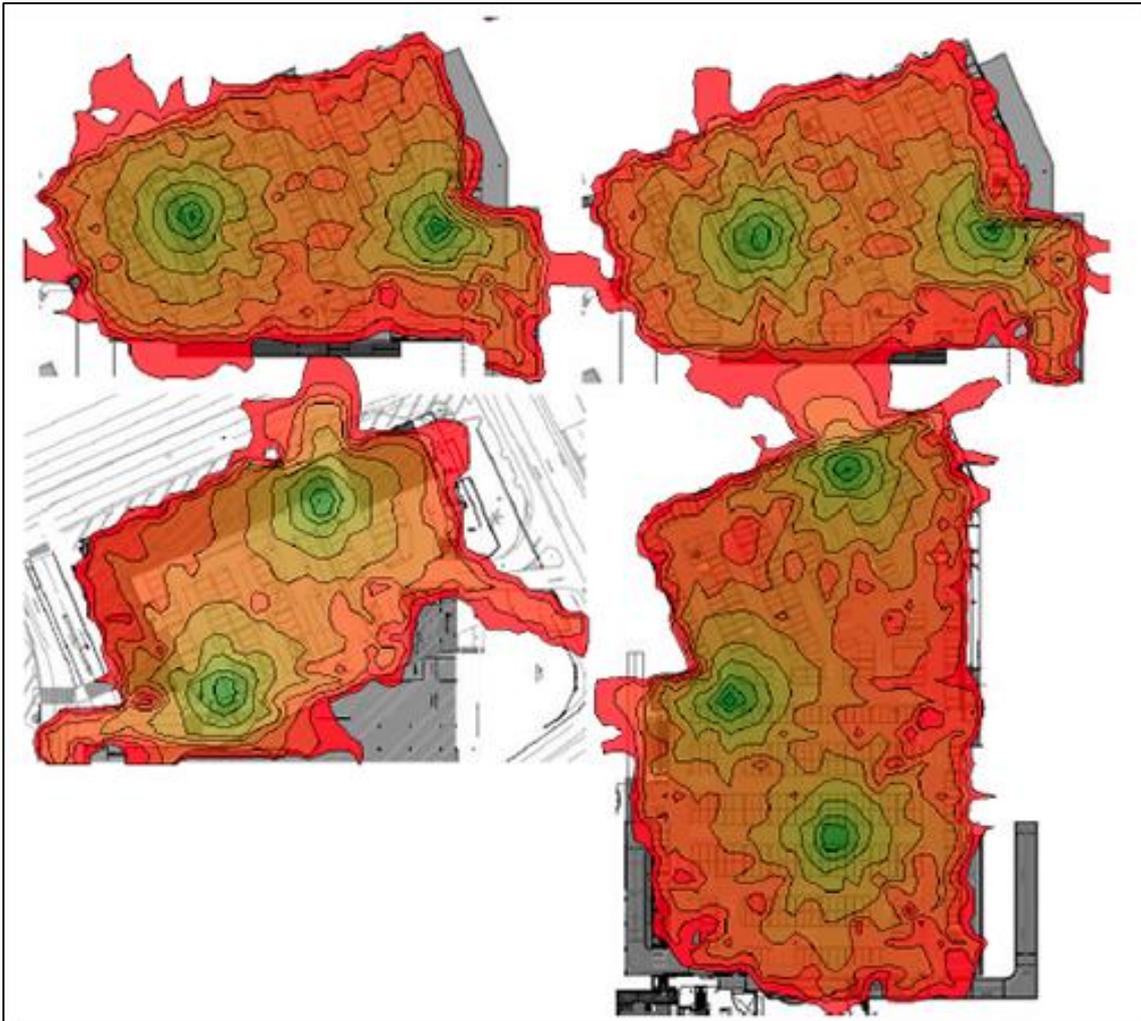


Ilustración 20: Simulación Estacionamiento Líder

La red constará de 61 puntos de acceso repartidos de la siguiente manera según la localización:

- Nivel 1: 16 APs.
- Nivel 2: 8 APs.
- Estacionamiento Aires: 9 APs.
- Estacionamiento Autoplaza: 7 APs.
- Estacionamiento Urbano: 12 APs.
- Estacionamiento Líder: 9 APs.

Debido a las características concretas del terreno se utilizarán tres tipos de puntos de acceso Ruckus:

- **ZF 7372:** En las zonas comunes de asistencia media-baja se ha optado por la utilización de este modelo. Posee una tecnología adaptativa, lo que posibilita el aumento de la cobertura. De este modelo se utilizarán 40 APs.

- **ZF 7782:** Este modelo es utilizado en las zonas en las que la instalación se realiza en zonas exteriores. Está protegido contra condiciones del entorno de CA. De este modelo se utilizarán 14 APs.
- **ZF 7982:** Este equipo es el más interesante desde el punto de vista funcional. Se trata de un equipo específico para zonas de alta densidad de usuarios. Sus principales características son la evasión de interferencia automática, un conjunto de antenas inteligentes integradas con mil patrones únicos y una sensibilidad RX hasta -101 dBm. De este modelo se utilizarán 7 APs.

A parte de las características específicas de cada uno, los tres modelos comparten importantes funcionalidades:

- Smart Mesh Networking.
- Administración inteligente de canales de frecuencia.
- Control de admisión y balance de carga.

Los APs son gestionados por una controladora de APs (*ZoneDirector*).

El *ZoneDirector* es un elemento fundamental para el diseño de una red inalámbrica.

Ruckus propone una solución muy completa en sus últimos diseños de controladoras. Para este proyecto se ha elegido el *ZoneDirector* 3050. Posee las siguientes funcionalidades:

Admite hasta 500 APs y 1024 VLAN.

Implementación simple y eficaz. Todos los APs de Ruckus detectan automáticamente el *ZoneDirector*, se auto configuran y quedan listos para ser administrados simultáneamente vía web.

- Servidor DHCP integrado.
- Control y monitorización de red mallada inteligente.
- Control de admisión de cliente en tiempo real.
- Hot-spot y RADIUS integrado.
- Monitorización y estadísticas del rendimiento.

### 3.4.8 Diagrama de red

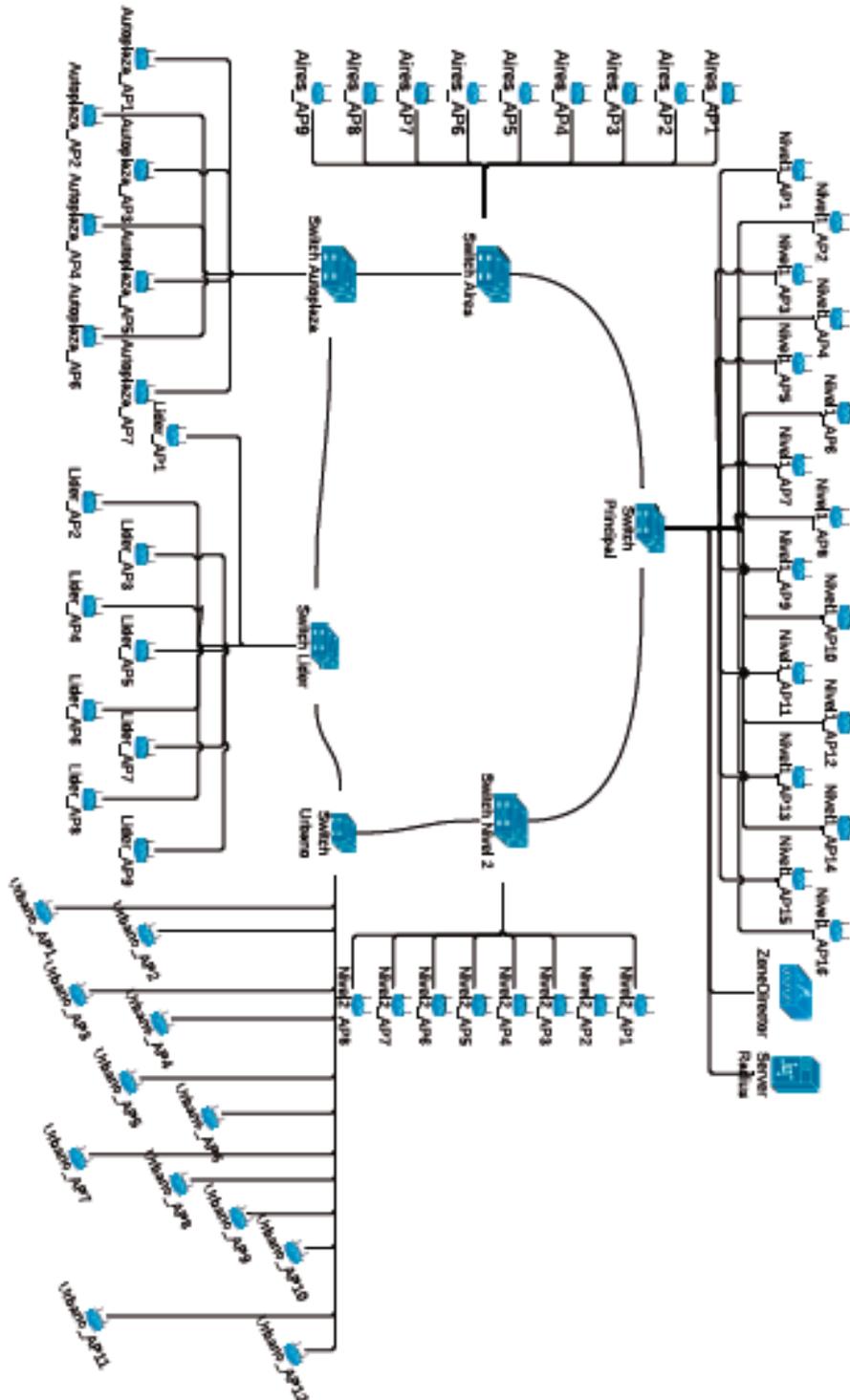


Ilustración 21: Diagrama de red

### 1.1.1 Arquitectura de red

De acuerdo con la topología de red comentada en el apartado de “[Escalabilidad](#)”, partiendo del CPD donde se encontrará el *switch* principal, se describen las siguientes partes de la red.

#### 3.4.8.1 Red troncal

La red troncal estará formada por un anillo doble que consta de 6 *switches*, siendo uno de ellos el responsable de la conectividad de la red. Las conexiones entre los *switches* serán mediante fibra óptica.

#### 3.4.8.2 Red de distribución

La red de distribución tendrá como objetivo conectar cada uno de los *switches* con sus puntos de acceso asignados. Dichas conexiones se realizarán mediante cableado UTP Cat. 6.

Se propone una red de distribución que conecte todos los puntos de acceso debido a la robustez que este modelo proporciona al ser así inmune a las interferencias creadas por la multitud de dispositivos que ocuparán las bandas libres.

#### 3.4.8.3 Red de acceso

Tabla 10: Direccionamiento y hostname de APs

Artículo	Fabricante	Modelo	Hostname	IP	Switch	Puerto SW
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP1	172.22.101.1	Aires	1
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP2	172.22.101.2	Aires	2
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP3	172.22.101.3	Aires	3
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP4	172.22.101.4	Aires	4
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP5	172.22.101.5	Aires	5
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP6	172.22.101.6	Aires	6
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP7	172.22.101.7	Aires	7
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP8	172.22.101.8	Aires	8
AP	Ruckus	ZF7372	Aires_AP9	172.22.101.9	Aires	9
AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP1	172.22.101.10	Autoplaza	1

AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP2	172.22.101.11	Autoplaza	2
AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP3	172.22.101.12	Autoplaza	3
AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP4	172.22.101.13	Autoplaza	4
AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP5	172.22.101.14	Autoplaza	5
AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP6	172.22.101.15	Autoplaza	6
AP	Ruckus	ZF7372	Autoplaza_AP7	172.22.101.16	Autoplaza	7
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP1	172.22.101.17	Urbano	1
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP2	172.22.101.18	Urbano	2
AP	Ruckus	ZF7782	Urbano_AP3	172.22.101.19	Urbano	3
AP	Ruckus	ZF7782	Urbano_AP4	172.22.101.20	Urbano	4
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP5	172.22.101.21	Urbano	5
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP6	172.22.101.22	Urbano	6
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP7	172.22.101.23	Urbano	7
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP8	172.22.101.24	Urbano	8
AP	Ruckus	ZF7782	Urbano_AP9	172.22.101.25	Urbano	9
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP10	172.22.101.26	Urbano	10
AP	Ruckus	ZF7782	Urbano_AP11	172.22.101.27	Urbano	11
AP	Ruckus	ZF7372	Urbano_AP12	172.22.101.28	Urbano	12
AP	Ruckus	ZF7372	Lider_AP1	172.22.101.29	Líder	1
AP	Ruckus	ZF7372	Lider_AP2	172.22.101.30	Líder	2
AP	Ruckus	ZF7372	Lider_AP3	172.22.101.31	Líder	3
AP	Ruckus	ZF7372	Lider_AP4	172.22.101.32	Líder	4

AP	Ruckus	ZF7782	Lider_AP5	172.22.101.33	Líder	5
AP	Ruckus	ZF7782	Lider_AP6	172.22.101.34	Líder	6
AP	Ruckus	ZF7782	Lider_AP7	172.22.101.35	Líder	7
AP	Ruckus	ZF7372	Lider_AP8	172.22.101.36	Líder	8
AP	Ruckus	ZF7372	Lider_AP9	172.22.101.37	Líder	9
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel1_AP1	172.22.101.38	Principal	1
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel1_AP2	172.22.101.39	Principal	2
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel1_AP3	172.22.101.40	Principal	3
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel1_AP4	172.22.101.41	Principal	4
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel1_AP5	172.22.101.42	Principal	5
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel1_AP6	172.22.101.43	Principal	6
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel1_AP7	172.22.101.44	Principal	7
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel1_AP8	172.22.101.45	Principal	8
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel1_AP9	172.22.101.46	Principal	9
AP	Ruckus	ZF7782	Nivel1_AP10	172.22.101.47	Principal	10
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel1_AP11	172.22.101.48	Principal	11
AP	Ruckus	ZF7782	Nivel1_AP12	172.22.101.49	Principal	12
AP	Ruckus	ZF7782	Nivel1_AP13	172.22.101.50	Principal	13
AP	Ruckus	ZF7782	Nivel1_AP14	172.22.101.51	Principal	14
AP	Ruckus	ZF7782	Nivel1_AP15	172.22.101.52	Principal	15
AP	Ruckus	ZF7782	Nivel1_AP16	172.22.101.53	Principal	16
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP1	172.22.101.54	Nivel 2	1

AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP2	172.22.101.55	Nivel 2	2
AP	Ruckus	ZF7982	Nivel2_AP3	172.22.101.56	Nivel 2	3
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP4	172.22.101.57	Nivel 2	4
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP5	172.22.101.58	Nivel 2	5
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP6	172.22.101.59	Nivel 2	6
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP7	172.22.101.60	Nivel 2	7
AP	Ruckus	ZF7372	Nivel2_AP8	172.22.101.61	Nivel 2	8

Tabla 11: Direccionamiento y hostname electrónica central

Artículo	Fabricante	Modelo	Hostname	IP
Switch	D-Link	1210-24	SW Principal	172.22.102.1
Switch	D-Link	1210-16	SW Nivel 2	172.22.102.2
Switch	D-Link	1210-16	SW Urbano	172.22.102.3
Switch	D-Link	1210-16	SW Lider	172.22.102.4
Switch	D-Link	1210-16	SW Aires	172.22.102.5
Switch	D-Link	1210-16	SW Autoplaza	172.22.102.6
Controladora de red	Ruckus	ZD 3050	Controladora	172.22.100.10

### SSID y asignación de IPs a usuarios

Todos los puntos de acceso tendrán el mismo SSID, que será MallPlazaVespucio.

El SSID será configurado sobre la VLAN 101.

La asignación de IPs vendrá dada por el *ZoneDirector* mediante la configuración de un DHCP Server.

El pool utilizado para los usuarios será 192.168.0.0 - 192.168.128.256, dejando un espacio de 32.768 IPs públicas para el acceso a internet.

### 3.5 Conclusiones

Una vez realizada la fase de análisis se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- La red troncal tendrá una topología de anillo doble con fibra óptica.
- La red de distribución será completamente cableada por UTP catg. 6.
- Con el estudio de cobertura realizado con Ekahau Site Survey se ha determinado que es necesario 61 APs para cubrir todas las zonas comunes del centro comercial.
- Debido al diseño arquitectónico del centro comercial, éste se ha dividido en 6 zonas. Cada una tendrá un *switch* al que irán conectados los APs.
- El *switch* principal, donde estará conectado el *ZoneDirector* y la línea de comunicación estará en el Nivel 1.

## 4 Diseño

En este capítulo se describe el proceso de despliegue de la red. La implantación de la red constará de tres fases: la primera, englobará la configuración previa al envío del equipamiento; la segunda, englobará la instalación de dicho equipamiento; y la tercera y última, consistirá en la configuración final del *ZoneDirector* y de los APs.

### 4.1 Implementación de la red

La implementación de la red que exigirá tres fases principales: configuración pre-envío de material, instalación de material, configuración final.

Esta forma de operar nos permitirá poder realizar la mayor parte de la configuración en remoto, y de esta manera abaratar costes.

#### 4.1.1 Configuración de equipamiento pre-envío

En esta fase primero se configurarán los *switches* y una configuración inicial del *ZoneDirector*.

La conexión de la red troncal seguirá la siguiente configuración:

Tabla 12: Configuración *switches-2*

<i>Switch</i>	Puertos SFP	<i>Switch</i>	Puertos SFP
SW Principal	1,2	SW Nivel 2	3,4
	3,4	SW Urbano	1,2
SW Líder	1,2	SW Autoplaza	3,4
	3,4	SW Nivel 2	1,2
SW Aires	1,2	SW Urbano	3,4
	3,4	SW Autoplaza	1,2

La conexión de la red de distribución seguirá la siguiente configuración:

Tabla 13: Configuración *switches-1*

<i>Switch</i>	VLAN ID	Puertos	Modo
SW Principal	101	1-16	Tagged
SW Nivel 2	101	1-8	Tagged
SW Aires	101	1-9	Tagged
SW Autoplaza	101	1-7	Tagged
SW Urbano	101	1-12	Tagged

SW Líder

101

1-9

Tagged

La configuración del *ZoneDirector* a realizar constará de los siguientes pasos:

1. Acceso inicial al *ZoneDirector* a través de la IP <https://192.168.0.2> con las siguientes credenciales:
  - Nombre de administrador: admin
  - Contraseña: admin



Ilustración 22: Acceso a *ZoneDirector*

2. Subir la versión del *ZoneDirector*. Para ello hay que ir a Administrar → Upgrade → Software Upgrade.

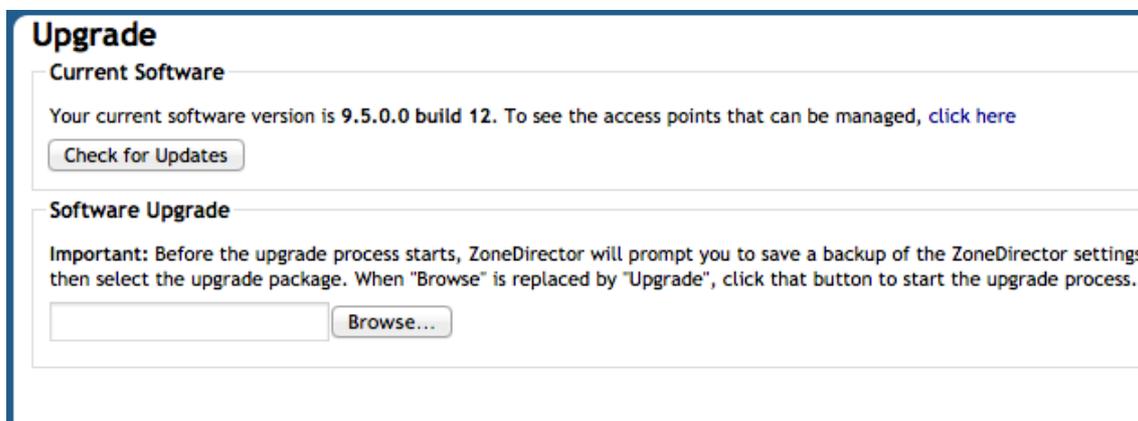


Ilustración 23: Subir versión *ZoneDirector*

3. Modificar IP acceso a *ZoneDirector*. Para ello hay que ir a Configurar → Sistema y seguir los siguientes pasos:
  - Configuración IPv4 manual.
  - *IP address*: 172.22.100.10.
  - *Netmask*: 255.255.255.0
  - *Gateway*: 172.22.100.1

**Device IP Settings**

If ZoneDirector is on a IPv6 network, you can turn on its IPv6 support.

Enable IPv6 Support

If ZoneDirector was assigned static network addressing, click "Manual" and make the correct entries. If you click "DHCP", no "Manual" entries are needed.

**IPv4 Configuration**

Manual    DHCP

IP Address\*

Netmask\*

Gateway\*

Primary DNS Server

Secondary DNS Server

Ilustración 24: Modificar IP *ZoneDirector*

4. Configuración del Radius. Para ello hay que ir a Configurar → Servidores AAA y seguir los siguientes pasos:
  - Crear nuevo.
  - Nombre IAS.
  - Type: Radius.
  - Método de autenticación: PAP.
  - IP:172.22.100.100
  - Puerto: 1812.

**Name**

**Type**  Active Directory  LDAP  RADIUS  RADIUS Accounting  TACACS+

**Auth Method**  PAP  CHAP

**Backup RADIUS**  Enable Backup RADIUS support

**IP Address\***

**Port\***

**Shared Secret\***

**Confirm Secret\***

OK Cancel

Ilustración 25: Configuración Radius

Éstas son las configuraciones previas que hay que hacer. Después una vez que se vayan instalando los APs en la red, el *ZoneDirector* será capaz de detectarlos para realizar la configuración desde su plataforma web.

#### 4.1.2 Instalación de equipamiento

Tras realizar un replanteo y comprobar las condiciones de instalación necesarias se ha decidido que la localización de los equipos sea la siguiente:

#### 4.1.2.1 Nivel 1

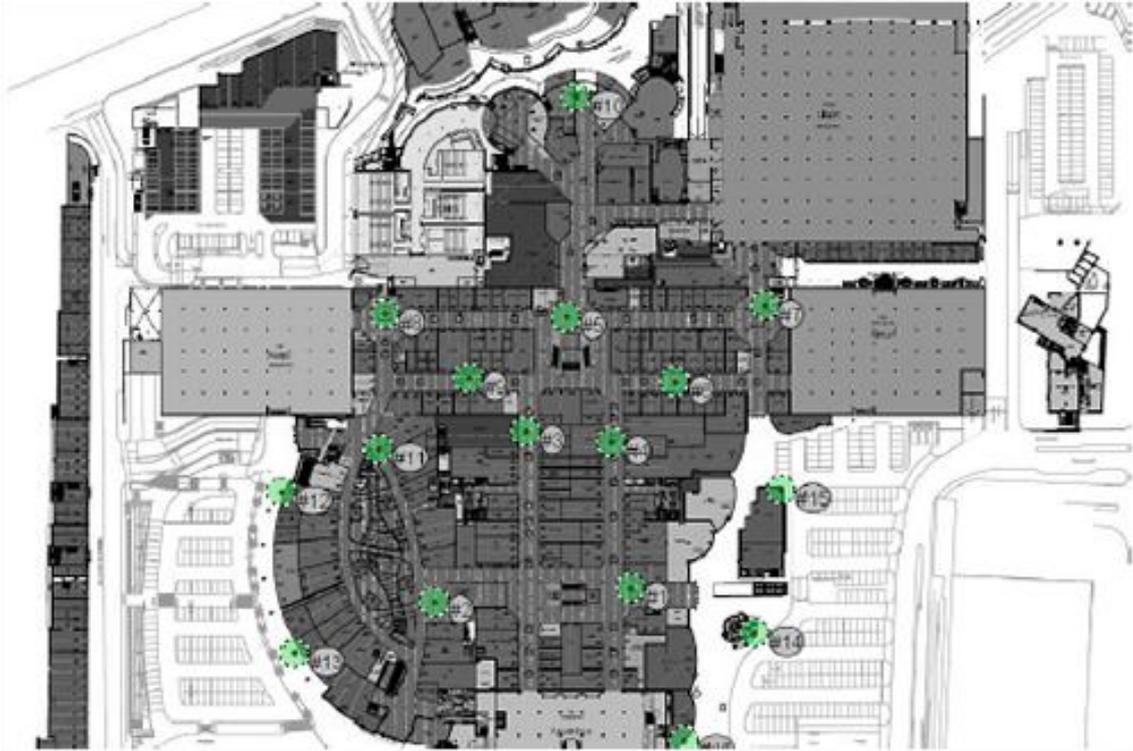


Ilustración 26: Localización APs Nivel1

Los APs Nivel1\_AP1, Nivel1\_AP2, Nivel1\_AP3, Nivel1\_AP4, Nivel1\_AP5 y Nivel1\_AP11 se encuentran en las zonas más concurridas del centro comercial, en las que mayor densidad de público hay, por lo que exigirá la utilización del modelo ZF7982.



Ilustración 27: Localización Nivel1\_AP1



Ilustración 28: Localización Nivel1\_AP2



Ilustración 29: Localización Nivel1\_AP3



Ilustración 30: Localización Nivel1\_AP4

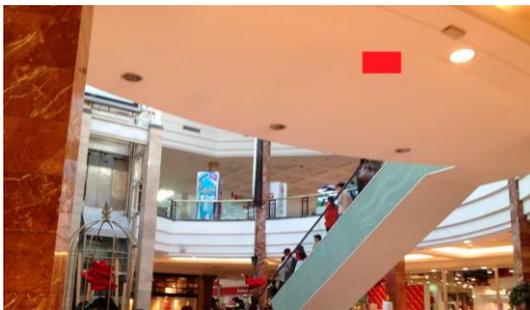


Ilustración 31: Localización Nivel1\_AP5



Ilustración 32: Localización Nivel1\_AP11

Los APs Nivel1\_AP6, Nivel1\_AP7, Nivel1\_AP8 y Nivel1\_AP9 se encuentran en menos transitadas, por lo que se usará el modelo ZF7372.



Ilustración 33: Localización Nivel1\_AP6



Ilustración 34: Localización Nivel1\_AP7



Ilustración 35: Localización Nivel1\_AP8



Ilustración 36: Localización Nivel1\_AP9

Algunos de las zonas del nivel 1 se encuentran en zonas exteriores, por lo que se utilizará el ZF7782 para los APs Nivel1\_AP10, Nivel1\_AP12, Nivel1\_AP13,

Nivel1\_AP14, Nivel1\_AP15 y Nivel1\_AP16. Para estos equipos no se dispone de material gráfico de su ubicación.

#### 4.1.2.2 Nivel 2

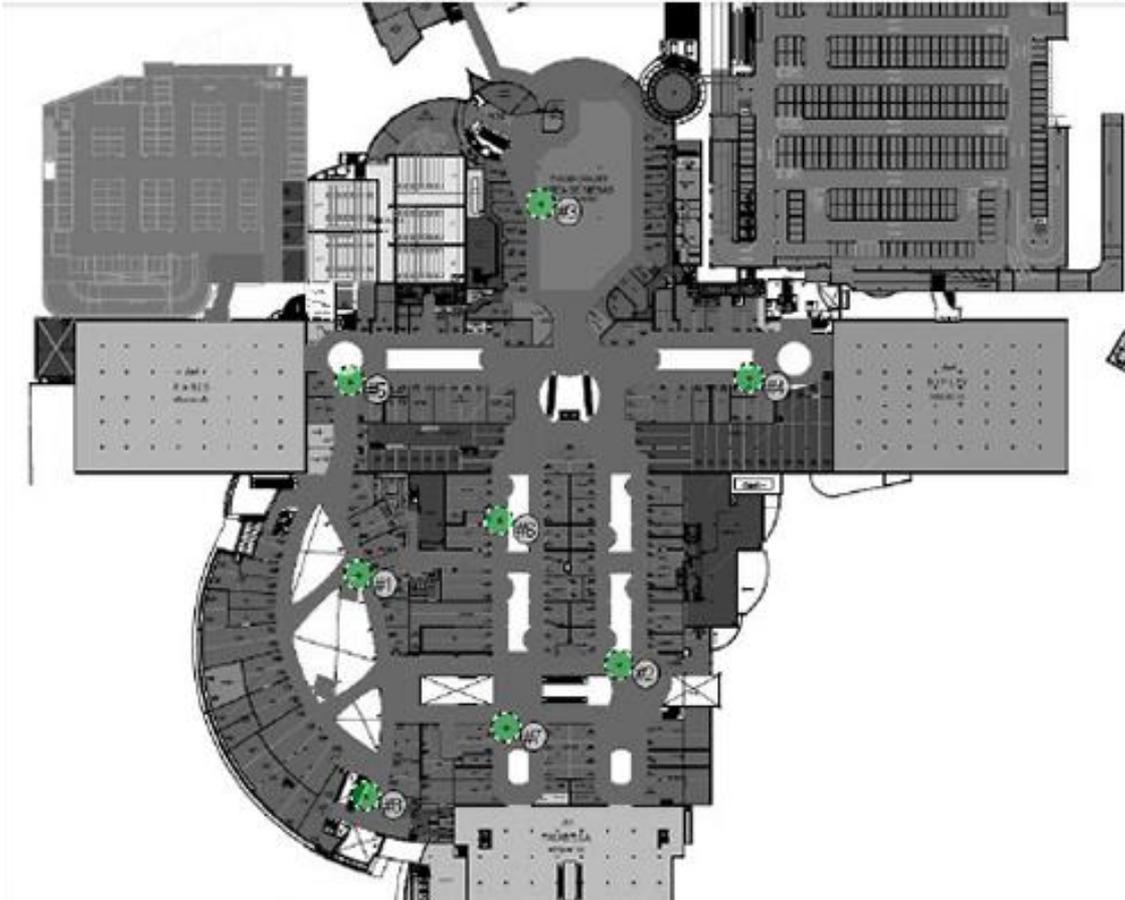


Ilustración 37: Localización APs Nivel 1

En el Nivel 2, todos los APs, salvo el Nivel2\_AP3 que llevará el modelo ZF7982, llevarán el modelo ZF7372.



Ilustración 38: Localización Nivel2\_AP1



Ilustración 39: Localización Nivel2\_AP2



Ilustración 40: Localización Nivel2\_AP3



Ilustración 41: Localización Nivel2\_AP4



Ilustración 42: Localización Nivel2\_AP5



Ilustración 43: Localización Nivel2\_AP6



Ilustración 44: Localización Nivel2\_AP7



Ilustración 45: Localización Nivel2\_AP8

#### 4.1.2.3 Estacionamiento Aires

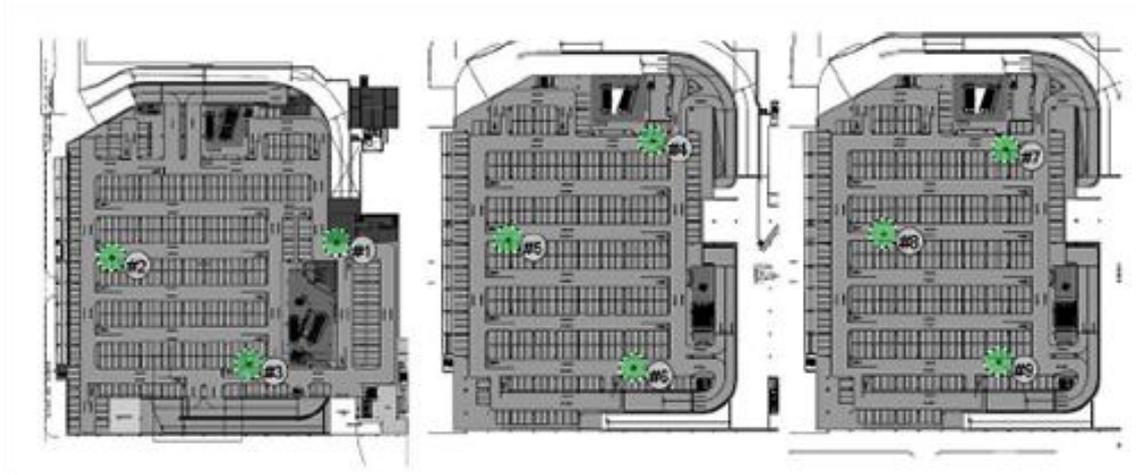


Ilustración 46: Localización APs Estacionamiento Aires

En el estacionamiento Aires todos los APs llevarán el modelo ZF7372.

#### 4.1.2.4 Estacionamiento Autoplaza



Ilustración 47: Localización APs Estacionamiento Autoplaza

En el estacionamiento Aires todos los APs llevarán el modelo ZF7372.

#### 4.1.2.5 Estacionamiento Urbano



Ilustración 48: Localización APs Estacionamiento Urbano

En el estacionamiento Urbano hay varias zonas que son de exteriores, por lo que hay varios APs que llevarán el modelo ZF7782. Estos son Urbano\_AP3, Urbano\_AP4, Urbano\_AP9 y Urbano\_AP11. El resto llevarán el modelo ZF7372.

#### 4.1.2.6 Estacionamiento Líder

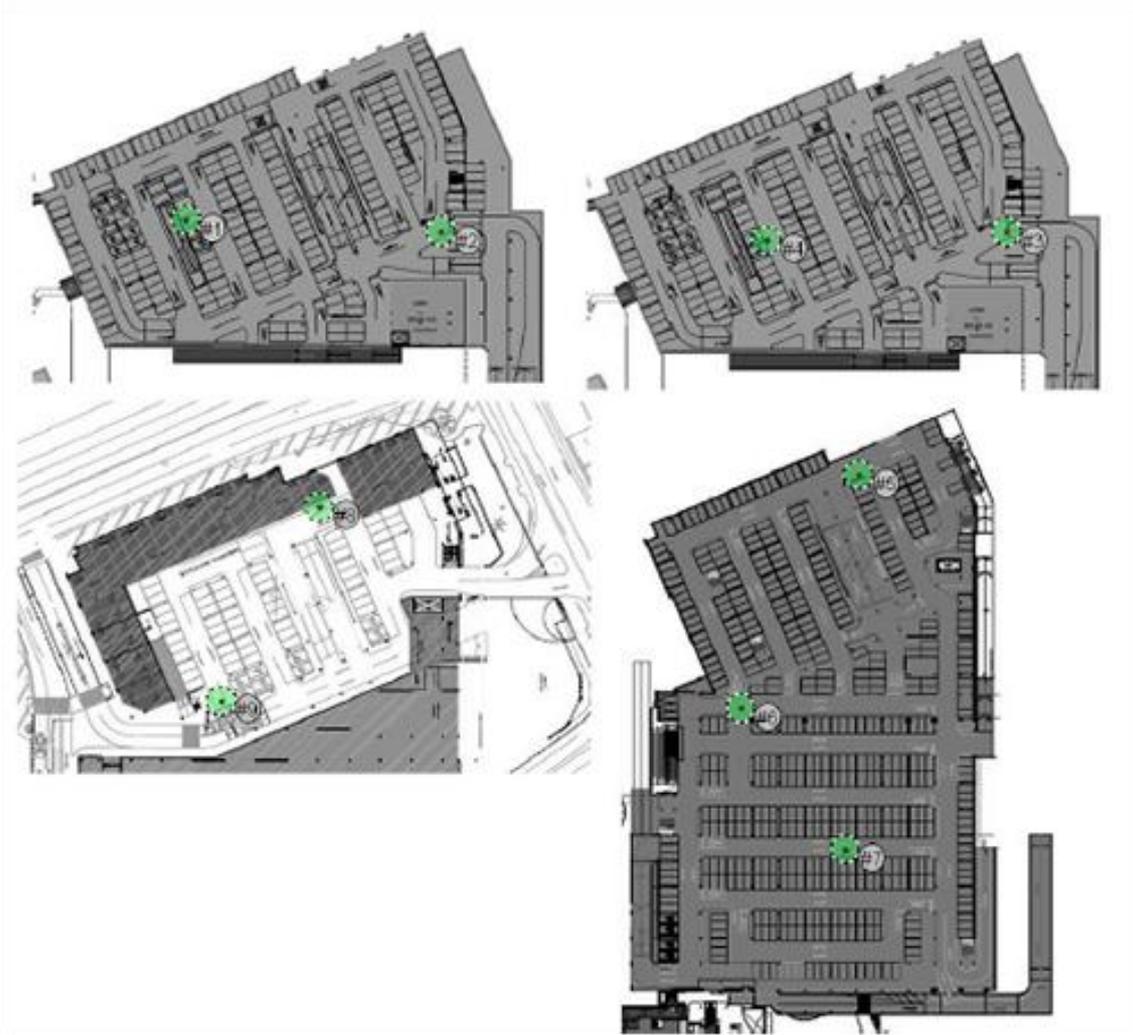


Ilustración 49: Localización APs Estacionamiento Líder

En los estacionamientos Líder hay una zona que es completamente de exterior, por lo que en los APs de este estacionamiento se usará el modelo ZF7782. Estos son los APs Lider\_AP5, Lider\_AP6 y Lider\_AP7. El resto de APs llevarán el modelo ZF7372.

### 4.1.3 Configuración final

Una vez conectados los APs a la red troncal irán siendo detectados por el *ZoneDirector* y podrán ser configurados.

A partir de este momento deberá realizarse una tarea mecánica que contiene los siguientes pasos:

1. Aprobar los APs detectados. Para ello hay que ir a Supervisar → Puntos de acceso → Clientes Acción y clicar el tick verde.

**Puntos de acceso**

En esta tabla aparecen todos los puntos de acceso actualmente activos, así como información básica sobre ellos (por ejemplo, el número de clientes por AP). A continuación se muestra una tabla de actividades y eventos específico de los AP.

AP administrados actualmente

Dirección MAC	Nombre del dispositivo	Descripción	Ubicación	Modelo	Estado	Fecha Fresh	IP Address	External IP/Port	VLAN Canal	Clientes	Acción
04:01:71:01:2a:30	NewYork-Webster2490v	NewYork-Webster2490v	NYCEDC, 2490 Webster Ave 4	27792-s	Desconectado (2014/01/10 01:33:42)	Auto	173.220.221.12	173.220.221.12:12223			
04:01:71:01:2b:40	NewYork-Webster2490	NewYork-Webster2490	NYCEDC, 2490 Webster Ave 1	27792-s	Desconectado (2014/01/10 01:33:24)	Auto	173.220.221.10	173.220.221.10:12223			
8c:0c:90:39:a1:00	NewYork-EFordham2520	NewYork-EFordham2520	NYCEDC, FORDHAM RD N BETWEEN VALENTINE AV & GRAND CONCOURSE NE	27792-s	Conectado (Root AP)	Auto	192.148.1.100	192.228.207.106:52397	1	149 (11a/n-20), 3 (11g/n-20)	
04:01:71:01:32:80	NewYork-EFordham2520	NewYork-EFordham2520	NYCEDC, 528 E Fordham Rd 1	27792-s	Conectado (Root AP)	Auto	96.56.75.90	96.56.75.90:12223	1	157 (11a/n-20), 9 (11g/n-20)	
8c:0c:90:39:7b:00	NewYork-Vaestrea2501	NewYork-Vaestrea2501	NYCEDC, VALENTINE AV N BETWEEN E 192 ST & FORDHAM RD NW	27792-s	Conectado (Root AP)	Auto	192.148.1.101	192.228.197.30:52395	5	111 (n-20), 148 (11a/n-40)	
8c:0c:90:39:80:00	NewYork-Pttnin1530	NewYork-Pttnin1530	NYCEDC, PTININ AV N @ SARAFOGA AV/ENLZE SE	27792-s	Pendiente de aprobación	Auto	192.148.1.100	192.228.207.80:52348	1	8 (11g/n-20), 148 (11a/n-40)	
04:01:71:01:35:50	NewYork-EFordham2440	NewYork-EFordham2440	NYCEDC, FORDHAM RD N BETWEEN THIRD AV & WEBSTER AV NE	27792-s	Pendiente de aprobación	Auto	173.220.196.122	173.220.196.122:12223			
8c:0c:90:39:7b:70	NewYork-EFordham2440	NewYork-EFordham2440	NYCEDC, FORDHAM RD N BETWEEN THIRD AV & WEBSTER AV NE	27792-s	Conectado (Root AP)	Auto	192.148.1.100	192.228.194.102:51405	4	1 (11g/n-20), 157 (11a/n-40)	
8c:0c:90:39:a1:00	Test-Castelana	Punto de acceso Puente Castellana	Ruaya de la Castellana 31, Madrid	27792-s	Desconectado (2014/01/07 18:50:16)	Auto	192.148.88.253	95.124.248.19:12223			
8c:0c:90:39:7a:d0	NewYork-EFordham2520	NewYork-EFordham2520	NYCEDC, FORDHAM RD N BETWEEN VALENTINE AV & TIEBOUT AV SW	27792-s	Conectado (Root AP)	Auto	192.148.1.100	192.228.206.214:55546	1	8 (11g/n-20), 157 (11a/n-40)	
8c:0c:90:39:a1:00	NewYork-Pttnin1930	NewYork-Pttnin1930	NYCEDC, PTININ AV N @ AMBOY STREET NW	27792-s	Conectado (Root AP)	Auto	192.148.1.101	192.228.198.129:34559	1	8 (11g/n-20), 149 (11a/n-40)	
04:01:71:01:32:80	NewYork-Webster2490i	NewYork-Webster2490i	NYCEDC, 2490 Webster Ave 3	27792-s	Pendiente de aprobación	Auto	173.220.229.173	173.220.229.173:12223			
04:01:71:01:2b:70	NewYork-Webster2490i	NewYork-Webster2490i	NYCEDC, 2490 Webster Ave 3	27792-s	Desconectado (2014/01/10 01:33:57)	Auto	173.220.221.13	173.220.221.13:12223			
24:c9:a1:01:6a:50	Test-Castelana2	Punto de acceso Puente Castellana		27372	Desconectado (2014/01/09 18:53:38)	Auto	192.148.88.253	88.28.192.220:12223			

Ilustración 50: Aprobación APs ZoneDirector

2. Crear un perfil WLAN. Para ello hay que ir a Configurar → WLAN. En este apartado habrá que rellenar los siguientes campos:

- Nombre: Usuarios Mall Plaza
- SSID: MallPlazaVespucio
- Descripción. Perfil de clientes de Mall Plaza
- Aislamiento del cliente inalámbrico.
- VLAN ID: 101.

Crear nuevo

Opciones generales

Nombre/ESSID\*  ESSID

Descripción

Usos de WLAN

Tipo

Uso predeterminado (For most regular wireless network usages.)

Acceso de invitado (Se aplicarán las directivas de acceso de invitados y de control de acceso.)

Servicio de Hotspot (WISPr)

Hotspot 2.0

Opciones de autenticación

Método  Open  Shared  802.1x EAP  MAC Address  802.1x EAP + MAC Address

Opciones de cifrado

Método  WPA  WPA2  WPA-Mixed  WEP-64 (40 bit)  WEP-128 (104 bit)  None

Opciones

Autenticación Web  Habilitar portal cautivo / autenticación Web  
(Se redireccionará al usuario a un portal Web donde deberá autenticarse para poder acceder a la WLAN.)

Servidor de autenticación

Aislamiento del cliente inalámbrico

Ninguna

Local (Wireless clients associated with the same AP will be unable to communicate with one another locally.)

Habilitar aislamiento del cliente inalámbrico Cuando esté habilitado, los clientes inalámbricos no podrán comunicarse entre ellos o acceder a cualquiera de las subredes restringidas.

Zero-IT Activation™  Habilitar Zero-IT Activation  
(Cuando los usuarios de la WLAN inician la sesión, se les proporciona un instalador de configuración de la conexión inalámbrica.)

Prioridad  Alta  Baja

Opciones avanzadas

Ilustración 51: Creación de perfil WLAN ZoneDirector-1

Ilustración 52: Creación de perfil WLAN ZoneDirector -2

3. Creación de grupo WLAN. Para ello ir a Configurar → WLAN. En este apartado habrá que nombrar al grupo y asignarlo a un perfil creado anteriormente.
  - Nombre: Clientes Mall Plaza.

Ilustración 53: Creación de grupo WLAN ZoneDirector

4. Creación de grupos de APs. Para ello ir a Configurar → Puntos de acceso → Access Point Groups → Crear nuevo. Aquí se debe crear tantos grupos de APs como modelos de APs se tenga. Se deberá especificar:
  - Nombre,
  - Descripción,.
  - Modelo.
  - Número máximo de usuarios permitidos
  - Asignar los APs al grupo.

**Access Point Groups**

This table lists your current AP groups and provides basic details about them. Click Create New to add another AP group, or click Edit to make changes to an existing AP group.

<input type="checkbox"/>	Nombre	Descripción	# of Members	Acciones
<input type="checkbox"/>	System Default	System default group for Access Points	4	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Clonar</a>

**Edición (System Default)**

Nombre: System Default

Descripción: System default group for Access Points

**Channel Range Settings**

Radio B/G/N(2.4G):  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11

Radio A/N(5G) Indoor:  36  40  44  48  149  153  157  161

Radio A/N(5G) Outdoor:  149  153  157  161

**Radio Settings**

	Radio B/G/N (2,4 GHz)	Radio A/N (5,0 GHz)
Canalización	Automático	Automático
Canal	Automático	Indoor Automático Outdoor Automático
Potencia TX	Automático	Automático
Sólo modo 11N	Automático	Automático
Grupo WLAN	Default	Default
Call Admission Control	OFF	OFF

**Ajuste de Red**

IP Mode: IPv4 and IPv6

Model Specific Control: zf2942

Max Clientes: Allow Max 100 clients to associate with this AP

External Antenna: [Edit External Antenna Setting](#)

Port Setting: [Edit Port Setting](#)

**Group Settings**

Member	Nombre del dispositivo	Descripción	Modelo	Aprobado
<input type="checkbox"/> c4:01:7c:02:3d:60			zf7762-s	No
<input type="checkbox"/> c4:01:7c:01:35:50			zf7762-s	No
<input type="checkbox"/> 8c:0c:90:39:7e:90			zf7762-ac	No
<input type="checkbox"/> 8c:0c:90:39:81:60			zf7762-ac	No

Move to: Group-zf7762-s (1-4 (4))

Buscar:   Incluir todos los términos  Incluir cualquiera de estos términos

[Aceptar](#) [Cancelar](#)

Ilustración 54: Creación de grupo de AP ZoneDirector

5. Configuración de los APs. Para ello ir a Configurar → Puntos de acceso.

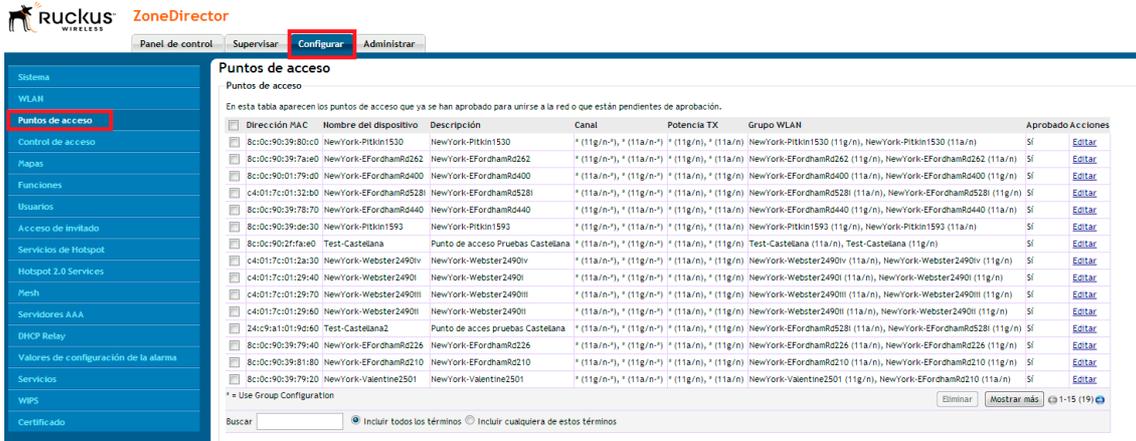


Ilustración 55: Lista APs ZoneDirector

- En la lista de APs detectados se deberá ir uno por uno configurando los siguientes parámetros (Él técnico de instalación deberá presentar un documento de instalación en el que certifique la MAC correspondiente a cada punto, ya que será ésta la forma de diferenciar los APs en el ZoneDirector):
  - Nombre del dispositivo.
  - Descripción.
  - Ubicación.
  - Grupo WLAN Radio 2,4 GHz.
  - Grupo WLAN Radio 5 GHz.

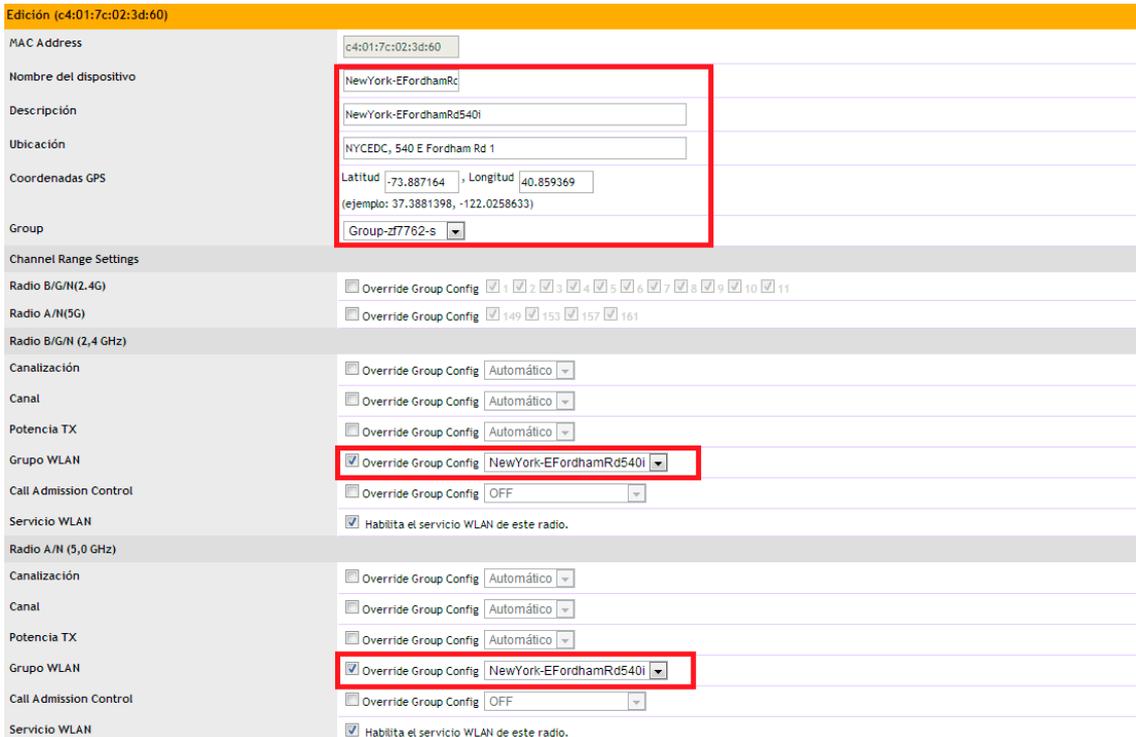


Ilustración 56: Configuración AP *ZoneDirector*

## 4.2 Conclusiones

Una vez realizada la fase de diseño se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El replanteo realizado durante esta fase ha dictaminado que el número de APs de cada zona es el correcto y confirmado la ubicación de cada uno de ellos.
- Para futuros proyectos sería idóneo obtener mayor material gráfico de la fase de replanteo.
- La realización de un manual de configuración del *ZoneDirector* servirá para agilizar procesos en proyectos futuros.



## 5 Monitorización y análisis de red

Una vez se ha dado por finalizada la instalación y configuración de la red, se procederá a la verificación del sistema, para lo cual se realizarán distintas pruebas que certifiquen el funcionamiento y su posterior monitorización. Antes de esto se definirán algunos términos específicos sobre el análisis de las redes inalámbricas.

### 5.1 Teoría básica sobre los parámetros de monitorización

A continuación se desarrollará una breve descripción de los parámetros que se han elegido para ser monitorizados.

#### 5.1.1 Ping

Como parámetro de evaluación, ping es una utilidad diagnóstica que comprueba el estado de la comunicación del host local con uno o varios equipos remotos de una red a IP por medio del envío de paquetes ICMP de solicitud (*ICMP Echo Request*) y de respuesta (*ICMP Echo Reply*). Mediante esta utilidad puede diagnosticarse el estado, velocidad y calidad de una red determinada.

Ejecutando Ping de solicitud, el Host local envía un mensaje ICMP, incrustado en un paquete IP. El mensaje ICMP de solicitud incluye, además del tipo de mensaje y el código del mismo, un número identificador y una secuencia de números, de 32 bits, que deberán coincidir con el mensaje ICMP de respuesta; además de un espacio opcional para datos. Como protocolo ICMP no se basa en un protocolo de capa de transporte como TCP o UDP y no utiliza ningún protocolo de capa de aplicación.

Muchas veces se utiliza para medir la latencia o tiempo que tardan en comunicarse dos puntos remotos, y por ello, se utiliza el término PING para referirse al lag o latencia de la conexión en los juegos en red. [21]

#### 5.1.2 Throughput

El *Throughput* es la tasa de éxito de la entrega de mensajes sobre un canal de comunicación. Se mide en bits por segundo (bit / s o bps), y, a veces en paquetes de datos por segundo (p / s o pps) o paquetes de datos por intervalo de tiempo.

El *Throughput* de un sistema es la suma de las velocidades de datos que se entregan a todos los terminales en una red. Es esencialmente sinónimo de consumo de ancho de banda digital; puede ser analizado matemáticamente mediante la aplicación de la teoría de colas, donde la carga en paquetes por unidad de tiempo se denota como la tasa de llegada ( $\lambda$ ), y el rendimiento, en paquetes por unidad de tiempo, se denota como la tasa de salida ( $\mu$ ).

El *Throughput* de un sistema de comunicaciones puede verse afectado por varios factores, incluyendo las limitaciones del medio físico analógico subyacente, la potencia de procesamiento disponible de los componentes del sistema y el comportamiento del usuario final. Cuando son tenidos en cuenta varios protocolos *overhead*, la tasa útil de los datos transferidos puede ser significativamente inferior al rendimiento alcanzable. Esta parte útil se conoce como *goodput*. [22]

### 5.1.3 Tasa de transmisión

La tasa de transferencia se refiere al ancho de banda real medido en un momento concreto del día empleando rutas concretas de Internet mientras se transmite un conjunto específico de datos, desafortunadamente, por muchas razones la tasa es con frecuencia menor al ancho de banda máximo del medio que se está empleando.

Los siguientes son algunos de los factores que determinan la tasa de transferencia:

- Dispositivos de *Internetworking*
- Topología de red
- Número de usuarios en la red
- La computadora del usuario
- El servidor
- Condiciones de la energía
- Congestión

El ancho de banda teórico de la red es una consideración importante en el diseño de la red, porque la tasa de transferencia de la red nunca es mayor que dicho ancho de banda, debido a las limitaciones puestas por el medio y a las tecnologías de red elegidas.

La unidad con que el Sistema Internacional de Unidades expresa el *bit rate* es el bit por segundo (bit/s, b/s, bps). [23]

### 5.1.4 Tráfico

La monitorización del tráfico de una red inalámbrica sirve para:

- Prevenir cuellos de botella de la banda ancha y del rendimiento de sus servidores
- Descubrir qué programas causan más tráfico de red
- Actuar de forma proactiva y dar un servicio mejor a sus usuarios
- Reducir costes comprando el ancho de banda y hardware según sus necesidades reales
- Resolver problemas de conectividad con facilidad [24]

## 5.2 Monitorización

### 5.2.1 Zabbix

La monitorización de la red se realizará a través de este software.

Zabbix es un software basado en código abierto con el cual las empresas toman control de la disponibilidad y uso de recursos de los servicios de información para atender incidencias y mitigar la aparición de problemas, mediante el monitorización continuo de los servidores, aplicaciones y servicios de red, disparando alertas ante situaciones que ameritan atención.

Esta herramienta de monitorización tiene las siguientes funcionalidades:

- Recolección de datos: Zabbix ofrece diversos métodos para la recolección de datos de los ítems monitoreados: Agente Zabbix, SNMP, Prueba Remota, Monitorización a la Medida, Máquinas Virtuales, Escenarios Web, Aplicaciones Java, Motores de Bases de Datos, Rendimiento de Recursos.
- Detección de incidencias: Tan pronto como los datos recolectados son recibidos, Zabbix inicia el proceso de evaluación para determinar la aparición de una posible incidencia de acuerdo a una serie de criterios configurados, y clasificándola bajo una severidad dependiendo de la criticidad de la incidencia, y disparando las notificaciones las personas competentes.
- Visualización de datos: Zabbix cuenta con una interfaz de usuario en la Web que permite realizar la configuración de los componentes monitoreados y los ítems recolectados así como la visualización de incidencias, eventos y el histórico de comportamiento, presentando la información en forma de gráficos o listados detallados.
- Plantillas avanzadas: Nativamente, Zabbix incorpora una serie de plantillas en las que cada una posee ítems, eventos, disparadores, notificaciones, dashboards, facilitando la configuración. Adicionalmente usted puede definir sus propias plantillas para facilitar los procesos de monitorización de los elementos de su infraestructura tecnológica.
- Auto descubrimiento: Zabbix puede encontrar automáticamente elementos que conforman la red basándose en una serie de reglas configurables, tomando acciones posibles como agregar el host a la configuración, enviar una notificación, ejecutar scripts remotos, entre otros. Zabbix también puede detectar recursos como sistemas de archivos, interfaces de red, etc.

Se pueden obtener los siguientes beneficios con respecto a otras herramientas del mercado:

- Todo puede ser monitorizado: El diseño de Zabbix permite el monitorización de aplicaciones, motores de bases de datos, servicios de red, recursos de servidor y dispositivos de red. Para cada ítem monitoreado, Zabbix puede recabar no solo la disponibilidad del servicio sino también datos que ayuden a describir su comportamiento a lo largo del tiempo.
- Apto para el uso empresarial: Zabbix puede escalar a entornos con miles de ítems monitoreados simultáneamente realizando hasta 3 millones de chequeos por minuto. Puede autenticar contra LDAP (ActiveDirectory y OpenLDAP), operar con instancias proxy para centros de datos complejos y dispone de un API para interoperabilidad con otros sistemas.
- Agentes o chequeos remotos: Los chequeos de disponibilidad y captación de uso recursos se ejecutan a través de un agente instalado en los sistemas monitoreados o por medio de una prueba remota. Zabbix soporta agentes para Linux, IBM

AIX, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, HP-UX, Mac OS X, Solaris: 9, 10, 11, Windows: 2000, Server 2003, XP, Vista, Server 2008, 7.

- **Mínimo mantenimiento:** El servidor central de Zabbix puede ser actualizado en cualquier momento asegurando compatibilidad hacia atrás con versiones anteriores de los agentes de monitorización instalados en los diversos sistemas monitoreados, por lo que no tendrá que lidiar con actualizaciones masivas.
- **Respuesta proactiva:** Zabbix puede capturar datos de comportamiento del sistema monitoreado a lo largo del tiempo, como el espacio en disco disponible, uso de memoria RAM o cantidad de procesos en ejecución, para tomar decisiones tempranas antes de afectar los servicios, como escalar los recursos, liberar espacio en disco, entre otros.
- **Planificación de capacidad:** Con los datos de monitorización capturados por Zabbix, es mucho más fácil levantar un inventario de recursos y determinar la capacidad actual de servicio. Esto ayudará a que un analista puede proyectar con mayor facilidad el dimensionamiento de la infraestructura tecnológica y el aprovechamiento de recursos.
- **Libre y de código abierto:** Zabbix es un proyecto empresarial liberado bajo el modelo de software libre y descargable gratuitamente, tanto para uso comercial como no comercial. Usted puede modificar el código fuente, desarrollar sus propias extensiones para adaptarlas a sus necesidades. Esto reduce la dependencia de proveedores y le brinda más control sobre sus sistemas. [25]

A continuación se muestran algunas capturas de Zabbix y sus posibilidades.

The screenshot shows the Zabbix web interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for Monitoring, Inventory, Reports, Configuration, and Administration. Below that, there's a search bar and a history breadcrumb. The main content area is divided into several sections:

- Favorite graphs:** Lists three graphs for vSphere CPU utilization.
- Favorite screens:** Lists four screens for Zabbix server performance, JBoss performance, Oracle RAC, and Network map.
- Favorite maps:** Lists two maps for Network devices and VMWare production.
- Status of Zabbix:** A table showing system parameters like 'Zabbix server is running', 'Number of hosts', 'Number of items', etc.
- System status:** A table showing the status of various host groups (Business System, Clouds, Database servers, etc.) across different severity levels (Disaster, High, Average, Warning, Information, Not classified).
- Host status:** A table showing the number of hosts in each group that are 'Without problems' or 'With problems'.

Ilustración 57: Dashboard Zabbix

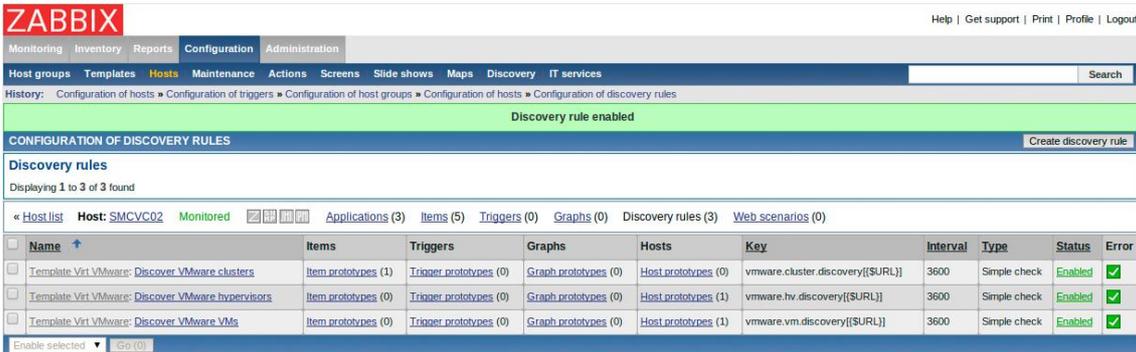


Ilustración 58: Discovery Zabbix



Ilustración 59: Zabbix

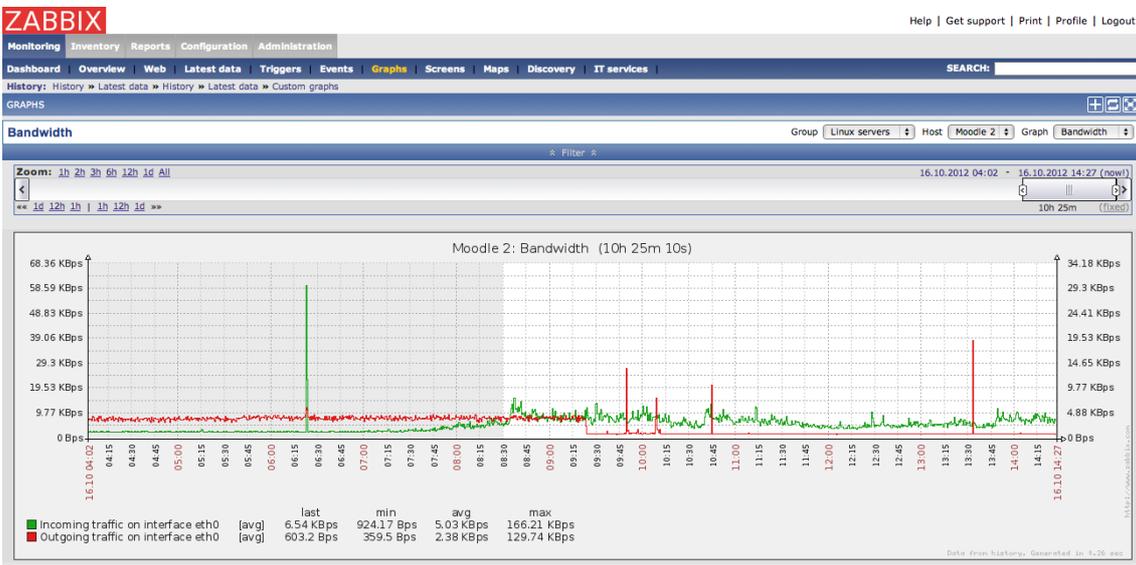


Ilustración 60: Zabbix Bandwidth test

### 5.3 Conclusiones

Una vez realizada la fase de monitoreo y análisis de la red se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El sistema de monitorización elegido es Zabbix debido a la cantidad de opciones que permite y su condición de software libre.
- Se utilizarán los siguientes ítems Agente Zabbix para monitorizar el ping y el protocolo SNMP para el resto.
- Para los APs y *ZoneDirector* se monitorizan los siguientes servicios: ping, *throughput*, tasa de transmisión y usuarios conectados.
- Para los *switches* únicamente se encuentra relevante la monitorización del ping.

## 6 Certificación

En este capítulo se procederá a certificar el despliegue de la red. Para ello se utilizarán las pruebas realizadas en la fase anterior y se realizará una prueba que certifique el funcionamiento del cableado.

### 6.1 Certificación de los puntos de datos

#### 6.1.1 Certificación cableado UTP

Esta certificación se realiza con el software LinkWare Cable Testing Software. Con ella se detectan la longitud del cable y el headroom o ACR.

El headroom es la diferencia entre la atenuación de la señal producida y se mide en decibelios. Indica cuanto más fuerte es la señal atenuada con respecto al crosstalk del destino.

Los resultados son los siguientes:

Tabla 14: Certificación cableado UTP

Cable ID	Summary	Test limit	Length (ft)	Headroom (dB)
Aires_AP1	PASS	TIA Cat 6 Channel	168	13
Aires_AP2	PASS	TIA Cat 6 Channel	220	8,9
Aires_AP3	PASS	TIA Cat 6 Channel	267	10,4
Aires_AP4	PASS	TIA Cat 6 Channel	273	4,5
Aires_AP5	PASS	TIA Cat 6 Channel	188	14,3
Aires_AP6	PASS	TIA Cat 6 Channel	250	7,6
Aires_AP7	PASS	TIA Cat 6 Channel	274	15,1
Aires_AP8	PASS	TIA Cat 6 Channel	193	11,6
Aires_AP9	PASS	TIA Cat 6 Channel	75	17,1
Autoplaza_AP1	PASS	TIA Cat 6 Channel	147	11,8
Autoplaza_AP2	PASS	TIA Cat 6 Channel	147	12,7
Autoplaza_AP3	PASS	TIA Cat 6 Channel	284	15,8
Autoplaza_AP4	PASS	TIA Cat 6 Channel	131	13
Autoplaza_AP5	PASS	TIA Cat 6 Channel	223	12,9
Autoplaza_AP6	PASS	TIA Cat 6 Channel	181	10,8
Autoplaza_AP7	PASS	TIA Cat 6 Channel	87	12,4
Urbano_AP1	PASS	TIA Cat 6 Channel	212	1,2
Urbano_AP2	PASS	TIA Cat 6 Channel	88	17

Urbano_AP3	PASS	TIA Cat 6 Channel	87	16,2
Urbano_AP4	PASS	TIA Cat 6 Channel	138	15,2
Urbano_AP5	PASS	TIA Cat 6 Channel	129	16,3
Urbano_AP6	PASS	TIA Cat 6 Channel	142	14,7
Urbano_AP7	PASS	TIA Cat 6 Channel	119	12,7
Urbano_AP8	PASS	TIA Cat 6 Channel	213	17,6
Urbano_AP9	PASS	TIA Cat 6 Channel	315	13,9
Urbano_AP10	PASS	TIA Cat 6 Channel	334	13,2
Urbano_AP11	PASS	TIA Cat 6 Channel	261	13,5
Urbano_AP12	PASS	TIA Cat 6 Channel	128	7,7
Lider_AP1	PASS	TIA Cat 6 Channel	128	15,6
Lider_AP2	PASS	TIA Cat 6 Channel	248	14,8
Lider_AP3	PASS	TIA Cat 6 Channel	56	13,4
Lider_AP4	PASS	TIA Cat 6 Channel	168	13,7
Lider_AP5	PASS	TIA Cat 6 Channel	159	14,5
Lider_AP6	PASS	TIA Cat 6 Channel	210	8,8
Lider_AP7	PASS	TIA Cat 6 Channel	143	11,4
Lider_AP8	PASS	TIA Cat 6 Channel	221	10,4
Lider_AP9	PASS	TIA Cat 6 Channel	168	10,4
Nivel1_AP1	PASS	TIA Cat 6 Channel	247	12,8
Nivel1_AP2	PASS	TIA Cat 6 Channel	139	12,3
Nivel1_AP3	PASS	TIA Cat 6 Channel	206	14
Nivel1_AP4	PASS	TIA Cat 6 Channel	287	11
Nivel1_AP5	PASS	TIA Cat 6 Channel	166	13,7
Nivel1_AP6	PASS	TIA Cat 6 Channel	232	10,8
Nivel1_AP7	PASS	TIA Cat 6 Channel	182	12,6
Nivel1_AP8	PASS	TIA Cat 6 Channel	326	3,6
Nivel1_AP9	PASS	TIA Cat 6 Channel	173	10,4
Nivel1_AP10	PASS	TIA Cat 6 Channel	173	10,3
Nivel1_AP11	PASS	TIA Cat 6 Channel	234	11,1
Nivel1_AP12	PASS	TIA Cat 6 Channel	113	15,9

Nivel1_AP13	PASS	TIA Cat 6 Channel	178	11,2
Nivel1_AP14	PASS	TIA Cat 6 Channel	231	15
Nivel1_AP15	PASS	TIA Cat 6 Channel	50	15,9
Nivel1_AP16	PASS	TIA Cat 6 Channel	223	14,7
Nivel2_AP1	PASS	TIA Cat 6 Channel	67	16,1
Nivel2_AP2	PASS	TIA Cat 6 Channel	206	14,3
Nivel2_AP3	PASS	TIA Cat 6 Channel	71	17,6
Nivel2_AP4	PASS	TIA Cat 6 Channel	71	17,7
Nivel2_AP5	PASS	TIA Cat 6 Channel	82	15,9
Nivel2_AP6	PASS	TIA Cat 6 Channel	252	14,7
Nivel2_AP7	PASS	TIA Cat 6 Channel	237	16,1
Nivel2_AP8	PASS	TIA Cat 6 Channel	304	14,3

## 6.2 Conclusiones

Una vez realizada la fase de certificación se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Se puede dar por certificada la funcionalidad de la red.
- Se da por finalizado el proyecto.



## 7 Conclusiones y trabajo futuro

### 7.1 Introducción

En este capítulo se describen las conclusiones realizadas una vez dado por finalizado el proyecto y se desarrolla una posible línea de actuación para mejorar el sistema en el futuro.

### 7.2 Conclusiones

Existen diferentes maneras de abordar la implantación de una red inalámbrica.

Durante el análisis y diseño se llegó a la conclusión que la topología, material y diseño eran los más adecuados para cubrir las exigencias del cliente.

La principal exigencia del cliente era dar servicio Wi-Fi a sus clientes en todas las zonas comunes del centro comercial, sin que ello supusiese costes demasiado elevados, por lo que había que optimizar los puntos de acceso de forma eficaz.

Por ello, se realizó un estudio muy cuidadoso con los detalles del terreno con Ekahau Site Survey y se realizó un posterior replanteo “in situ”.

El cliente propuso este proyecto como piloto para la implantación de redes inalámbricas en todos sus centros. Es por ello que se trató de ser lo más cuidadoso posible en el estudio y análisis para que este proyecto técnico pudiese ser utilizado como plantilla para futuros encargos.

### 7.3 Trabajo futuro

En sistema implantado tiene aspectos de posibles mejoras, así como nuevas funcionalidades que se pueden añadir para aumentar la productividad.

En proyecto se propuso la implantación de servicio en las áreas comunes, quedando sin cubrir las áreas privadas como los centros de ocio y las tiendas. La red fue diseñada de forma escalable por lo que no habría mayores costes que los propios de instalación y configuración si se desease cubrir dichas áreas privadas.

Otra posible mejora sería el desarrollo de un portal personalizado de validación en el Hot-spot que favorezca la implantación de publicidad y genere así ingresos.

Otra posible línea de actuación para aumentar los beneficios sería la creación de dos perfiles de usuario. La creación de un perfil de pago “*Premium*” con un ancho de banda ilimitado y el usuario tradicional “*Free*” podría provocar el aumento de beneficios.



## 8 Referencias

### 8.1 Libros

[1] Matthew Gasto, Redes Wireless 802.11, Anaya Multimedia O'Reilly, 2005

### 8.2 Webs

- [2] [https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11](https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)
- [3] <http://www.adrformacion.com/cursos/wifi/leccion2/tutorial3.html>
- [4] [https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_ensanchado\\_por\\_salto\\_de\\_frecuencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado_por_salto_de_frecuencia)
- [5] [https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_ensanchado\\_por\\_secuencia\\_directa](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado_por_secuencia_directa)
- [6] [https://es.wikipedia.org/wiki/Acceso\\_m%C3%BAltiples\\_por\\_divisi%C3%B3n\\_de\\_frecuencias\\_ortogonales](https://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiples_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencias_ortogonales)
- [7] [http://guimi.net/monograficos/G-Redes\\_de\\_comunicaciones/G-RCnode31.html](http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode31.html)
- [8] <http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/21/Superposici%C3%B3n%20e%20Interferencia.html>
- [9] [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/hernandez\\_a\\_r/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_a_r/capitulo2.pdf)
- [10] <http://www.radiocomunicaciones.net/teoria-antenas.html>
- [11] [https://es.wikipedia.org/wiki/Antena\\_direccional](https://es.wikipedia.org/wiki/Antena_direccional)
- [12] [http://www.wni.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62:antenasoporte&catid=31:general&Itemid=79](http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=62:antenasoporte&catid=31:general&Itemid=79)
- [13] <http://es.ruckuswireless.com/>
- [14] <http://www.dlink.com/es/es/>
- [15] <http://www.cablelines.com/datasheets/1499101-1.pdf>
- [16] <http://www.optral.es/icalogo/cables-ajustados/cdi/>
- [18] <http://www.software.com.co/p/ekahau-site-survey-2250#product-description>
- [19] <http://es.ccm.net/download/descargar-7542-insider>
- [20] <http://www.azimutbussolutions.com/2015/02/la-importancia-del-wi-fi-como-servicios-de-valor-para-el-pasajero/>
- [21] <https://es.wikipedia.org/wiki/Ping>
- [22] <https://en.wikipedia.org/wiki/Throughput>
- [23] [https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa\\_de\\_bits](https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_de_bits)
- [24] [http://www.es.paessler.com/info/network\\_traffic\\_monitor](http://www.es.paessler.com/info/network_traffic_monitor)
- [25] <https://alkaid.cr/productos/zabbix>

### 8.3 Proyectos

[26] Daniel Sanaguano Moreno y Andrea Zabala Haro, "Estudio, análisis e implementación de una red inalámbrica comunitaria orientada al sector educativo rural del Canton Chambo", Tesis de grado, Escuela Superior politécnica de Chimborazo, 2011.

[27] Frenzel, A.M.; Carrasco, A; Monachesi, E; Chaile, M.G., “Física de las ondas electromagnéticas dentro del estándar IEEE802.11b, Proyecto de investigación, Facultad Regional Tucumán UTN, Argentina, 2010.

[28] Marta Moreno Martín, “Análisis, diseño y despliegue de una red Wi-Fi en Santillana del Mar”, Proyecto Final de Carrera, Escuela Politécnica Superior UAM, 2015.

[29] Concello de Ourense, “Proyecto de infraestructura de red radioeléctrica de banda ancha para acceso a Internet en la parroquia de Seixalvo, Memoria técnica, Concello de Ourense, 2009.

[30] Luis Antonio Cano, “ Configuración y evaluación de redes 802.11n”, Proyecto final de carrera, Universidad de Granada, 2013

[31] Alejandro Chillarón Oliva, “Diseño e implementación de un sistema de gestión autónoma de máquinas virtuales”, Proyecto Final de Carrera, Escuela Politécnica Superior UAM, 2011.

## 9 Glosario

- A

**ACK:** *Acknowledgement* o Asentimiento. En comunicaciones entre ordenadores es un mensaje que el destino de la comunicación envía al origen de ésta para confirmar la recepción de un mensaje. Los mensajes ACK se utilizan en la mayoría de niveles o capas que componen la red.

**AP:** *Access Point* o Punto de Acceso.

- B

**Beacon:** *Las Beacon frames* o Tramas de Baliza contienen toda la información sobre la red inalámbrica y se transmiten periódicamente para anunciar la presencia de la red WLAN.

- C

**CPD:** Centro de Procesamiento de Datos y hace referencia a aquella ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización.

**CSMA.** *Carrier Sense Multiple Access.* Acceso Múltiple por Detección de Portadora. Consiste en escuchar el medio para saber si existe presencia de portadora en los momentos en los que se ocupa el canal.

**CTS:** *Clear to send* o Despejado para enviar

- D

**DCF:** *Distributed Control Function* o Función de Control Distribuida. Es la técnica fundamental de control de acceso al medio del estándar 802.11 para las redes de área local inalámbricas. Emplea el método CSMA/CA con un algoritmo binario exponencial denominado *backoff*.

**DHCP:** *Dynamic Host Configuration Protocol* o Protocolo de Configuración Dinámica de Equipos. Es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.

**DSSS:** *Direct Sequence Spread Spectrum* o Espectro Ensanchado por Secuencia Directa. Es uno de los métodos de codificación de canal en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas radiofónicas que más se utilizan.

- E

**EAP:** *Extensible Authentication Protocol* o Protocolo de Autenticación Extensible es un framework de autenticación utilizado habitualmente en redes WLAN punto a punto.

**ERP:** *Extended Rate PHY.* Capa física de velocidad extendida

**ETSI:** *European Telecommunications Standard Institute* o Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación. Es una organización de estandarización independiente.

- F

**FCC:** *Federal Communications Commission* o Comisión Federal de las Comunicaciones. Es una agencia federal independiente de Estados Unidos, bajo responsabilidad directa del Congreso.

**FHSS:** *Frequency Hopping Spread Spectrum* o Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia. Es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor.

**Firewall:** Cortafuegos. Es una parte de una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo el acceso a las comunicaciones autorizadas.

**FSK:** *Frequency Shift Keying* o Modulación por Desplazamiento de Frecuencia. Es una técnica de modulación para la transmisión digital de información utilizando dos o más frecuencias diferentes para cada símbolo. La señal moduladora solo varía entre dos valores de tensión discretos.

- G

**Goodput:** Es la cantidad de datos útiles transferidos en una unidad de tiempo sobre el canal físico de comunicaciones entre dos nodos y está medido en bit/s.

- H

**Headroom:** También conocido como ACR (*Attenuation-To-Crosstalk Ratio* o Atenuación a la Proporción de Diafonía). Es la diferencia entre la atenuación de la señal producida y se mide en decibelios. Indica cuanto más fuerte es la señal atenuada con respecto a la diafonía del destino.

**Hot-spot:** Es un lugar que ofrece acceso a internet a través de una red inalámbrica y un enrutador conectado a un proveedor de servicios de internet.

- I

**ICMP:** *Internet Control Message Protocol* o Protocolo de Mensajes de Control de Internet. Es un sub protocolo de control y notificación de errores del protocolo IP.

**IEEE:** *Institute of Electrical and Electronics Engineers* o Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Es la asociación mundial de técnicos e ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo de áreas técnicas.

**IP:** *Internet Protocol* o Protocolo de Internet. Es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la capa de red según el modelo internacional OSI.

**IP Address:** Dirección IP. Es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz de un dispositivo dentro de una red que utilice el protocolo IP.

- L

**LAN:** *Local Area Network* o Red de Área Local. Es una red de comunicaciones que abarca un área reducida.

**LOS:** *Line of Sight* o Línea de Visión. Es un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber un obstáculo entre ambas.

- M

**MAC:** *Media Control Access* o Control de Acceso al Medio. La subcapa MAC se sitúa en la capa de enlace de datos y es responsable, entre otras cosas, de controlar el acceso al medio físico de transmisión por parte de los dispositivos que comparten el mismo canal de comunicación.

**MIMO:** *Multiple-Input Multiple-Output* o Múltiple-Entrada Múltiple-Salida. Es una tecnología que utiliza determinados fenómenos físicos para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error.

- N

**Netmask:** Mascara de red. Es una combinación de bits que sirve para delimitar el ámbito de una red de comunicaciones.

**NLOS:** *Non line of light* o Sin Línea de Visión. Se usa para describir un trayecto parcialmente obstruido entre el transmisor y el receptor.

- O

**OFDM:** *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* o Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales. Es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual está modulada en QAM o en PSK.

**OSI:** *Open System Interconnection* o Interconexión de Sistemas Abiertos. Es el modelo de red descriptivo. Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

**Overhead:** Sobrecarga. Hace referencia a los datos extra, que componen las cabeceras y la información específica de la aplicación, y que ocupan un ancho de banda.

- P

**PCF:** *Point Coordination Function* o Función de Coordinación del Punto de Acceso. Es una técnica de control de acceso al medio usada en el estándar 802.11 basado en WLANs. Ésta reside en un punto de acceso.

**PHY:** La capa física o PHY es la interfaz entre el MAC y el medio inalámbrico. El PHY está dividido en dos sub-capas, el PLCP y el PMD.

**PLCP:** *Physical Layer Convergence Procedure* o Procedimiento de Capa de Convergencia Física. Define los tipos de datos y la longitud del paquete.

**PMD:** *Physical Medium Dependent Layer* o Capa Dependiente del Medio Físico. Define los detalles de la transmisión y recepción de bits en un medio físico.

**Ping:** Es una utilidad de diagnóstico que comprueba el estado de la comunicación entre dos puntos.

- R

**RADIUS:** *Remote Authentication Dial-In User Service* o Servicio de Autenticación de Usuarios Remotos. Es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP.

**RTS:** *Request to send* o Solicitud de envío.

- S

**SFP:** *Small Form-factor Pluggable* o Enchufe con Factor de Enchufe Pequeño. Es un transceptor insertable en caliente que se emplea para servir de interfaz entre un equipo de comunicaciones (*switch*, *router*, conversor de medios) y un enlace por fibra óptica.

**SNMP:** *Simple Network Management Protocol* o Protocolo Simple de Administración de Red es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

**Spread-Spectrum:** Espectro Ensanchado. Es una técnica de modulación empleada en telecomunicaciones para la transmisión de datos digitales y por radiofrecuencia.

**Switch:** Conmutador. Es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace. Su función es interconectar dos o más segmentos de la red.

- T

**TCP:** *Transmission Control Protocol* o Protocolo de Control de la Transmisión. Es un protocolo fundamental en internet, a través del cual, las aplicaciones pueden comunicarse de forma segura independientemente de las capas inferiores.

**TGnSync:** Consorcio compuesto por un grupo de empresas, como Intel o Cisco, cuyo propósito es la mejora de la eficiencia en las redes de comunicaciones.

**Throughput:** Volumen de trabajo o de información neto que fluye a través de un sistema.

- U

**UDP:** *User Datagram Protocol* o Protocolo de Datagrama de Usuario. Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente la conexión.

**UTP:** *Unshielded twisted pair* o Par Trenzado sin Apantallar. Es un tipo de cable de par trenzado que no se encuentra blindado y que se utiliza principalmente para comunicaciones debido a flexibilidad y bajo costo.

- V

**VLAN:** *Virtual LAN* o Red de Área Local Virtual. Es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. Son útiles para reducir el tamaño del dominio de difusión y ayudan en la administración de la red, separando segmentos lógicos de una red de área local que no deberían intercambiar datos usando la red local

- W

**WEP:** *Wired Equivalent Privacy* o Privacidad Equivalente a un Medio Cableado. Es un sistema de cifrado incluido en el estándar 802.11 como protocolo para las redes Wireless que permite cifrar la información que se transmite.

**Wi-Fi:** Wireless Fidelity. Es una marca de la Wi-Fi Alliance.

**WLAN:** *Wireless LAN* o Red de Área Local Inalámbrica. Es un sistema de comunicación inalámbrica flexible, muy utilizado como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de éstas.

**WPA**: *Wi-Fi Protected Access* o Acceso Protegido Wi-Fi. Es un sistema para proteger las redes inalámbricas, creado para corregir las deficiencias del sistema previo, WEP.

**WPA2**: Consorcio compuesto por un grupo de empresas, como Nokia o Texas Instruments, cuyo propósito es mejorar la eficiencia de la capa MAC.

## 10 Anexos

## 10.1 Anexo A: Documentación Ruckus Wireless

Toda la información obtenida ha sido descargada desde la web oficial de Ruckus.

<http://es.ruckuswireless.com>



### BENEFICIOS

#### Escalabilidad incomparable

El ZoneDirector 3000, que admite hasta 500 AP y 1024 WLAN por dispositivo, permite prestar servicio fácilmente a implementaciones de mediana y gran escala.

#### Implementación simple en 5 minutos, fácil de usar y administrar

El asistente de configuración web configura toda una WLAN en minutos. Los AP ZoneFlex detectan automáticamente el ZoneDirector. Administración centralizada y optimización automática en tiempo real de toda la WLAN.

#### Características y funciones de WLAN avanzadas

Las características de red inalámbrica avanzadas incluyen la detección de AP rogue, detección de interferencia, "bandsteering", equidad de conexión (Airtime Fairness), políticas de usuario basadas en funciones, limitación de velocidad por usuario, servicios de red de invitados y zona activa (hotspots).

#### Smart Mesh Networking agiliza la implementación y reduce costos y complejidad

La tecnología Smart Mesh Networking integrada de Ruckus automatiza la implementación y elimina la necesidad de utilizar un cable Ethernet para cada Access Point de Wi-Fi inteligente. La arquitectura adaptable con malla híbrida extiende la red inalámbrica a través de los AP conectados por Ethernet, lo que aumenta el rendimiento del sistema gracias a una mejor reutilización del espacio.

#### Seguridad de usuario automática

"Dynamic PSK" elimina la necesidad de configurar y actualizar los dispositivos del cliente con claves de cifrado únicas. La asignación de VLAN dinámica extiende perfectamente las políticas de seguridad existentes a la WLAN.

#### Monitoreo y solución de problemas de manera sencilla

Los paneles personalizables proporcionan una visión instantánea general e integral de la red, y permiten explorar en profundidad para solucionar los problemas inalámbricos.

#### Arquitectura de reenvío distribuida

Maximiza el rendimiento de los datos al enviar todo el tráfico de datos directamente desde los Access Points a la red con cable.

## ZoneDirector™ 3000

### CONTROLADOR LAN INALÁMBRICO INTELIGENTE DE CLASE EMPRESARIAL

El primer controlador LAN inalámbrico inteligente sencillo y potente para su empresa

El ZoneDirector 3000, de Ruckus Wireless, es el primer sistema LAN inalámbrico inteligente de clase empresarial que proporciona una solución de WLAN segura, resistente y que se puede ampliar con facilidad a un costo total de propiedad sin precedentes.

Con capacidad para administrar hasta 500 "Access Points" (AP) Wi-Fi inteligente ZoneFlex y 10.000 clientes desde una sola ubicación, el ZoneDirector 3000 de Ruckus está diseñado para brindar simplicidad y facilidad de uso.

A diferencia de los sistemas de LAN inalámbrica convencionales, que son costosos, complejos y de difícil implementación, el ZoneDirector 3000 es ideal para cualquier empresa que requiera una LAN inalámbrica de alto rendimiento que se pueda implementar y administrar con facilidad.

El ZoneDirector 3000 incluye el motor de aplicación Smart/OS de Ruckus que brinda funciones avanzadas tales como integración inalámbrica inteligente, alta disponibilidad, autenticación de zonas de concentración, elegantes redes para visitantes y seguridad Wi-Fi dinámica.

El ZoneDirector 3000, de Ruckus, puede ser implementado y operado por personas no expertas en redes inalámbricas y puede instalarse rápida y fácilmente. Cualquier organización con personal de TI y presupuesto limitados puede crear una WLAN multimedia resistente y segura en cuestión de minutos.

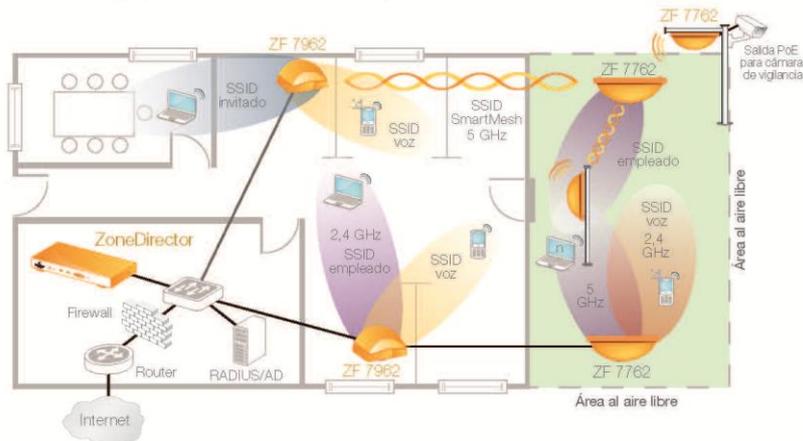
El ZoneDirector, de Ruckus, se integra fácilmente con la infraestructura de autenticación, seguridad y red existente en el lugar y se puede configurar fácilmente a través de un asistente de configuración basado en la web que funciona con sólo apuntar y hacer clic. Los AP ZoneFlex de Ruckus detectan automáticamente y son configurados por ZoneDirector.

Redundante y seguro, el ZoneDirector de Ruckus proporciona una red WLAN amplia, seguridad, administración de ubicación y un FR con un único sistema WLAN fácil de utilizar y asequible.

# ZoneDirector™ 3000

**CONTROLADOR LAN INALÁMBRICO  
INTELIGENTE DE CLASE  
EMPRESARIAL**

El ZoneDirector 3000 se puede implementar en cualquier lugar dentro de una red de 2/3 capas. Todos los AP ZoneFlex son detectados dinámicamente y aprovisionados automáticamente por ZoneDirector.



### Fácil de implementar

El ZoneDirector de Ruckus se integra a la perfección con los switches, firewalls, servidores de autenticación existentes y otra infraestructura de red. ZoneDirector se puede colocar en cualquier red de capa 2/3. Todos los AP ZoneFlex de Ruckus (con cable o malla) detectan automáticamente el ZoneDirector de Ruckus, se autoconfiguran y quedan listos para ser administrados instantáneamente. La redundancia inteligente de Ruckus asegura una alta disponibilidad de red y es fácil de usar con la sincronización automática de la configuración y los usuarios autorizados entre los ZoneDirector.

### Fácil de administrar

Una vez instalado y en ejecución, el ZoneDirector administra automáticamente la red de Access Points ZoneFlex: ajusta automáticamente los niveles de potencia de transmisión y las asignaciones de canal de radio frecuencia, según sea necesario, para evitar la interferencia, evita que los Access Points contiguos interfieran y permite la cobertura redundante en caso de una falla de uno o varios APs. Los cambios de configuración se pueden aplicar con facilidad a varios AP o al sistema completo, de manera simultánea. Un panel personalizable proporciona acceso instantáneo a una variedad de eventos e información de red y de cliente, y un mapa de calor en tiempo real muestra las ubicaciones de los AP y la cobertura de señal, así como la topología de malla inteligente de Ruckus.

Los sistemas de WLAN inteligente de ZoneDirector integran una herramienta de rendimiento única de Ruckus llamada SpeedFlex™. SpeedFlex de Ruckus permite a los administradores determinar de forma local o remota el rendimiento de Wi-Fi del cliente a través de la LAN inalámbrica. Con SpeedFlex, los administradores ahora pueden planificar,

solucionar problemas, monitorear y medir el rendimiento de la WLAN de forma más optimizada, y eliminar así la necesidad de usar herramientas de velocidad en Internet que generalmente proporcionan resultados poco precisos sobre el entorno de Wi-Fi local.

### Fácil de asegurar

El ZoneDirector 3000 proporciona nuevas técnicas innovadoras que simplifican y automatizan la seguridad de Wi-Fi. Además de la asistencia en la implementación de 802.1x, para aumentar las capacidades de asignación dinámica de VLAN y la integración a nivel empresarial, el ZoneDirector 3000 admite una clave preconfigurada (PSK) dinámica, con patente pendiente, que agiliza la seguridad de WLAN.

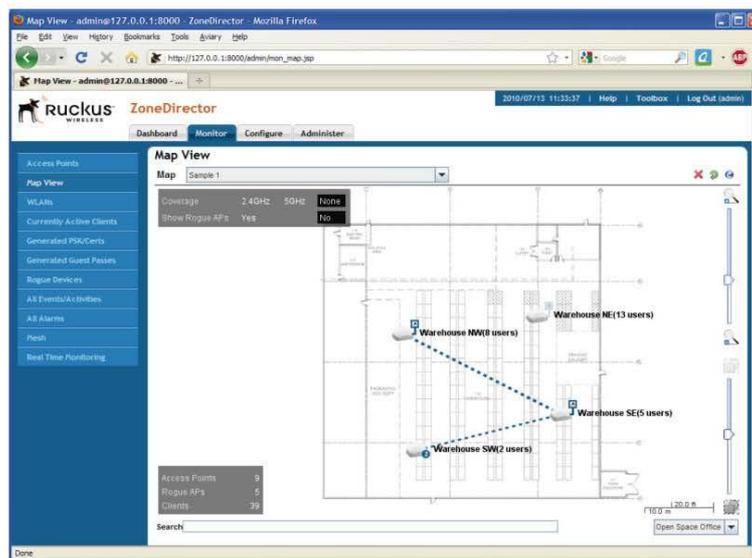
Los usuarios que utilizan por primera vez, conectan sus equipos a la red LAN, especifican una URL y son redirigidos a un portal web cautivo para realizar una autenticación única. Una vez realizada la autenticación, el ZoneDirector configura automáticamente el sistema del cliente con el SSID designado y una clave de cifrado generada dinámicamente. La clave está ligada al cliente y se puede eliminar al momento del vencimiento cuando el usuario o el dispositivo del usuario ya no sean de confianza.

El ZoneDirector de Ruckus centraliza las decisiones de autenticación y autorización para todos los AP, lo cual proporciona un control de admisión seguro en toda la WLAN. Funciona con cualquier base de datos de autenticación back-end como RADIUS y Active Directory, y también viene con una base de datos de autenticación interna. Además, los clientes se pueden asignar de forma dinámica a una VLAN según sus atributos de RADIUS.

# ZoneDirector™ 3000

CONTROLADOR LAN INALÁMBRICO  
INTELIGENTE DE CLASE  
EMPRESARIAL

El ZoneDirector 3000 permite una vista detallada en forma de mapa para que los administradores puedan ver rápidamente la topología de la red Wi-Fi para todos los Access Points Wi-Fi del ZoneFlex Smart.



### Evite la interferencia, maximice el rendimiento y amplie el alcance con BeamFlex

La tecnología patentada BeamFlex™ de Ruckus, permite la asignación de haces de Wi-Fi, asegurando el rendimiento predecible para las aplicaciones de tráfico multimedia y amplía el alcance para eliminar las zonas sin cobertura de Wi-Fi. Con ZoneDirector, el valor de BeamFlex se extiende más allá de un único Access Point a la malla inalámbrica inteligente y WLAN de todo el sistema.

ZoneDirector controla automáticamente las asignaciones de canal y la energía de transmisión de todos los AP de Wi-Fi inteligente ZoneFlex. Y con BeamFlex, el sistema ZoneFlex continuamente elige la mejor trayectoria para todos los paquetes, tanto para clientes fuera de la red como para Access Points combinados dentro de la red, lo que permite evitar automáticamente la interferencia para garantizar la calidad de servicio más alta.

### Smart Mesh Networking aumenta la flexibilidad y reduce los costos.

La tecnología Smart Mesh Networking de Ruckus, permite la implementación de WLANs de organización y recuperación automáticas, eliminando la necesidad de un cable de red para cada AP, permite a los administradores conectar simplemente los AP ZoneFlex a cualquier fuente de alimentación. Toda configuración y administración se realiza a través del controlador de WLAN inteligente ZoneDirector. Los AP también pueden estar conectados en serie a los AP conectados en "Mesh" para extender la red y aprovechar la reutilización del espacio. La tecnología Smart Mesh utiliza la tecnología de Wi-Fi inteligente patentada para extender el rango y controlar las señales Wi-Fi para minimizar los saltos entre nodos que degradan el rendimiento, y para adaptar automáticamente las conexiones Wi-Fi entre los nodos para mantener una confiabilidad sumamente alta.

# ZoneDirector™ 3000

**CONTROLADOR LAN INALÁMBRICO  
INTELIGENTE DE CLASE  
EMPRESARIAL**

## CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE

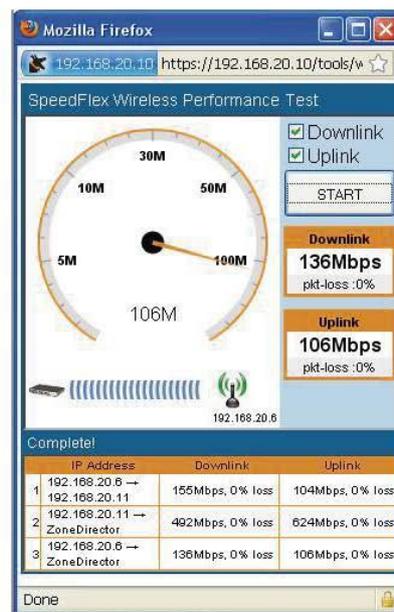
- Tamaño delgado de 1 unidad de bastidor que se puede montar en soporte
- Detección fácil desde PC con UPnP
- Administre múltiples ubicaciones y ZoneDirector con FlexMaster
- Dos puertos de 1000 Mbps para redundancia total
- Cobertura de garantía de por vida



## CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE

Control y configuración centralizados de hasta 500 AP ZoneFlex

- Soporte hasta 1.024 WLAN
- Servidor DHCP integrado
- Asistente de configuración fácil de usar
- Interfaz gráfica de usuario (GUI) muy intuitiva
- Redundancia 1+1 con sincronización automática
- Control y monitoreo de red mallado inteligente
- Control de admisión del cliente en tiempo real
- Balanceo de la carga
- Panel personalizable
- Administración de energía y canal RF dinámicos
- Calidad de servicio con priorización de WLAN, control de banda\* y equidad de tiempo aire.
- Portal cautivo integrado
- Admisión nativa de LDAP/RADIUS/Active Directory
- Base de datos de autenticación local
- Asignación de VLAN dinámica
- Redes de invitados
- Generación dinámica de claves precompartidas
- Vista de mapa gráfico y detección de AP rogue
- Admite servicios de ubicación de exploración aérea
- Autenticación de zona activa con WISPr
- Admite el cliente inteligente WISPr
- Monitoreo y estadísticas del rendimiento
- Garantía de por vida limitada



\*para Access Points de banda dual ZoneFlex 7962, 7762 y 7363

La SpeedFlex™ es una exclusiva herramienta de prueba de rendimiento inalámbrico integrada dentro de la familia de controladores centralizados de ZoneFlex™ que mide el rendimiento total de Wi-Fi de los clientes de LAN inalámbrica asociados.

### Especificaciones

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		SEGURIDAD	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suministro de potencia interna de 220 watts</li> <li>Conector 320 IEC, 100 – 250 V CA Universal</li> </ul>	ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>WPA, WPA2, 802.11i</li> </ul>
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>1RU: 35,52 cm (L); 43,18 cm (A); 4,39 cm (H)</li> </ul>	CIFRADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>WEP, TKIP, AES</li> <li>Clave precompartida dinámica de Ruckus</li> </ul>
PESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>14 lbs (6,37 kilogramos)</li> </ul>	AUTENTICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>802.1x, dirección MAC</li> </ul>
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 puertos, auto MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45</li> </ul>	BASE DE DATOS DE USUARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base de datos interna de hasta 10 000 usuarios</li> <li>Externa: RADIUS, LDAP, Active Directory</li> </ul>
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura de funcionamiento: 41 °F (5 °C) – 104 °F (40 °C)</li> </ul>	CONTROL DE ACCESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>L2 (basada en dirección MAC)</li> <li>L3/4 (basadas en IP y protocolo)</li> <li>Aislamiento de cliente de L2</li> <li>Control de acceso de interfaz de administración</li> <li>WLAN por tiempo</li> </ul>
CAPACIDAD		DETECCIÓN DE INTRUSIÓN INALÁMBRICA (WIDS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detección de AP rogue</li> <li>Prevención de ataque DoS</li> <li>Detección de falsificación de AP/ gemelo malvado</li> <li>Detección ad hoc</li> <li>Protección contra descubrimiento de contraseña</li> </ul>
AP ADMINISTRADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 500</li> </ul>	MULTIMEDIA Y CALIDAD DE SERVICIO	
WLAN (BSSID)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.048</li> </ul>	802.11e/WMM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 10.000</li> </ul>	COLAS DE SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo por tráfico (4), por cliente</li> </ul>
APLICACIONES		CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automático, heurístico y basado en TOS</li> <li>o definido según VLAN</li> </ul>
ZONA ACTIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>WISPr</li> </ul>	LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitida</li> </ul>
ACCESO DE INVITADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>	PRIORIZACIÓN DE LA WLAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitida</li> </ul>
PORTAL CAUTIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>	BALANCE DE LA CARGA DE CLIENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automático</li> </ul>
MALLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitida</li> </ul>	CERTIFICACIONES	
VOZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>802.11e/WMM</li> <li>U-APSD</li> <li>Tunelización a AP</li> </ul>	CERTIFICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>EE. UU., Europa, Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Ecuador, Egipto, Hong Kong, India, Indonesia, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Pakistán, Filipinas, Arabia Saudita, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Uruguay, Vietnam</li> <li>Certificación de la alianza Wi-Fi (Wi-Fi Certified)</li> </ul>
ARQUITECTURA DE RED		Información de pedido del producto	
IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv4, IPv6, doble pila</li> </ul>	MODELO	DESCRIPCIÓN
VLAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>802.1Q (1 por BSSID), VLAN dinámica</li> </ul>	Controladores de WLAN inteligente ZoneDirector 3000	
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>1+1 con sincronización automática</li> </ul>	901-3025-XX00	ZoneDirector 3025 admite hasta 25 Access Points
SERVIDOR DCHP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>	901-3050-XX00	ZoneDirector 3050 admite hasta 50 Access Points
ADMINISTRACIÓN		909-0XXX-Z000	Actualización de licencia de AP de ZoneDirector 3000 (incrementos de 50 desde 50 hasta 450)
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfaz de usuario web, CLI, FlexMaster, SNMP v1, v2, v3</li> </ul>	TENGA EN CUENTA: Cuando pida ZoneDirector, debe especificar la región de destino con -US, -EU, -CN, -IN, -JP, -KR, -SA, -UK o -UN en lugar de -XX.	
AAA	<ul style="list-style-type: none"> <li>RADIUS (principal y respaldo)</li> </ul>		
APROVISIONAMIENTO DE AP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descubrimiento automático de L2 o L3</li> <li>Actualización de software automática</li> <li>Optimización de energía y canal automática</li> </ul>	<p>Copyright © 2013, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, MediaFlex, MetroFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SpeedFlex, SmartCast y Dynamic PSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todas las demás marcas comerciales mencionadas en este documento o este sitio web son propiedad de sus respectivos dueños. 901-70651-001 rev 07</p>	
APROVISIONAMIENTO DE CLIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zero-IT</li> <li>Configuración de proxy automática</li> </ul>	<p>Ruckus Wireless, Inc. 350 West Java Drive Sunnyvale, CA 94089 USA Tel +1 (650) 265-4200 \ Fax+1 (408) 738-2065</p>	
CAPTURA DE PAQUETE INALÁMBRICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>	<p><a href="http://www.ruckuswireless.com">www.ruckuswireless.com</a></p>	



## hoja de datos

### BENEFICIOS

#### El mejor rendimiento en su clase de rango medio al menor costo

Precio sin precedente, rendimiento con rango extendido, al precio de venta más asequible de la industria

#### Los rangos extendidos requieren menos AP

La tecnología de antena adaptativa ofrece un aumento de 2 a 4 veces de la cobertura de la señal de Wi-Fi, lo que minimiza la cantidad de AP requerida para brindar servicios a cualquier área

#### Diseño elegante y de bajo perfil para una fácil implementación

Diseño agradable que cabe en casi todas partes

#### La selección de canal optimiza el rendimiento

La administración dinámica ChannelFly, basada en medidas de rendimiento, no solo en la interferencia, elige el mejor canal para ofrecerles a los usuarios el mayor rendimiento

#### Configuración y administración súper simples

La administración y configuración más simples de la industria a través de un asistente web y capacidades de implementación automatizados

#### Opciones de implementación flexibles

Implementación independiente o basada en controlador

#### Integración inalámbrica inteligente

Cuando se usa con un controlador WLAN inteligente ZoneDirector, ZoneFlex 7372 extiende fácilmente los servicios de Wi-Fi a las áreas donde el cableado de Ethernet no está disponible, no es posible o no es rentable

#### Diversidad de polaridad adaptable (PD-MRC)

Antenas de doble polaridad que se seleccionan dinámicamente para proporcionar una mejor recepción para los clientes con problemas en la administración de la señal de entrada y un rendimiento más consistente debido a que los clientes cambian la orientación constantemente

#### Migración sin inconveniente para un Wi-Fi de más alta velocidad

El soporte para alimentación 802.3af estándar sobre Ethernet le permite a las empresas usar los Switches PoE existentes sin actualizaciones costosas

## ZoneFlex™ 7372

### ACCESS POINTS WI-FI INTELIGENTE 802.11N DE BANDA DUAL

Access Points Wi-Fi inteligente 802.11n de rango medio y alto rendimiento con tecnología de antenas adaptativas

Ruckus ZoneFlex 7372 ofrece una red inalámbrica 802.11n confiable y de alto rendimiento al precio de venta más asequible de la industria.

A diferencia de otras soluciones inalámbricas 802.11n de esta clase, ZoneFlex 7372 combina la tecnología de antena adaptativa patentada y la mitigación automática de interferencia, para ofrecer un rendimiento consistente y predecible en rangos extendidos con hasta una ganancia adicional de 4 dB de BeamFlex sobre una ganancia de antena física de hasta 10 dB de mitigación de interferencia.

Las mejoras de rendimiento adicional para la ganancia de señal se pueden atribuir a la capacidad de beamforming de transmisión basado en chips agregando 4 dB cuando se asocia a un cliente compatible. El 7372 también es ideal para mejorar el rendimiento del cliente que utiliza dispositivos móviles que cambian constantemente de orientación con antenas de doble polaridad que se adaptan al movimiento del dispositivo portátil.

Cada ZoneFlex 7372 integra la tecnología BeamFlex patentada por Ruckus y un conjunto de antenas de alta ganancia controladas por software que continuamente forman y dirigen cada paquete de 802.11n sobre la ruta de señal de mayor rendimiento.

El ZoneFlex 7372 selecciona automáticamente los canales de mayor rendimiento potencial a través de la administración del canal dinámico Ruckus ChannelFly, y se adapta a los cambios del entorno. Una vez implementado, las empresas no deben preocuparse jamás por los constantes relevamientos de los sitios a medida que cambia el entorno.

Con un diseño elegante y bajo perfil, el ZoneFlex 7372 se diseñó específicamente para las empresas que se preocupan por el costo y requieren una conectividad confiable de alta velocidad con el cliente. Es ideal para varios entornos de hotspots y empresas, como hoteles, escuelas, tiendas minoristas, sucursales y lugares públicos.

# ZoneFlex™ 7372

## ACCESS POINTS WI-FI INTELIGENTE

### 802.11N DE BANDA DUAL

#### La tecnología BeamFlex™ patentada extiende el rango de señal y mejora la estabilidad de las conexiones de los clientes

Todos los Access Points Wi-Fi inteligente ZoneFlex 7372 integran un conjunto de antenas inteligentes, controlados por software que ofrecen hasta 4 dB de ganancia adicionales, gracias al BeamFlex y una mitigación de interferencia de 10 dB. Esto permite una mejora de 2 a 4 veces en el rango de señal y una reducción de la pérdida del paquete de la capacidad de mitigar interferencia automáticamente y evitar obstáculos.

#### Aplicaciones avanzadas WLAN con Smart/OS

Cuando se utiliza con el controlador WLAN Inteligente ZoneDirector de Ruckus, cada ZoneFlex 7372 admite una gran variedad de aplicaciones de valor agregado tales como sistemas de redes de visitantes, integración inalámbrica inteligente, dynamic PSK, autenticación de hotspots, detección de intromisión inalámbrica y muchas más. Con el Sistema Operativo inteligente, se pueden crear y asignar WLAN al mismo o distintos AP o VLAN. En una configuración administrada de forma centralizada, ZoneFlex 7372 funciona con una amplia variedad de servidores de validación como Active Directory de Microsoft, LDAP y RADIUS.



#### Opciones de implementación flexibles

AP de ZoneFlex 7372 se puede implementar como un AP independiente o como parte de LAN inalámbrica administrada en forma centralizada través de los controladores WLAN inteligente ZoneDirector. ZoneFlex 7372 se puede implementar en cualquier red L2/L3 y puede acortar camino en la red local, hacer un túnel hasta la ubicación central con L2TP o PPPoE, o dirigirse entre las subredes privadas de WAN y NAT. Cuando el cableado de Ethernet no está disponible, se puede conectar mediante cable con la red o de manera inalámbrica al integrarse con otro AP. Cuando se usa con ZoneDirector, cada ZoneFlex 7372 se configura de manera automática a través de la red y hace que la implementación sea rápida y fácil.

#### Administración remota y local completa

Cada ZoneFlex 7372 se puede administrar como un AP independiente a través de la interfaz gráfica del usuario web, con SNMP o a través del sistema de administración remota Wi-Fi Ruckus FlexMaster. También se puede desempeñar la administración local por medio del controlador WLAN inteligente ZoneDirector. FlexMaster es una plataforma de software basada en Linux que usa los protocolos estándares de la industria para realizar configuraciones masivas, detecciones de fallas y controles, y para brindar una amplia gama de capacidades de solución de problemas de una conexión de área por cable. El ZoneDirector permite la administración local y controla los AP, al sumar servicios de valor agregado como control de potencia de transmisión, redes de invitados e integración.



#### CARACTERÍSTICAS

- Banda dual concurrente (5 GHz/2,4 GHz)
- Tecnología de antenas adaptativas y gestión de RF avanzada
- Hasta un adicional de ganancia de 4 dB BeamFlex/mitigación de interferencia de 10 dB/ganancia de antena física de 3 dBi
- Mitigación de interferencia automática, optimizada para entornos de alta densidad
- Tecnología de antenas inteligentes integradas
- Alimentación a través de Ethernet (PoE) de 802.3af estándar
- Modo de router con servicios DHCP y NAT
- Rango y cobertura extendida de 2 a 4 veces
- Admisión de transmisión de video por IP de multidifusión
- Hasta 27 BSSID por radio con políticas de seguridad y calidad de servicio únicas
- Clasificación de paquetes de calidad de servicio avanzada y prioridad automática para tráfico sensible a la latencia
- Limitación de velocidad por usuario, dinámica, para WLAN de hotspots
- Soporte WEP, WPA-PSK (AES), 802.1X para RADIUS y Active Directory\*\*
- Verificación basada en puertos de Ethernet 802.1x (verificador y solicitante)
- Smart Mesh Networking\*\*
- Zero-IT y Dynamic PSK\*\*
- Control de admisión/balace de la carga\*\*
- Bandsteering y equidad de conexión
- Portales cautivos y cuentas de invitados \*\*
- Se puede montar sobre la pared, el escritorio o el techo
- Garantía de por vida limitada

\*\* cuando se usa con el controlador Ruckus ZoneDirector

Se pueden elegir entre muchas combinaciones de antenas posibles para lograr una alta disponibilidad de Wi-Fi



Un puerto 10/100 Mbps y un puerto 802.3af PoE 10/100/1000 Mbps  
Apoyo de puerto Ethernet

Los elementos de la antena direccional de alta ganancia no solo ofrecen ganancia de señal, sino que también mitigan la interferencia para la extensión del rango, confiabilidad y tasas altas de datos

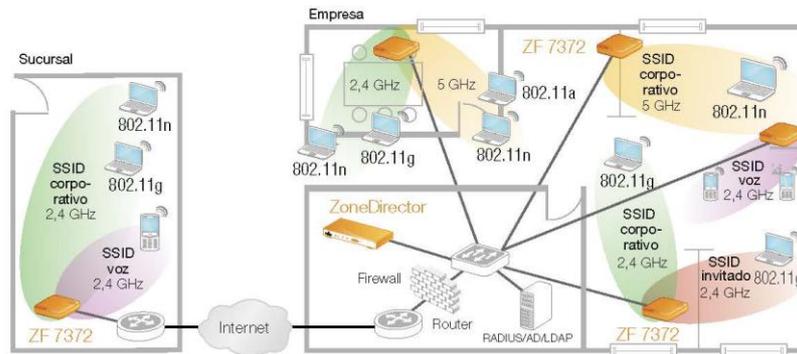
# ZoneFlex™ 7372

## ACCESS POINTS WI-FI INTELIGENTE

### 802.11N DE BANDA DUAL

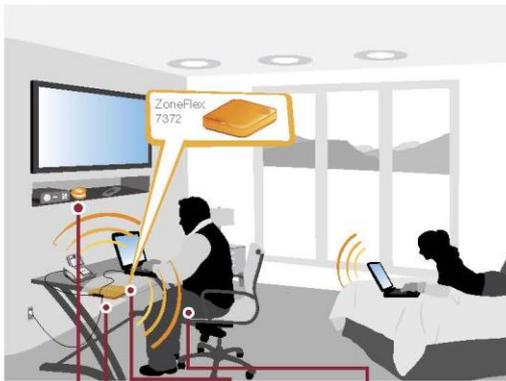
#### RENDIMIENTO ASEQUIBLE PARA EMPRESAS

El ZoneFlex 7372 se integra sin problemas con su infraestructura de red existente, y le ofrece el mejor rendimiento y la mejor confiabilidad de su clase 802.11n al precio más rentable de la industria, lo que lo convierte en la solución inalámbrica ideal para las aplicaciones de oficinas sucursales y empresas de rango medio.



#### IMPLEMENTACIÓN EN LA HABITACIÓN PARA HOTELES

El ZoneFlex 7372 es ideal para implementarlo en las habitaciones de los huéspedes del hotel para proporcionar conexión inalámbrica para acceder a datos y videos de alta calidad, así como conexiones por cable a teléfonos con IP y dispositivos huéspedes.



La admisión de banda dual (2,4/5 GHz) permite servicios de videos basados en IP e internet concurrentes

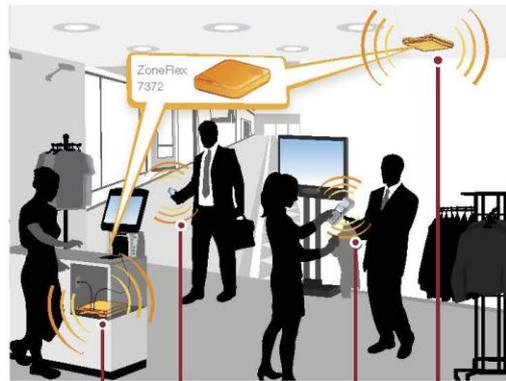
Diseño elegante fácil de ocultar

SSID múltiples para lograr un acceso a internet de alta velocidad y otros servicios

Puertos con cables para conectar los dispositivos con IP como computadoras portátiles y teléfonos VoIP

#### IMPLEMENTACIÓN PARA MINORISTA/SUCURSALES

El ZoneFlex 7372 es ideal para la implementación en tiendas minoristas que deseen proporcionar una conexión inalámbrica inadvertida para tener acceso a datos, teléfonos con IP inalámbrico y videos de alta calidad para escáneres de códigos de barra portátiles de puntos de venta.



Puertos con cable para conectar dispositivos como cajas registradoras, impresoras, etc.

SSID múltiples para los servicios diferenciados del usuario (por ejemplo, Wi-Fi huésped, punto de venta, voz)

Conectividad confiable a Wi-Fi para los dispositivos de punto de venta

Sistema de antenas inteligentes y banda de 5 GHz ideal para la integración inalámbrica entre los AP

Especificaciones

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada de CC: 12 V CC – 1,0A</li> <li>Alimentación a través de Ethernet 802.3.af</li> </ul>
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>15,8 cm x 15,8 cm x 4 cm (6,2 in x 6,2 in x 1,57 in)</li> </ul>
PESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>350 g (0,77 lb)</li> </ul>
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 auto-MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45, puerto PoE</li> <li>1 puerto, auto MDX, detección automática 10/100 Mbps, RJ-45</li> </ul>
OPCIONES DE BLOQUEO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mecanismo de cerrojo oculto</li> <li>Bloqueo Kensington</li> <li>Barra en T Torx</li> <li>Soporte (902-0108-0000) Tornillo y candado Torx</li> </ul>
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura de funcionamiento: 0 °C - 50°C</li> <li>Humedad de funcionamiento: 10% – 95 % sin condensación</li> </ul>
CONSUMO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada de CC                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Inactividad: 1,5W</li> <li>Típico: 3,2W</li> <li>Pico: 7W</li> </ul> </li> <li>Alimentación a través de la entrada de Ethernet                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Inactividad: 1,5W</li> <li>Típico: 3,2W</li> <li>Pico: 7W</li> </ul> </li> </ul>

RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
EMISIONES UDP	<ul style="list-style-type: none"> <li>225 Mbps (HT40) / 120Mbps (HT20)</li> </ul>
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 500 clientes por AP</li> </ul>
CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 30</li> </ul>

RF	
ANTENA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antena adaptativa que proporciona hasta 128 patrones de antenas únicos</li> <li>Diversidad completa de polarización omnidireccional</li> </ul>
GANANCIA DE ANTENA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 3 dBi (2,4 y 5 GHz)</li> </ul>
GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 4 dB</li> </ul>
BEAMFLEX* SINR RX GAIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 4 dB (PD-MRC)</li> </ul>
REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 10 dB</li> </ul>
SENSIBILIDAD RX MÍNIMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta -101 dBm</li> </ul>

\*Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos que se traducen a SINR mejorado sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes.

ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independiente (administrado de forma individual)</li> <li>Administrado por ZoneDirector</li> <li>Administrado por FlexMaster</li> <li>Administrado por el SmartCall™ Gateway 200</li> </ul>
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfaz de usuario web (HTTP/S)</li> <li>CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3</li> <li>TR-069 a través de FlexMaster</li> </ul>
ACTUALIZACIONES AUTOMÁTICAS DE SOFTWARE DE AP	<ul style="list-style-type: none"> <li>FTP o TFTP, automatización remota disponible</li> </ul>

WI-FI	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEEE 802.11a/b/g/n</li> <li>2,4 GHz y 5 GHz</li> </ul>
VELOCIDADES DE DATOS ADMITIDAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>802.11n: 6,5 Mbps – 130 Mbps (20 MHz) 6,5 Mbps – 300 Mbps (40 MHz)</li> <li>802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6Mbps*</li> <li>802.11b: 11; 5,5; 2 y 1 Mbps</li> <li>802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps</li> </ul>
CADENAS DE RADIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 x 2</li> </ul>
FLUJOS ESPACIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>2</li> </ul>
POTENCIA DE RF	<ul style="list-style-type: none"> <li>26 dBm para 2.4 GHz†</li> <li>24 dBm para 5 GHz†</li> </ul>
CANALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 MHz y/o 40 MHz</li> </ul>
BANDA DE FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEEE 802.11 b/g/n: 2,4 – 2,484 GHz I</li> <li>IEEE 802.11a/n: 5,15 – 5,25 GHz; 5,25 – 5,35 GHz; 5,47 – 5,725 GHz; 5,725 – 5,85 GHz</li> </ul>
CANALES OPERATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>EE, UU, Canadá 1-11, Europa (ETSI X30): 1-13, Japón X41: 1-13</li> <li>Canales de 5 GHz: Según el país</li> </ul>
BSSID	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 27 por radio</li> </ul>
AHORRO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soportado</li> </ul>
SEGURIDAD INALÁMBRICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i</li> <li>Autenticación a través de 802.1X con ZoneDirector, base de datos de autenticación local, soporta RADIUS y Active Directory</li> </ul>
CERTIFICACIONES*	<ul style="list-style-type: none"> <li>EE, UU, Europa, Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Perú, Filipinas, Arabia Saudita, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam</li> <li>Cumple con WEEE/RoHS</li> <li>EN-60601-1-2</li> <li>Certificación Wi-Fi Alliance</li> </ul>

†La potencia máxima varía según el país  
\*Consulte la lista de precios para obtener las listas de certificaciones más reciente del país.

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
<b>Access Point 802.11n Wi-Fi inteligente ZoneFlex 7372</b>	
901-7372-XX00	Banda dual concurrente 802.11n AP, sin fuente de administración
901-7372-XX50	7372-E, Banda dual concurrente 802.11n AP, sin fuente de administración
<b>Accesorios opcionales</b>	
902-0108-0000	Soporte de montaje de repuesto
902-0173-XXYY	Fuente de alimentación, enchufe de pared AC/DC, 100-240Vac 50/60Hz
902-0162-XXYY	Inyector PoE (vendido en cantidades de 10 o 100)
911-0303-VP02	Par de antena de banda dual para interiores, 3 dBi omnidireccional
911-0505-DP-01	Antena polarizada cruzada de banda dual para interiores, sector 5 dBi

**TENGA EN CUENTA:** Cuando haga el pedido de los AP interiores de Ruckus, debe especificar la región de destino indicando -US, -IL o -WW en lugar de XX. Cuando pida inyectores PoE o fuentes de alimentación, debe especificar la región de destino con -US, -EU, -AU, -BR, -CN, -IN, -JP, -KR, -SA, -UK o -UN en lugar de -XX.



www.ruckuswireless.com

Copyright © 2013, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SmartCall, SmartCast y Dynamic PSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todas las demás marcas comerciales mencionadas en este documento o este sitio web son propiedad de sus respectivos dueños. Rev 3

Ruckus Wireless, Inc.  
350 West Java Drive  
Sunnyvale, CA 94089 USA  
Tel +1 (650) 265-4200 \ Fax +1 (408) 738-2065



## hoja de datos

### BENEFICIOS

#### Rendimiento Wi-Fi exterior sin precedentes

Diseño avanzado de Wi-Fi con soporte para radios de banda dual simultánea 802.11n 3x3:3 MIMO (2x2:2 para el modelo N). Diseñado para descargas 3G, Wi-Fi a gran escala o redes de celdas pequeñas integradas sobre servicios de conexión de retorno mallada inalámbrica compartida en entornos urbanos o espacios públicos densos.

#### La mejor tecnología de selección de canales

La administración de canales dinámica ChannelFly basada en la capacidad predice y selecciona automáticamente el canal de mejor rendimiento en base a un análisis de capacidad en tiempo real y estadístico de todos los canales RF.

#### Protegido contra las condiciones del entorno con energía de CA

Permite el montaje rápido y fácil en postes de alumbrado, control de tráfico y otro mobiliario urbano. Incluye gabinete reforzado para instalación en exterior con calificación de protección IP-67.

#### La administración Wi-Fi centralizada y unificada facilita la administración

ZoneDirector, SOG 200 y FlexMaster proporcionan una vista detallada y control sobre los AP Wi-Fi inteligentes tanto interiores como exteriores lo que permite la administración continua y de todo el sistema del entorno inalámbrico completo. El tráfico de la serie ZoneFlex 7782 también puede conectarse al núcleo de paquetes móvil con una red de retorno usando el SOG 200.

#### Capacidad y confiabilidad de Wi-Fi inigualables

La antena adaptativa BeamFlex junto con la tecnología para mitigación de interferencias emite hasta 6 dB de ganancia de señal adicional y hasta 15 dB de mitigación de interferencia y soporte para 500 clientes.

#### Diversidad de polarización — Combinación de máxima relación (PD-MRC)

El único AP exterior que trae PD-MRC, una capacidad de diversidad de polarización que asegura conexiones inalámbricas confiables y consistentes a dispositivos móviles como smartphones y tablets.

## ZoneFlex™ 7782 Series

### AP EXTERIOR WI-FI INTELIGENTE DE BANDA DUAL

El Access Point de mayor rendimiento y mayor capacidad de la industria con antena adaptativa y mallado de Wi-Fi inteligente

La serie ZoneFlex 7782 es el primer Access Point (AP) de banda dual 802.11n exterior que integra tecnología de antena adaptativa con Beamforming de Transmisión (TxBF) para habilitar señales de mayor alcance, y conexiones malladas más resistentes que se adaptan automáticamente a la interferencia y condiciones cambiantes del entorno.

La serie ZoneFlex 7782 implementa la tecnología de antenas inteligentes BeamFlex™ patentadas por Ruckus que permiten una cobertura extendida consistente y de alto rendimiento y apoyo multimedia en los entornos RF más exigentes. BeamFlex combinado con TxBF puede emitir hasta 9 dB de mejora de la relación señal/interferencia más ruido (SINR) sobre la ganancia de antena y hasta 15 dB de mitigación de interferencia. La selección de canal dinámica ChannelFly de Ruckus optimiza el rendimiento de los clientes en hasta un 50 por ciento al seleccionar el mejor canal para operar.

Debido a que soporta redes de mallado inteligentes avanzadas, la serie ZoneFlex 7782 de Ruckus es perfecta para los proveedores de servicio que buscan extender rápidamente y de modo asequible los servicios de banda ancha de marca propia, descargar el tráfico de datos de redes 3G congestionadas, implementar zonas de concentración multimedia u ofrecer servicios de banda ancha inalámbrica a lugares donde el acceso de línea fija es limitado.

La serie ZoneFlex 7782 se puede administrar de manera centralizada por medio del controlador WLAN inteligente ZoneDirector o la SmartCell Gateway (SOG) 200 como parte de una LAN inalámbrica para interiores y exteriores unificada, implementada como AP independiente y administrada de manera individual o a través del sistema de administración de Wi-Fi remoto FlexMaster.

Un asistente alojado en la web permite que cualquier usuario de computadora configure la serie ZoneFlex 7782 — y crea una WLAN segura y sofisticada en cuestión de minutos.

La serie ZoneFlex 7782 de Ruckus simplemente se conecta a cualquier red Ethernet y automáticamente encuentra el ZoneDirector o SOG 200. Como no hay ajuste de RF, no se necesita configuración de clientes. La unidad de hardware liviana y pequeña está diseñada para su fácil instalación y para minimizar el impacto visual y el desafío que implica la introducción de infraestructura nueva en lugares públicos.

# ZoneFlex™ 7782 Series

AP EXTERIOR WI-FI  
INTELIGENTE DE BANDA DUAL

- Admisión de doble banda (5GHz/2,4GHz) en simultáneo
  - Tecnología de antenas adaptativas y gestión de RF avanzada
  - Hasta 9dB de ganancia de señal/15dB de mitigación de interferencia
  - El beamforming de transmisión basado en chips aumenta la ganancia de señal hasta 3dB cuando se usa con clientes admitidos
  - Eliminación automática de interferencia, optimizada para entornos de alta densidad
  - Alimentación a través de Ethernet (PoE) de 802.3af/at estándar
  - Diversidad de polarización para un óptimo rendimiento del dispositivo móvil
  - Salida estándar 802.3af para cámaras de vigilancia
  - Alimentación AC integrada
  - GPS integrado para localización de servicios y sincronización de red
  - Se puede montar sobre la pared, un poste o en el techo
  - Pequeño, liviano y de diseño sencillo
  - Rango y cobertura extendida de 2 a 4 veces
  - Transmisión de vídeo por IP de multidifusión
  - 900 Mbps de rendimiento de usuario (450Mbps/radio)
  - 32 BSSID con políticas de seguridad y calidad del servicio únicas\*\*
  - Clasificación de paquetes de calidad de servicio avanzada y prioridad automática para tráfico sensible a la latencia
  - Análisis de espectro
  - Limitación de velocidad por usuario, dinámica, para WLAN de hotspot
  - Soporte WEP, WPA-PSK (AES), 802.1X para RADIUS y Active Directory\*
  - Smart Mesh Networking\*
  - Zero-IT y Dynamic PSK\*\*
  - Control de admisión/balance de la carga\*
  - Admisión de bandsteering y equidad de conexión
  - Portales cautivos y cuentas de invitados \*\*
- \*Cuando se usa con el controlador Ruckus ZoneDirector  
\*\*versión 9.6



# ZoneFlex™ 7782 Series

**AP EXTERIOR WI-FI  
INTELIGENTE DE BANDA DUAL**

## ZoneFlex 7782



**Banda dual 802.11n  
3:3x3, 900 Mbps**

Antena inteligente omnidireccional para 2,4GHz/5GHz de 48 elementos, + de 2000 patrones y 360° de cobertura

- Apto para una amplia variedad de implementaciones, incluidas las malladas
- Mejor cobertura y capacidad a 360°
- Ideal para postes, azoteas o barandillas

## ZoneFlex 7782-S



**Banda dual 802.11n 3:3x3,  
900 Mbps**

Antena inteligente interna sectorizada para 2,4GHz/5GHz de 12 elementos, + de 8 patrones y cobertura de 120° (2,4GHz) y 30° (5GHz)

- Apto para implementaciones de alta densidad
- Mejor cobertura y capacidad en sectores a 120°/30°
- Ideal para postes y paredes exteriores

## ZoneFlex 7782-N



**Banda dual 802.11n  
2:2x2, 600 Mbps**

Antena inteligente interna sectorizada estrecha para 2,4 GHz y 5 GHz, 4 elementos, 15° (5GHz) 30° (2,4GHz) de cobertura de sector estrecho

- Apto para implementaciones de extremadamente alta densidad
- Se puede usar en aplicaciones punto a punto
- Mejor cobertura y capacidad a 15° o 30°

## ZoneFlex 7782-E



**Banda dual 802.11n  
3:3x3, 900 Mbps**

Soporte de antena inteligente externa para 2,4GHz y 5GHz

- Una amplia variedad de antenas externas pueden sumarse y así aportar gran flexibilidad de implementación
- Ideal para postes, esquinas, azoteas
- Donde el AP se encuentra lejos de antenas o requiere cobertura RF diseñada a la medida

# ZoneFlex™ 7782 Series

AP EXTERIOR WI-FI  
INTELIGENTE DE BANDA DUAL

ZoneFlex 7782: Para uso general en exteriores, empresarial



- Primer AP de banda dual 802.11n 3x3:3 inteligente exterior con matriz de antena adaptativa y TxBF
- Diseñado para condiciones extremas
- Selección de canal inteligente
- Banda dual 802.11n simultánea
- Cobertura "beamforming" de 360°
- 48 elementos en 2,4GHz y 5GHz , + de 2000 patrones
- Calificado IP-67 , -40 °C a +65 °C
- Administrado de manera individual o centralizada por medio de ZoneDirector, Smart Cell Gateway (SCG) 200 o FlexMaster

ZoneFlex 7782-N/7782-S: Largo alcance, cobertura y capacidad horizontal



- AP inteligente sectorizado de 3x3:3 802.11n (2x2:2 para el modelo N)
- Optimizado para entornos horizontales, de cobertura de largo alcance y alta densidad de usuarios
- Selección de canal inteligente
- Banda dual 802.11n simultánea
- Antenas de sector inteligente de 120°, 30° o 15° para implementaciones de mayor alcance o alta densidad
- Calificado IP-67 , -40 °C a +65 °C
- Administrado de manera individual o centralizada por medio de ZoneDirector, SCG 200 o FlexMaster

ZoneFlex 7782-E: Descarga de datos móvil



- Soporta una gran variedad de antenas externas
- Cobertura de 360°
- Selección de canal inteligente
- Antenas externas de 2,4 GHz y 5 GHz
- Banda dual 802.11n simultánea
- Calificado IP-67 , -40 °C a +65 °C
- Administrada mediante ZoneDirector, SCG 200 y FlexMaster

Especificaciones (7782, 7782-S, 7782-N, 7782-E)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
<b>ALIMENTACIÓN</b>	<p><b>Entrada de CA (100-250 VCA 50/60 Hz)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inactividad:</b> 8W</li> <li>• <b>Típico:</b> 10W</li> <li>• <b>Pico:</b> 18W (salida PoE)</li> <li>• <b>Pico:</b> 50W (salida PoE de 25W)</li> </ul> <p><b>Entrada PoE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inactividad:</b> 8W</li> <li>• <b>Típico:</b> 8W</li> <li>• <b>Pico:</b> 802.3af/at (salida PoE off)</li> <li>• <b>Pico:</b> 44W (salida PoE de 25W)</li> </ul>
<b>TAMAÑO FÍSICO</b>	• 23,9 cm (L), 19,5 cm (A), 11,8 cm (H)
<b>PESO</b>	• 2,4 Kg
<b>PUERTOS ETHERNET</b>	<p><b>Entrada PoE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada PoE 10/100/1000Base-T 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3af hasta de 40W con inyector PoE de alta potencia</li> <li>• Soporte de marco Jumbo (2000 byte MTU)</li> </ul> <p><b>Salida PoE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida PoE 10/100/1000Base-T 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3af/at de hasta 25W</li> <li>• Soporte de marco Jumbo (2000 byte MTU)</li> </ul>
<b>ENTORNO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de funcionamiento: -40 A +65 °C</li> <li>• Humedad de funcionamiento: 5% a 100% con condensación</li> </ul>

WI-FI	
<b>ESTÁNDARES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.11a/b/g/n</li> <li>• Funcionamiento en simultáneo de 2,4 GHz y 5 GHz</li> </ul>
<b>CADENAS DE RADIO</b>	• 3 x 3: 3 (2 x 2: 2 para haz estrecho)
<b>POTENCIA DE SALIDA DE RF POR CADENA</b>	• 23 dBm (2,4GHz) / 21 dBm (5 GHz)
<b>BANDA DE FRECUENCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.11n: 2,4 – 2,484 GHz y 5,15 – 5,85 GHz</li> <li>• IEEE 802.11a: 5,15 – 5,875 GHz</li> <li>• IEEE 802.11g: 2,4 – 2,484 GHz</li> </ul>
<b>BSSID</b>	• 32 por radio (64 por AP)
<b>FUNCIONES AVANZADAS DE RADIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología de antena adaptativa BeamFlex</li> <li>• Receptor ML, TxBF y LDPC</li> <li>• Análisis de espectro</li> </ul>
<b>SEGURIDAD INALÁMBRICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i</li> <li>• Autenticación a través de 802.1X, base de datos de autenticación local, admisión de RADIUS y Active Directory</li> </ul>
<b>CERTIFICACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EE. UU., Canadá, Europa, Argentina, Australia, Brasil, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Filipinas, Perú, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam</li> <li>• Cumple con WEEE/ROHS</li> <li>• Certificación Wi-Fi Alliance (Wi-Fi Certified)</li> <li>• Ferrocarril: EN 61373 Golpes y vibraciones; EN 50121-1 EMC Material rodante ferroviario; EN 50121-4 Inmunidad material rodante ferroviario</li> </ul>

\*La potencia máxima varía según el país

RF (7782, 7782-S, 7782-N)	
<b>ANTENA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>7782:</b> Más de 2000 patrones</li> <li>• <b>7782-S:</b> Más de 8 patrones</li> <li>• <b>7782-N:</b> 1 patrón</li> </ul>
<b>ERP MÁXIMO (varía según el país)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>7782:</b> 34 dBm (2,4GHz); 32 dBm (5GHz)</li> <li>• <b>7782-S:</b> 39 dBm (ambas bandas)</li> <li>• <b>7782-N:</b> 38 dBm (2,4GHz); 42 dBm (5GHz)</li> </ul>
<b>GANANCIA DE ANTENA FÍSICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>7782:</b> 3 dBi (ambas bandas)</li> <li>• <b>7782-S:</b> 6 dBi (2,4GHz); 8 dBi (5GHz)</li> <li>• <b>7782-N:</b> 9 dBi (2,4GHz); 15 dBi (5GHz)</li> </ul>
<b>GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*</b>	• Hasta 6 dB
<b>GANANCIA BEAMFLEX* SINR RX</b>	• Hasta 4 dB
<b>REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS</b>	• 15 dB
<b>SENSIBILIDAD RX MÍNIMA</b>	• -101 dBm (2,4GHz); -96 dBm (5GHz)

\*Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos que se traducen a SINR mejorado sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes

RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
<b>ESTACIONES SIMULTÁNEAS</b>	• 500
<b>CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS</b>	• Hasta 30
ADMINISTRACIÓN	
<b>OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Independiente (administrado de forma individual)</li> <li>• Administrado por ZoneDirector</li> <li>• Administrado por FlexMaster</li> <li>• Administrado por el SmartCell Gateway™ (SCG 200)</li> </ul>
<b>CONFIGURACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaz de usuario web (HTTP/S)</li> <li>• CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3</li> <li>• TR-069 a través de FlexMaster</li> </ul>

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
<b>Access Points exteriores ZoneFlex 7782</b>	
<b>901-7782-XX01</b>	<b>7782:</b> Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782 gris 802.11n 3x3:3 exterior, antena de 360 grados BeamFlex 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA. Incluye conector CA.
<b>901-7782-XX51</b>	<b>7782-S:</b> Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782-S 802.11n exterior, antena de 120/30 grados Sector 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA.
<b>901-7782-XX61</b>	<b>7782-N:</b> Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782-N 802.11n exterior, antena de 30/15 grados Sector estrecho 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA.
<b>901-7782-XX81</b>	<b>7782-E:</b> Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782-E 802.11n exterior, conectores para antena N-macho de operación de 2,4GHz/5GHz, incluye kit de montaje, antena GPS y 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA.
<b>Accesorios opcionales</b>	
<b>902-0180-xx00</b>	Inyector de alimentación a través de Ethernet (PoE) (10/100/1000 Mbps) de 1 unidad de enchufe americano
<b>902-0182-0003</b>	1 Soporte de montaje de repuesto para exteriores, metal puro, cualquier ángulo
<b>902-0183-0000</b>	Conector de datos de repuesto, contiene 1 prensacable de datos para protegerlos del clima
<b>902-0185-0000</b>	Conector de CA de repuesto con protección para el clima; 1 conector de 4 clavijas



Copyright © 2013, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, MediaFlex, MetroFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SpeedFlex, SmartCast y Dynamic PSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todas las demás marcas registradas que se mencionan en este documento o sitio web son propiedad de sus respectivos dueños. 901-00009-001 rev 01

Ruckus Wireless, Inc.  
350 West Java Drive  
Sunnyvale, CA 94089 USA  
Tel +1 (650) 265-4200 \ Fax +1 (408) 738-2065

[www.ruckuswireless.com](http://www.ruckuswireless.com)



## hoja de datos

### BENEFICIOS

#### AP Three-Stream de mayor rendimiento de la industria

El ZoneFlex 7982 proporciona aumentos del rendimiento de TCP hasta 4 veces superiores en comparación con los AP Three-Stream de la competencia en todas las distancias

#### Alta capacidad para clientes en simultáneo

Capaz de soportar hasta 500 estaciones de clientes en claro en simultáneo por AP

#### Menor interferencia de Wi-Fi

Mitigación de la interferencia de hasta 15 dB y reducción del 50 por ciento de la interferencia en los AP vecinos

#### Opciones de implementación flexibles

Implementación independiente con funcionalidad de router o basada en el controlador con cualquier Ruckus ZoneDirector

#### BeamFlex+ y MIMO 3x3:3 simultáneos y dobles

Tres "Streams" espaciales combinados con la tecnología de antena adaptable BeamFlex+ aseguran el mejor rendimiento del total de 900 Mbps disponible sin las capacidades del cliente para la formación de haces de transmisión

#### Diversidad de polaridad adaptable con MRC (PD-MRC)

Antenas de doble polaridad que se seleccionan dinámicamente para proporcionar una mejor recepción para los clientes con problemas en la administración de la señal de entrada y un rendimiento más consistente debido a que los clientes cambian la orientación constantemente

#### Rendimiento mejorado para los clientes existentes

Aumentos en rendimiento para clientes con flujos simples y dobles al combinar BeamFlex+, la diversidad de polaridad y tres cadenas de radio

#### Mejor selección de canal con ChannelFly™

La selección de canal según la capacidad predice y selecciona automáticamente el canal de mejor rendimiento según un análisis de capacidad en tiempo real y estadístico de todos los canales RF

## ZoneFlex™ 7982

### AP SMART WI-FI 802.11N DOBLE BANDA 3X3:3

#### El AP 802.11n Three-Stream de más alto rendimiento y capacidad de la industria

Ruckus ZoneFlex 7982 es el primer Access Point 802.11n Three Stream y doble banda de la industria en incorporar los conjuntos de antenas adaptable BeamFlex+™ patentadas por Ruckus. Junto con la formación de haces de transmisión (TxBF), cuando está disponible, ZoneFlex 7982 proporciona el mejor rendimiento que cualquier AP de su clase.

ZoneFlex 7982 asegura la conectividad más confiable en entornos RF desafiantes y en cambio constante. Con BeamFlex+, ZoneFlex 7982 duplica o cuadruplica el rendimiento y rango, y es capaz de proporcionar hasta 6 dB de mejora de señal a ruido más transferencias (SINR) y hasta 15 dB de mitigación de la interferencia en otros AP. Con capacidad para admitir 500 clientes en simultáneo, el ZoneFlex 7982 admite simultáneamente el multiplexado espacial y BeamFlex+ para proporcionar el mejor precio/rendimiento que cualquier AP 802.11n de tres flujos.

Con una emisión de flujo de 450 Mbps por radio, ZoneFlex 7982 asegura un rendimiento máximo a los clientes con capacidad para tres flujos mientras que también mejora el rendimiento de clientes de flujo simple y doble. Esto se logra a través de una combinación única de la tecnología de antena adaptable, la selección de canal predictiva y la diversidad de polaridad adaptable. Con compatibilidad retroactiva con todos los clientes existentes, ZoneFlex 7982 puede funcionar como un AP individual o como parte de una LAN inalámbrica administrada de forma centralizada con el controlador WLAN Smart de Ruckus ZoneDirector.

ZoneFlex 7982 está diseñado para entornos de alta capacidad, alto rendimiento y cargados de interferencias como aeropuertos, lugares públicos, hoteles, universidades y centros de conferencia. La opción perfecta para aplicaciones multimedia de transmisión intensiva de datos, ZoneFlex 7982 proporciona vídeo por IP de alta definición con una imagen perfecta al mismo tiempo que admite VoIP y aplicaciones de datos con requisitos severos de calidad de servicio.

Smart Meshing hace que el ZoneFlex 7982 sea ideal para extender de forma confiable los servicios Wi-Fi a áreas donde el cableado Ethernet no es posible o económico, lo que ahorra tiempo y dinero.

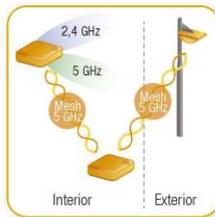
# ZoneFlex™ 7982

AP SMART WI-FI 802.11N  
DOBLE BANDA 3X3:3



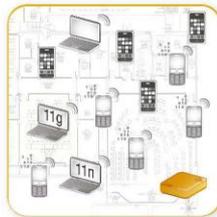
**450 Mbps por radio**

802.11n de tres flujos más rápidos que la vista



Interior Exterior

Doble banda y capaz de crear una malla



Densidad de usuario muy alta



Administrado de forma centralizada

2.4 GHz  
5 GHz  
Enrutador independiente

Arquitectura flexible

## CARACTERÍSTICAS

- Admisión de doble banda (5 GHz/2,4 GHz) en simultáneo
- Evasión de interferencia automática, optimizada para entornos de alta densidad
- Codificación de bloqueo de tiempo y espacio para un mejor rendimiento del terminal
- Combinación de ratio máxima (MRC) mejorada para la mejor sensibilidad de recepción de la clase
- Verificación de paridad de densidad baja (LDPC) para un mejor rendimiento de datos en todos los rangos
- PD-MRC mejora la recepción de la señal de los dispositivos móviles
- Conjunto de antenas inteligentes integradas con mil patrones únicos para una máxima confiabilidad
- Sensibilidad Rx sin igual hasta -101 dBm
- Independiente o administrado de forma centralizada
- Soporte de DHCP y NAT integrado
- Compatible con la alimentación a través de Ethernet (PoE) de 802.3af/at
- Admisión de transmisión de vídeo por IP de multidifusión
- Cuatro colas de calidad de servicio de software por estación de cliente
- Admisión futura para análisis de espectro avanzado
- Hasta 16 BSSID con políticas de seguridad y calidad de servicio únicas
- Para montar en la pared o el techo con un diseño discreto
- Opciones de montaje integradas para una implementación rápida y sencilla

- Admisión WEP, WPA-PSK (AES), 802.1X para RADIUS y AD\*
- Smart Mesh Networking\*
- Zero-IT y Dynamic PSK\*
- Control de admisión/balance de la carga\*
- "Bandsteering" y equidad de conexión
- Portales cautivos y cuentas de invitados\*

\* cuando se utiliza con el controlador WLAN Smart de ZoneDirector.



El peso es 1 kg (2,25 lb)

# ZoneFlex™ 7982

AP SMART WI-FI 802.11N  
DOBLE BANDA 3X3:3

## La tecnología BeamFlex+ patentada extiende el rango de señal y mejora la estabilidad de las conexiones de clientes

ZoneFlex 7982 integra un conjunto de antenas adaptables controladas por software patentado que proporciona una ganancia de señal adicional por cadena de radio. A medida que BeamFlex+ se adapta a las ubicaciones de los clientes y la polaridad de la antena, el conjunto de antenas inteligentes optimiza la energía RF hacia el cliente por paquete. Esto permite mejorar hasta 4 veces el rango de señal y reducir la pérdida de paquetes gracias a la habilidad de mitigar automáticamente interferencias y obstáculos. Al combinar BeamFlex+ con la formación de haces basada en la transmisión, el ZoneFlex 7982 es capaz de otorgar hasta 6 dB de ganancia SINR y ofrecer asistencia simultánea para el multiplexado espacial.

## Diversidad de polaridad adaptativa para una recepción sin igual de señales de cliente móvil

En entornos interiores dinámicos y de Wi-Fi urbano, la orientación de los dispositivos se modifica constantemente. Esto afecta la polaridad de las transmisiones. Las antenas de Wi-Fi tradicionales son estáticas por naturaleza y solo escuchan por medio de una polaridad. Esto evita que capturen la señal completa desde dispositivos de cliente móviles. Ruckus 7982 escucha en todas las polaridades al mismo tiempo. Esto resulta en una ganancia de más del doble (4 dB) para los dispositivos móviles con transmisores débiles.

## Aplicaciones WLAN avanzadas con Smart/OS

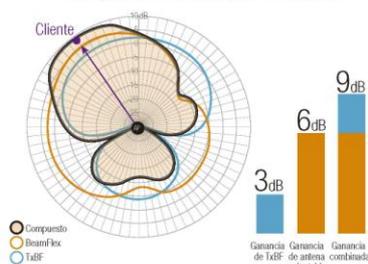
Cuando se utiliza con el controlador WLAN Inteligente ZoneDirector de Ruckus, el ZoneFlex 7982 admite una gran variedad de aplicaciones de valor agregado tales como sistemas de redes de visitantes, integración inalámbrica inteligente, PSK dinámica, autenticación de zonas de concentración, prevención de intromisión inalámbrica y muchas más. Un AP específico también puede agrupar y compartir las WLAN. En una configuración administrada de forma centralizada, ZoneFlex 7982 funciona con varios servidores de verificación que incluyen AD, LDAP y RADIUS.

Efecto aditivo de la formación de haces basada en chip de una ganancia de señal de 4 dB una vez que la compatibilidad del cliente se hace omnipresente en los años venideros



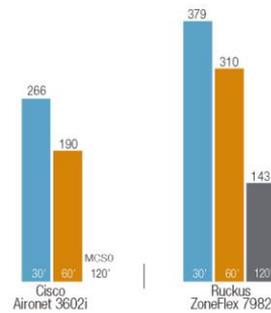
Prueba de rendimiento del AP de tres flujos competitivo en el rango

Mejor ganancia de antena con TxBF con BeamFlex



Los Access Points Ruckus combinan exclusivamente los beneficios de los conjuntos de antenas adaptables con la formación de haces de transmisión para proporcionar una confiabilidad y rendimiento de TCP incomparables en implementaciones de la vida real

2,4/5 GHz simultáneos, rendimiento de TCP (Mbps) de cliente único con Ixia Chariot



**Especificaciones**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada de CC: 12 V CC – 1,5 A</li> <li>PoE: Compatible con 802.3af/at</li> </ul>
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>20,3 cm (L), 20,3 cm (A), 5 cm (H)</li> </ul>
PESO	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 kg (2,25 lb)</li> </ul>
RF	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conjunto de antenas adaptables que proporcionan más de 3000 patrones de antena únicos</li> <li>Ganancia de antena física: 3 dBi (2,4 y 5 GHz)</li> <li>Ganancia Tx SINR BeamFlex+: hasta 6dB</li> <li>Ganancia Rx SINR BeamFlex+: Hasta 4 dB</li> <li>Mitigación de interferencia: hasta 15 dB</li> <li>Sensibilidad Rx mínima: -101 dBm</li> </ul>
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 puertos, auto MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45</li> <li>Alimentación a través de Ethernet (802.3af/at) con cable de categoría 5/5e/6</li> </ul>
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura de funcionamiento: 32 °F (0 °C) - 122 °F (50 °C)</li> <li>Humedad de funcionamiento: hasta 95 % sin condensación</li> </ul>
CONSUMO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 W (mínimo)</li> <li>7 W (típico)</li> <li>13 W (máximo)</li> </ul>
RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
VELOCIDADES DE DATOS FÍSICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 450 Mbps por radio</li> </ul>
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 500 clientes por AP</li> </ul>
CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 60 (soporte 802.11e/WMM), 30 por radio</li> </ul>
ARQUITECTURA DE RED	
IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv4, IPv6, doble pila</li> </ul>
VLAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>802.1Q (1 por BSSID o dinámica, por usuario basado en RADIUS)</li> <li>Estática</li> </ul>
802.1X PARA PUERTOS CON CABLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificador</li> <li>Solicitante</li> </ul>
TUNELIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>L2TP, PPPoE</li> </ul>
MULTIMEDIA Y CALIDAD DE SERVICIO	
802.11e/WMM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>
COLAS DE SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por prioridad de WLAN (2), por tipo de tráfico (4), por cliente</li> </ul>
CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automático, heurístico y basado en TOS o definido según VLAN</li> </ul>
LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinámica por usuario o por WLAN</li> </ul>
ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independiente (administrado de forma individual)</li> <li>Administrado por ZoneDirector</li> <li>Administrado por FlexMaster</li> </ul>
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfaz de usuario web (HTTP/S)</li> <li>CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3</li> <li>TR-069 a través de FlexMaster</li> </ul>
ACTUALIZACIONES DE SOFTWARE AUTOMÁTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>FTP o TFTP, automatización remota disponible</li> </ul>

WI-FI	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEEE 802.11a/b/g/n</li> <li>Funcionamiento en simultáneo de 2,4 GHz y 5 GHz</li> </ul>
VELOCIDADES DE DATOS ADMITIDAS	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>802.11n:</b> 6,5 Mbps – 216,7 Mbps (20 MHz) 13,5 Mbps – 450 Mbps (40 MHz)</li> <li><b>802.11a:</b> 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps</li> <li><b>802.11b:</b> 11; 5,5; 2 y 1 Mbps</li> <li><b>802.11g:</b> 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps</li> </ul>
CADENAS DE RADIO/ FLUJOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 x 3:3</li> </ul>
POTENCIA DE RF	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencia de transmisión máxima (1) de 28 dBm en 2,4 GHz; 26 dBm en 5 GHz</li> </ul>
CANALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 MHz y/o 40 MHz</li> </ul>
BANDA DE FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEEE 802.11n: 2,4 – 2,484 GHz y 5,15 – 5,85 GHz</li> <li>IEEE 802.11a: 5,15 – 5,85 GHz</li> <li>IEEE 802.11b: 2,4 – 2,484 GHz</li> </ul>
CANALES OPERATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>EE. UU./Canadá 1-11, Europa ( ETSI X30): 1-13, Japón X41: 1-13</li> <li>Canales de 5 GHz: Según el país</li> </ul>
BSSID	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasta 32 por radio (64 en total)</li> </ul>
AHORRO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Admitido</li> </ul>
SEGURIDAD INALÁMBRICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i</li> <li>Verificación a través de 802.1X, base de datos de autenticación local, admite RADIUS, LDAP y Active Directory</li> </ul>
CERTIFICACIONES *	<ul style="list-style-type: none"> <li>EE. UU., Europa, Canadá</li> <li>Cumple con WEEE/RoHS</li> <li>EN 60601-1-2</li> <li>Certificación Wi-Fi Alliance</li> <li>Certificación Plenum UL 2043</li> </ul>
CERTIFICACIONES PARA RED SUBTERRÁNEA Y FERROVIARIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>EN50121-1 EMC</li> <li>EN50121-4 Inmunidad</li> <li>Choque y vibración IEC 61373</li> </ul>

\* La energía máxima varía según la configuración, banda y velocidad MCS de cada país  
 \* Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estáticos (incluida la TDRF), que se traducen a SINR mejorado aquí y sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes  
 \* La sensibilidad de Rx varía según la banda, el ancho del canal y la velocidad de MCS  
 \* Consulte la lista de precios para conocer el estado actual de las certificaciones detalladas del país

**Información de pedido del producto**

MODELO	DESCRIPCIÓN
<b>Access Point 802.11n de doble banda ZoneFlex 7982</b>	
901-7982-XX00	Access Point inalámbrico 802.11n de doble banda (5 GHz y 2,4 GHz simultáneos) ZoneFlex, flujos 3x3:3, conjunto de antenas adaptables, puertos dobles, admite PoE. No incluye adaptador de alimentación.
<b>Accesorios opcionales</b>	
902-0162-XXYY	inyector PoE (90 - 264 V CA 47-63 Hz)
902-0169-XX10, XX11	Fuente de alimentación (90 - 264 V CA 47-63 Hz)

**POR FAVOR, TENGA EN CUENTA:** Cuando pida AP interiores de ZoneFlex, debe especificar la región de destino con -US o -WW en lugar de XX. Cuando pida inyectores PoE o fuentes de alimentación, debe especificar la región de destino con -US, -EU, -AU, -BR, -CN, -IN, -JP, -KR, -SA, -UK o -UN en lugar de -XX.



[www.ruckuswireless.com](http://www.ruckuswireless.com)

Copyright © 2013, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, MediaFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SpeedFlex, SmartCast, SmartCall, ChannelFly y Dynamic PSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todas las demás marcas comerciales mencionadas en este documento o este sitio web son propiedad de sus respectivos dueños. 801-70701-001 rev 04

Ruckus Wireless, Inc.  
 350 West Java Drive  
 Sunnyvale, CA 94089 USA  
 Tel +1 (650) 265-4200 \ Fax +1 (408) 738-2065

## 10.2 Anexo B: Documentación D-Link

Toda la información obtenida ha sido descargada desde la web oficial de D-Link.

<http://www.dlink.com/es/es/>



### Product Highlights

**Comprehensive Management Solution**  
Easily manage your entire network with the Web GUI or D-Link Network Assistant<sup>1</sup> using features like automatic switch discovery, batch operations, and more.

**Strong Security**  
Innovative Safeguard Engine, ACL, and ARP Spoofing Prevention protect your network from malicious attacks and illegal access.

**Green Solution**  
Range of D-Link Green Technology features help save energy usage automatically and reduce costs, without sacrificing performance.



### DGS-1210 Series

## Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks

#### Features

**Green Technology**

- IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet
- D-Link Green 3.0 power-saving features
  - LED and Port Shutoff
  - Port Standby
  - System Hibernation
  - Cable Length Detection
  - Link Status Detection
  - Time-based PoE (PoE model only)

**Security Features**

- Access Control List
- D-Link Safeguard Engine
- Port Security
- ARP Spoofing Prevention
- Smart IP-MAC-Port Binding<sup>1</sup>
- DHCP Server Screening

**Intuitive Management**

- IPv4/IPv6 Dual Stack<sup>1</sup>
- Web GUI (supports 10 languages)<sup>1</sup>
- D-Link Network Assistant<sup>1</sup>
- SNMP and RMON
- Simplified CLI through Telnet

The DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks is the latest generation of D-Link Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks featuring D-Link Green 3.0 technology. The series offers a high level of energy saving and efficiency, as it also complies with the IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet standard. Support for IPv6 management and configurations ensures your network remains protected after the upgrade from IPv4 to IPv6<sup>1</sup>. By offering multiple management options, the Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks allows quick deployment, infrastructure expansion, and seamless function upgrades. Built for small and medium-sized businesses, the DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks provide functionality, security, and manageability for a fraction of the standard cost of ownership.

The DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks includes a range of affordable PoE-enabled switches for businesses looking to power VoIP phones, wireless access points or network cameras. The DGS-1210-08P<sup>2</sup> is a 8-port Smart PoE Switch that provides 8 PoE-enabled ports that can supply power of up to 15.4 W each. Whereas the DGS-1210-24P<sup>2</sup> is a 24-port Smart PoE Switch that provides 12 PoE-enabled ports that can support up to 30 W of power output following IEEE 802.3at standard. The design allows more flexibility in power allocation for a variety of powered devices with affordable installation costs.

#### Easy Management

The D-Link Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks series is designed for easy management. All configurations can be made through a Web interface regardless of the host PC's operating system. Furthermore, the web UI contains ten language options to make operations more straightforward. During the first installation, the D-Link Network Assistant<sup>1</sup> will automatically discover all D-Link Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks in the network, allowing administrators to assign IP addresses and the subnet mask quickly. It also allows simultaneous firmware upgrades to multiple switches, saving a great deal of time. The D-Link Network Assistant's important management commands, such as downloading firmware or a configuration file, offer a sophisticated method of batch operations for multiple switches.



## DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks

### Energy Saving

DGS-1210 switches are capable of conserving power without sacrificing operational performance or functionality by using D-Link Green 3.0 technology. Using the Energy Efficient Ethernet standard, the network will automatically decrease the power usage when traffic is low with no setup required. For environments not fully supporting the standard, DGS-1210 switches offer advanced power-saving settings including port shutoff and standby, LED shutoff, and system hibernation based on custom scheduling profiles. The profiles can also be applied to the PoE switch so that there is no unnecessary power consumption during off hours. The DGS-1210 Series switches can also detect the length of connected cables to automatically reduce power usage on shorter cable connections.

### Auto Surveillance VLAN and Voice VLAN

The process of setting up IP surveillance and VoIP on a network is automated with the D-Link Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks. Auto Surveillance VLAN (ASV) consolidates data and surveillance video transmission through the network, sparing businesses the expense of maintaining dedicated facilities. ASV also protects the quality of real-time video by grouping IP surveillance devices on a single high priority VLAN. This ensures that surveillance video streams will not be affected when ordinary data traffic is at their highest levels. Similarly, the Auto Voice VLAN guarantees clear audio quality and efficient transmission for all voice communication.

### Exclusive Layer 2 Features

Equipped with a complete lineup of L2 features, the DGS-1210 Series switches include IGMP Snooping, Port Mirroring, Spanning Tree, and Link Aggregation Control Protocol (LACP). The IEEE 802.3x Flow Control function allows servers to directly connect to the switch for fast, reliable data transfer. At 2000 Mbps Full Duplex, the Gigabit ports provide high-speed data pipes to servers with minimum data transfer loss. Network maintenance features include Loopback Detection and Cable Diagnostics. Loopback Detection is used to detect loops created by a specific port and automatically shut down the affected port. The Cable Diagnostic feature is designed primarily for administrators and customer service representatives, and can rapidly discover the type of error and determine the cable quality.

### Secure your Network

D-Link's innovative Safeguard Engine protects the switches against traffic flooding caused by virus attacks. The switches also support 802.1X port-based authentication, allowing the network clients to be authenticated through external RADIUS servers. In addition, the Access Control List (ACL) feature enhances network security and protects the network by screening traffic from illegal MAC or IP addresses. ARP Spoofing Prevention prevents malicious intruders from sending massive fake ARP messages through a manipulated source. This protects important data from being stolen by Man-in-the-Middle attacks, and prevents wasting CPU cycles on these packets. For added security, the DHCP Server Screening feature blocks rogue DHCP server packets from user ports to prevent unauthorized IP assignment.



If the worst should happen to your network you need the very best support and fast. Downtime costs your business money. D-Link Assist maximises your uptime by solving technical problems quickly and effectively. Our highly trained technicians are on standby around the clock, ensuring that award-winning support is only a phone call away.

With a choice of three affordable service offerings covering all D-Link business products, you can select the package that suits you best:

#### D-Link Assist Gold - for comprehensive 24-hour support

D-Link Assist Gold is perfect for mission-critical environments where maximum uptime is a high priority. It guarantees four hour around-the-clock response. Cover applies 24/7 for every day of the year including holidays.

#### D-Link Assist Silver - for prompt same-day assistance

D-Link Assist Silver is designed for 'high availability' businesses that require rapid response within regular working hours. It provides a four hour response service Monday to Friday from 8am to 5pm, excluding holidays.

#### D-Link Assist Bronze - for guaranteed response on the next business day

D-Link Assist Bronze is a highly cost-effective support solution for less critical environments. Response is guaranteed within eight business hours Monday to Friday from 8am to 5pm, excluding holidays.

D-Link Assist can be purchased together with any D-Link business product. So whether you're buying switching, wireless, storage, security or IP Surveillance equipment from D-Link, your peace of mind is guaranteed. D-Link Assist also offers installation and configuration services to get your new hardware working quickly and correctly.



## DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks

Technical Specifications			
General	DGS-1210-16	DGS-1210-24	DGS-1210-48
Port Standards & Functions	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet, IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3x Flow Control for Full-Duplex Mode Auto-negotiation		
Number of Ports	16 10/100/1000 Mbps, 4 SFP	24 10/100/1000 Mbps, 4 SFP	44 10/100/1000 Mbps, 4 combo 1000 Mbps Base-T /1000 Mbps SFP
Network Cables	UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 m max.) EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.)		
Full/Half Duplex	Full/half duplex for 10/100 Mbps speeds Full duplex for Gigabit speed		
Media Interface Exchange	Auto or configurable MDI/MDIX		
<b>Performance</b>			
Switching Capacity	40 Gbps	56 Gbps	96 Gbps
Transmission Method	Store-and-forward		
MAC Address Table	16,000 entries per device		
MAC Address Update	Up to 256 static MAC entries Enable/disable auto-learning of MAC addresses		
Maximum 64 bytes Packet Forwarding Rate	29.8 Mpps	41.7 Mpps	71.4 Mpps
Packet Buffer Memory	6 MB per device		
<b>Physical &amp; Environment</b>			
AC Input	100 to 240 VAC 50/60 Hz internal universal power supply		
Maximum Power Consumption	12.1 W	17.6 W	33.4 W
Standby Power Consumption	3.6 W	3.6 W	12.95 W
Fan Quantity	0		One
Acoustics	0 dB(A)		45.6 dB(A) at high speed 35.8 dB(A) at low speed
Heat Dissipation	41.26 BTU/hr	60 BTU/hr	131.63 BTU/hr
Operation Temperature	-5 to 50 °C (23 to 122 °F)		
Storage Temperature	-20 to 70 °C (-4 to 158 °F)		
Operation Humidity	0% to 95% non-condensing		
Storage Humidity	0% to 95% non-condensing		
Dimensions	280 x 180 x 44 mm (11 x 7.09 x 1.73 inches) 19" standard rack mounting width, 1U height	441 x 209.9 x 44 mm (17.36 x 8.26 x 1.73 inches) 19" standard rack mounting width, 1U height	441 x 209.9 x 44 mm (17.36 x 8.26 x 1.73 inches) 19" standard rack mounting width, 1U height
Weight	1.36 kg (3 lbs)	1.79 kg (3.95 lbs)	2.3 kg (5.07 lbs)
Diagnostic LEDs	Power (per device), Link/Activity/Speed (per 10/100/1000 Mbps port), Link/Activity/Speed (per SFP port)		
Certifications	CE Class A		
Safety	cUL, CE LVD		



## DGS-1210 Series Gigabit Smart PoE Switches with Fibre Uplinks

Technical Specifications		
General	DGS-1210-08P <sup>1</sup>	DGS-1210-24P <sup>1</sup>
Port Standards & Functions	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet, IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet, IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3x Flow Control for Full-Duplex Mode, IEEE 802.3af compliance, IEEE 802.3at compliance, Auto-negotiation	
Number of Ports	8 10/100/1000 Mbps PoE capable, 2 SFP	12 10/100/1000 Mbps PoE capable, 12 10/100/1000 Mbps, 4 SFP
Network Cables	UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 m max.); EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.)	
Full/Half Duplex	Full/half duplex for 10/100 Mbps speeds; Full duplex for Gigabit speed	
Media Interface Exchange	Auto or configurable MDI/MDIX	
<b>Performance</b>		
Switching Capacity	20 Gbps	56 Gbps
Transmission Method	Store-and-forward	
MAC Address Table	16,000 entries per device	
MAC Address Update	Up to 256 static MAC entries, Enable/disable auto-learning of MAC addresses	
Maximum 64 bytes Packet Forwarding Rate	14.9Mpps	41.7 Mpps
Packet Buffer Memory	6 MB per device	
<b>PoE</b>		
PoE Standard	IEEE 802.3af	IEEE 802.3af and IEEE 802.3at
PoE Capable Ports	Ports 1 to 8: Up to 15.4W	Ports 1 to 12: Up to 30 W
PoE Power Budget	Max. 45 W	Max. 85 W
<b>Physical &amp; Environment</b>		
AC Input	100 to 240 VAC 50/60 Hz internal universal power supply	
Maximum Power Consumption	60 W (PoE on), 10.4 W (PoE off)	120 W (PoE on), 26 W (PoE off)
Standby Power Consumption	5.6 W	9.7 W
Fan Quantity	0	2
Acoustics	0 dB(A)	48 dB(A)
Heat Dissipation	204.7 BTU/hr	409.2 BTU/hr
Operation Temperature	0 to 40 °C (32 to 104 °F)	-5 to 50 °C (23 to 122 °F)
Storage Temperature	-20 to 70 °C (-4 to 158 °F)	
Operation Humidity	0% to 95% non-condensing	
Storage Humidity	0% to 95% non-condensing	
Dimensions	280 x 180 x 44 mm (11 x 7.09 x 1.73 inches) 19" standard rack mounting width, 1U height	441 x 209.9 x 44 mm (17.36 x 8.26 x 1.73 inches) 19" standard rack mounting width, 1U height
Weight	1.23 kg (lbs)	2.28 kg (lbs)
Diagnostic LEDs	Power (per device), Link/Activity/Speed/PoE (per 10/100/1000 Mbps port), Link/Activity/Speed (per SFP port), Button to switch LED display mode between PoE and Link/Activity	Power (per device), Fan (per device), Link/Activity/Speed/PoE (per 10/100/1000Base-T port), Link/Activity/Speed (per SFP port), Button to switch LED display mode between PoE and Link/Activity
Certifications and Safety	CE Class A, cUL, CE LVD	



## DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks

Software Features		
L2 Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAC Address Table: 16K</li> <li>• Flow Control</li> <li>• 802.3x Flow Control</li> <li>• HCL Blocking Prevention</li> <li>• Jumbo Frame up to 13,000 Bytes</li> <li>• IGMP Snooping                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• IGMP v1/v2 Snooping</li> <li>• IGMP Snooping v3 Awareness</li> <li>• Supports 256 IGMP groups</li> <li>• Supports at least 64 static multicast addresses</li> <li>• IGMP per VLAN</li> <li>• Supports IGMP Snooping Querier</li> </ul> </li> <li>• MLD Snooping<sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports MLD v1/v2 awareness</li> <li>• Supports 256 groups</li> <li>• Fast Leave</li> </ul> </li> <li>• Spanning Tree Protocol                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.1D STP</li> <li>• 802.1w RSTP</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loopback Detection</li> <li>• 802.3ad Link Aggregation                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. 8 groups per device/8 ports per group</li> </ul> </li> <li>• Port Mirroring                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• One-to-One, Many-to-One</li> <li>• Supports Mirroring for Tx/Rx/Both</li> </ul> </li> <li>• Multicast Filtering                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forwards all unregistered groups</li> <li>• Filters all unregistered groups</li> </ul> </li> <li>• LLDP, LLDP-MED</li> </ul>
VLAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.1Q Tagged VLAN</li> <li>• VLAN Group                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. 256 static VLAN groups</li> <li>• Max. 4094 VIDs</li> </ul> </li> <li>• Management VLAN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asymmetric VLAN</li> <li>• AutoVoice VLAN                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. 10 user-defined OUI</li> <li>• Max. 8 default OUI</li> </ul> </li> <li>• Auto Surveillance VLAN</li> </ul>
Quality of Service (QoS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.1p Quality of Service</li> <li>• Queue Handling                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strict</li> <li>• Weighted Round Robin (WRR)</li> </ul> </li> <li>• 8 queues per port</li> <li>• Bandwidth Control                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Port-based (Ingress/Egress, min. granularity for 10/100/1000Base-T ports is 15 Kb/s)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CoS based on                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.1p Priority Queues</li> <li>• DSCP</li> <li>• ToS</li> <li>• TCP/UDP port number</li> <li>• IPv6 traffic class<sup>1</sup></li> </ul> </li> </ul>
Access Control List (ACL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACL based on                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• MAC Address</li> <li>• IPv4 Address (ICMP/IGMP/TCP/UDP)</li> <li>• IPv6 Address (ICMP/TCP/UDP)<sup>1</sup></li> <li>• 802.1p</li> <li>• DSCP</li> <li>• Ether type</li> <li>• IPv6 traffic class<sup>1</sup></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACL Actions                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permit</li> <li>• Deny</li> </ul> </li> <li>• Max. 50 profiles</li> <li>• Max. 200 rules shared by profiles</li> <li>• Single or multiple ports (each rule)</li> </ul>
Security	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Port Security                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports up to 64 MAC addresses per port</li> </ul> </li> <li>• Broadcast/Multicast/Unicast Storm Control</li> <li>• Static MAC</li> <li>• D-Link Safeguard Engine</li> <li>• DHCP Server Screening</li> <li>• Trusted Host</li> <li>• ARP Spoofing Prevention                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. 64 entries</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SSL                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports v1/v2/v3</li> <li>• Supports IPv4/IPv6</li> </ul> </li> <li>• Traffic Segmentation</li> <li>• Smart Binding<sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discover connected devices and click to bind</li> <li>• ARP Packet Inspection: 512 entries</li> <li>• IP Packet Inspection: 128 entries</li> <li>• Supports DHCP Snooping</li> </ul> </li> </ul>
AAA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.1X Port-based Authentication                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports RADIUS Server</li> <li>• Supports EAP, OTP, TLS, TTLS, PEAP</li> </ul> </li> </ul>	
OAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable Diagnostics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factory Reset</li> </ul>
MIB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1213 MIB II</li> <li>• 1493 Bridge MIB</li> <li>• 1907 SNMP v2 MIB</li> <li>• 1215 Trap Convention MIB</li> <li>• 2233 Interface Group MIB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D-Link Private MIB</li> <li>• Power-Ethernet MIB</li> <li>• LLDP MIB</li> <li>• D-Link ZoneDefense MIB<sup>1</sup></li> </ul>

## DGS-1210 Series Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks

Software Features		
RFC Standard Compliance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RFC 783 TFTP</li> <li>• RFC 854 Telnet Server</li> <li>• RFC 951 BootP/DHCP Client</li> <li>• RFC 1157 SNMP v1, v2, v3</li> <li>• RFC 1213 MIB II, IF MIB</li> <li>• RFC 1215 MIB Traps Convention</li> <li>• RFC 1350 TFTP</li> <li>• RFC 1493 Bridge MIB</li> <li>• RFC 1542 BootP/DHCP Client</li> <li>• RFC 1769 SNMP</li> <li>• RFC 1901 SNMP v1, v2, v3</li> <li>• RFC 1907 SNMP v2 MIB</li> <li>• RFC 1908 SNMP v1, v2, v3</li> <li>• RFC 2068 FCS</li> <li>• RFC 2131 BootP/DHCP Client</li> <li>• RFC 2138 RADIUS Authentication</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RFC 2139 RADIUS Authentication</li> <li>• RFC 2233 Interface Group MIB</li> <li>• RFC 2246 SSL</li> <li>• RFC 2475</li> <li>• RFC 2570 SNMP v1, v2, v3</li> <li>• RFC 2575 SNMP v1, v2, v3</li> <li>• RFC 2598 CoS</li> <li>• RFC 2616 FCS</li> <li>• RFC 2618 RADIUS Authentication</li> <li>• RFC 2819 RMON v1</li> <li>• RFC 2865 RADIUS Authentication</li> <li>• RFC 3164 System Log</li> <li>• RFC 3195 System Log</li> <li>• RFC 3411-17 SNMP</li> <li>• RFC 3621 Power Ethernet MIB</li> </ul>
Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-Language Web-based GUI                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• English (default)</li> <li>• Simplified Chinese<sup>1</sup></li> <li>• Traditional Chinese<sup>1</sup></li> <li>• French<sup>1</sup></li> <li>• German<sup>1</sup></li> <li>• Italian<sup>1</sup></li> <li>• Japanese<sup>1</sup></li> <li>• Portuguese<sup>1</sup></li> <li>• Russian<sup>1</sup></li> <li>• Spanish<sup>1</sup></li> </ul> </li> <li>• Simplified CLI</li> <li>• Telnet Server</li> <li>• TFTP Client</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPv6 Neighbor Discovery</li> <li>• Configurable MDI/MDIX</li> <li>• SNMP                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports v1, v2, v3</li> </ul> </li> <li>• SNMP Trap</li> <li>• System Log                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. 500 log entries</li> </ul> </li> <li>• BootP/DHCP Client</li> <li>• D-Link Network Assistant support<sup>1</sup></li> <li>• SNMP</li> <li>• ICMPv6</li> <li>• IPv4/v6 Dual Stack<sup>1</sup></li> <li>• DHCP Auto Configuration</li> <li>• RMON v1</li> </ul>
D-Link Green 3.0 Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power Saving by:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Link Status</li> <li>• Cable Length detection</li> <li>• LED or Port Shutoff</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Port Standby mode</li> <li>• System Hibernation mode</li> <li>• Time-based PoE (PoE model only)</li> </ul>
Optional SFP Transceivers		
DEM-310GT	1000BASE-LX, single-mode, 10 km	
DEM-311GT	1000BASE-SX, multi-mode, 550 m	
DEM-312GT2	1000BASE-SX, multi-mode, 2 km	
DEM-314GT	1000BASE-LHX, single-mode, 50 km	
DEM-315GT	1000BASE-ZX, single-mode, 80 km	
Optional WDM SFP Transceivers		
DEM-331T	1000BASE-LX, Wavelength Tx: 1550 nm, Rx: 1310 nm, single-mode, 40 km	
DEM-331R	1000BASE-LX, Wavelength Tx: 1310 nm, Rx: 1550 nm, single-mode, 40 km	

<sup>1</sup> Supported in future firmware upgrade  
<sup>2</sup> Available in Q3 2013



For more information: [www.dlink.com](http://www.dlink.com)

**D-Link European Headquarters.** D-Link (Europe) Ltd., D-Link House, Abbey Road, Park Royal, London, NW10 7BX.  
 Specifications are subject to change without notice. D-Link is a registered trademark of D-Link Corporation and its overseas subsidiaries.  
 All other trademarks belong to their respective owners. ©2013 D-Link Corporation. All rights reserved. E&OE.

Updated May 2013

**D-Link®**  
 Building Networks for People

## 10.3 Anexo C: Documentación Cableado



Product  
Specification

**108-93018**

17/Mar/2015 Rev L

### Copper LAN cable

#### 1. SCOPE

##### 1.1. Content

This specification describes the general requirements for TE Connectivity copper LAN cable.

#### 2. APPLICABLE DOCUMENTS

The following documents form a part of this specification to the extent specified herein. Unless otherwise specified, the latest edition of the document applies. In the event of conflict between the requirements of this specification and the drawing or any TE Connectivity (TE) documents listed below, the drawing shall take precedence. In the event of conflict between the requirements of this specification and the referenced documents, this specification shall take precedence.

##### 2.1. TE Connectivity Documents

- A. Applicable drawing
- B. TEC-138-702: 'Supplier Requirements for the Product Environmental Compliance'.

##### 2.2. Industrial Standards

- A. EN 50173-1: Information Technology; Generic Cabling Systems
- B. EN 50288: Multi-element metallic cables used in analogue and digital communication and control.
- C. ISO/IEC 11801: Information technology – Generic Cabling for Customer Premises.
- D. IEC 60332: Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions – Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunches wires or cables.
- E. IEC 60754-1: Test on gases evolved during combustion of electric cables – Determination of the amount of halogen acid gas.
- F. IEC 60754-2: Test of gases evolved during combustion of electric cables – Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity.
- G. IEC 61034: Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions.
- H. IEC 61156: Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications.
- I. RAL No 840-HR: Colour register.
- J. UL 444 section 6.7: Communications cables – Durability of printing.
- K. ISO/IEC 14763-2: Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation.



**3. REQUIREMENTS**

**3.1. Design and construction**

The product shall be of design, construction and physical dimensions as specified on the applicable drawing.

**3.2. Materials**

- Materials shall be as specified on the applicable drawing.
- Product and processing shall be in accordance to TE Connectivity requirements about environmental-related substances as per TEC-138-702.
- Cable jacket material is identified on the cable drawing. This material shall comply to the standards as mentioned in underneath table:

Jacket material	Fire rating	Toxicity	Acid gas	Smoke density
PVC	IEC 60332-1-2	-	-	-
LSZH	IEC 60332-1-2	IEC 60754-1	IEC 60754-2	IEC 61034-2
LSFRZH	IEC 60332-3-24	IEC 60754-1	IEC 60754-2	IEC 61034-2

**3.3. Ratings**

Installation temperature: 0 to 50°C  
 Operating temperature: -20 to 60°C

**3.4. Transmission performance**

Transmission performance shall be according to ISO/IEC 11801, EN 50173-1 and standards listed in the table underneath.

Category <sup>(1)</sup>	Construction <sup>(1)</sup>	IEC requirement <sup>(2) (3) (6) (7) (8) (9)</sup>		EN requirement <sup>(2) (3)</sup>
<b>SOLID CABLE</b>				
5	UTP	ISO/IEC 11801 1 <sup>st</sup> Edition 1995 Cat5		-
5e	UTP	IEC 61156-5 Cat 5e		EN 50288-3-1
	F/UTP			EN 50288-2-1
	SF/UTP			
6	UTP	IEC 61156-5 Cat 6		EN 50288-6-1
	U/FTP			EN 50288-5-1
	F/UTP			
	F/FTP			
6A	UTP	IEC 61156-5 Cat 6A		EN 50288-11-1
	F/UTP			EN 50288-10-1
	F/FTP			
7	F/FTP	IEC 61156-5 Cat 7		EN 50288-4-1
	S/FTP			
7A	S/FTP	IEC 61156-5 Cat 7A		EN 50288-9-1
1200MHz	S/FTP	22AWG	IEC 61156-7	-
<b>STRANDED CABLE</b>				
5e	UTP	IEC 61156-6 Cat 5e		EN 50288-3-2
	F/UTP			EN 50288-2-2
	SF/UTP			
6	UTP	IEC 61156-6 Cat 6		EN 50288-6-2
7	S/FTP	IEC 61156-6 Cat 7		EN 50288-4-2
7A	S/FTP	IEC 61156-6 Cat 7A		EN 50288-9-2 <sup>(5)</sup>
1200MHz	S/FTP	IEC 61156-6 Cat 7A <sup>(4)</sup>		-



- NOTE<sup>(1)</sup>** Cable Category and construction are indicated in Product Drawing NAME
- NOTE<sup>(2)</sup>** In the event of conflict between IEC and EN requirements, IEC requirements shall take preference.
- NOTE<sup>(3)</sup>** For Characteristic/Input Impedance [ $Z_0/Z_{in}$ ] and Mean  $Z_0/Z_{in}$ , see Annex included in this document.
- NOTE<sup>(4)</sup>** 1200MHz S/FTP stranded cable is according to IEC 61156-6 Cat 7<sub>A</sub> requirements. Values in the frequency range from 1000MHz up to 1200MHz should be according to the proper formulae of mentioned standard (extrapolated up to 1200MHz).
- NOTE<sup>(5)</sup>** This standard is in draft status at the moment of editing this document.
- NOTE<sup>(6)</sup>** **Coupling attenuation** parameter shall be according to requirements defined in IEC 61156-5 Ed.2.1 Dec'12 (solid cable) and IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12 (stranded cable) according following table:
- | Cable Construction/ Category | Cat 5e  | Cat 6   | Cat 6 <sub>A</sub> | Cat 7  | Cat 7 <sub>A</sub> | 1200       |
|------------------------------|---------|---------|--------------------|--------|--------------------|------------|
| UTP                          | ---     | ---     | ---                | ---    | ---                | ---        |
| U/FTP                        | Type II | Type II | Type Ib            | ---    | ---                | ---        |
| F/UTP                        | Type II | Type II | Type Ib            | ---    | ---                | ---        |
| SF/UTP                       | Type II | Type II | Type Ib            | ---    | ---                | ---        |
| F/FTP                        | ---     | ---     | Type Ib            | Type I | ---                | ---        |
| S/FTP                        | ---     | ---     | Type Ib            | Type I | Type I             | Type I (*) |
- Type I requirements 30 to 100MHz: >85dB  
 Type Ib requirements 30 to 100MHz: >70dB  
 Type II requirements 30 to 100MHz: >55dB
- (\*) For solid cables, according to requirements defined in IEC 61156-7 Ed1.1 Dec'12. For stranded cables, according to requirements defined in IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12, extrapolated up to 1200MHz.
- The absorbing clamp method, as defined in IEC 62153-4-5, is the preferred test methodology for coupling attenuation parameter.



**NOTE<sup>(7)</sup>**

**Transfer impedance** parameter shall be according to requirements defined in IEC 61156-5 Ed.2.1 Dec'12 (solid cable) and IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12 (stranded cable) according following table:

Cable Construction/ Category	Cat 5e	Cat 6	Cat 6 <sub>A</sub>	Cat 7	Cat 7 <sub>A</sub>	1200
UTP	---	---	---	---	---	---
U/FTP	Grade II	Grade II	Grade II	---	---	---
F/UTP	Grade II	Grade II	Grade II	---	---	---
SF/UTP	Grade II	Grade II	Grade II	---	---	---
F/FTP	---	---	Grade II	Grade II	---	---
S/FTP	---	---	Grade I	Grade I	Grade I	Grade I (*)

(\*) For solid cables, according to requirements defined in IEC 61156-7 Ed1.1 Dec'12. For stranded cables, according to requirements defined in IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12.

The "Short-Short without damping resistor method" (test method C), as defined in IEC 62153-4-3, is the preferred test methodology for transfer impedance parameter. Test method defined at EN 50289-01-06 can be used as alternative method.

**NOTE<sup>(8)</sup>**

**TCL** parameter shall be according to requirements defined in IEC 61156-5 Ed.2.1 Dec'12 (solid cable) and IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12 (stranded cable) according following table:

Cable Construction/ Category	Cat 5e	Cat 6	Cat 6 <sub>A</sub>	Cat 7	Cat 7 <sub>A</sub>	1200
UTP	Level II	Level II	Level II	---	---	---
U/FTP	Level II	Level II	Level II	---	---	---
F/UTP	Level II	Level II	Level II	---	---	---
SF/UTP	Level II	Level II	Level II	---	---	---
F/FTP	---	---	Level I	Level I	---	---
S/FTP	---	---	Level I	Level I	Level I	Level I (*)

(\*) For solid cables, according to requirements defined in IEC 61156-7 Ed.1.1 Dec'12. For stranded cables, according to requirements defined in IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12.



**Segregation Class**, according to IEC 14763-2 is defined according following table:

Cable Construction/ Category	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 7	Cat 7A	1200
UTP	b/c/d <sup>(3)</sup>					
U/FTP	c <sup>(2)</sup>	c <sup>(2)</sup>	c <sup>(2)</sup>	---	---	---
F/UTP	c <sup>(2)</sup>	c <sup>(2)</sup>	c <sup>(2)</sup>	---	---	---
SF/UTP	c <sup>(2)</sup>	c <sup>(2)</sup>	c <sup>(2)</sup>	---	---	---
F/FTP	---	---	c <sup>(2)</sup>	d <sup>(1)</sup>	---	---
S/FTP	---	---	c <sup>(2)</sup>	d <sup>(1)</sup>	d <sup>(1)</sup>	d <sup>(1)</sup>

(1) Cables meeting the Type I coupling attenuation requirements of IEC 61156-5 and IEC 61156-6 meet segregation Class "d".  
 (2) Cables meeting the Type II coupling attenuation requirements of IEC 61156-5 and IEC 61156-6 meet segregation Class "c".  
 (3) Cables meeting the Level 2 TCL requirements of IEC 61156-5 and IEC 61156-6 meet segregation Class "b". These cables may deliver performance of segregation Class "c" or "d" provided that the following requirements are also met, according to IEC 14763-2:  
 - Class "c":  $TCL \text{ at } (30 \text{ to } 100\text{MHz}) \geq 60 - 10 \cdot \log_{10}(\text{freq})$   
 - Class "d":  $TCL \text{ at } (30 \text{ to } 100\text{MHz}) \geq 70 - 10 \cdot \log_{10}(\text{freq})$

**NOTE<sup>(9)</sup>**

**Minimum separation**, according to IEC 14763-2 is defined according following table:

Segregation Class	Free space separation (mm)	Containment applied to information technology or mains power cabling		
		Open metallic containment (mm)	Perforated metallic containment <sup>(1)</sup> (mm)	Solid metallic containment (mm)
d	10	8	5	0
c	50	38	25	0
b	100	75	50	0
a	300	225	150	0

(1) The upper surface of installed cables shall be at least 10 mm below the top of the barrier



**3.5. Physical & esthetical characteristics**

- A. Stripability of the jacket: max. 80N to strip 50 mm of the jacket.
- B. Min. bending radius of the cable during installation: 8 x outer diameter
- C. Min. bending radius of the cable after installation: 4 x outer diameter
- D. Insulation colours shall be blue, orange, green, brown and white in accordance with IEC 60304. Coloured trace on white wires is optional.

<i>Pair 1</i>	White and Blue
<i>Pair 2</i>	White and Orange
<i>Pair 3</i>	White and Green
<i>Pair 4</i>	White and Brown

- E. Jacket colour shall be in accordance with RAL Colour register No 840-HR.

<i>Cable colour</i>	<i>RAL</i>	<i>Cable colour</i>	<i>RAL</i>
Black	9011	Blue	5012
White	9003	Violet	4005
Brown	8016	Red	3000
Grey	7035	Orange	2003
Green	6018	Yellow	1021



**3.6. Cable print legend**

TE CONNECTIVITY ISO-EN COMPLIANT XXXXXX <basenr specific info> YYWW Z  
(SEQUENTIAL No) METER

- A. XXXXXX – is TE Connectivity' manufacturing location.
- B. <basenr specific info> is described on the drawing of the relevant base number.
- C. YYWW is date code: YY - Year, WW – Week *i.e.*: 1321 = year 2013, week 21 (per TE specification 102-60)
- D. Z is manufacturing batch #.
- E. *Sequential meter marking every meter.* Sequential meter is not returned to zero for each length. Sequential meter accuracy to be ±1%.
- F. *Print legend shall be in capital characters, font 'Courier', font style 'Regular', character height:*
  - o 2,5 mm for cable Ø < 5,5 mm
  - o 3,0 mm for cable Ø ≥ 5,5 mm
- G. *Print colour* shall be white or yellow for black or brown jackets and shall be black for all other jacket colours
- H. *Print durability* shall be per UL 444 section 6.7.

**3.7. Packaging Length Tolerance**

Tolerance applicable for different length should be as follow:

Length [meter]	Tolerance
305	0 + 6%
500	0 + 4%
1000	0 + 2%

For any other non specified length, the tolerance of the immediately lower length should be applied, for instance in case of 600 m, then 0 + 4% shall be applied.

**3.8. Packaging**

Product should be delivered according to specified in drawing.

**4. PRODUCT QUALIFICATION AND REQUALIFICATION TEST SEQUENCE**

Quality provisions are based upon the philosophy of TQM (Total Quality Management) with a system approved to EN ISO 9001 by Lloyds Register Quality Assurance.

**4.1 Responsibility for quality**

Unless otherwise stated in the customer order, it shall be TE Connectivity' responsibility to assure qualification and lot conformance to this specification. TE Connectivity may utilize its own or other testing and inspection facilities acceptable to the customer.

**4.2 Qualification conformance & re-qualification test sequence.**

For the purposes of internal qualification, the program shall consist of:



#### 4.2-A Sample selection

For each cable type, 3 samples of 110m of different date code shall be provided for qualification purpose. These samples shall comply with the requirements defined on the drawing and in this specification. Deviations in the cable jacket color and the cable print legend are accepted for qualification samples. Third party certificate can be accepted from an independent laboratory recognized by TE.

#### 4.2-B Re-qualification testing

If changes - significantly affecting form, fit or function - are made to the product or manufacturing process, re-qualification testing shall be initiated, consisting of all or part of the original testing sequence as determined by TE Connectivity.

### 5. REVISION SUMMARY

This paragraph is reserved for a revision summary of changes and additions made to this specification.

- Cat6A F/FTP solid cable added in paragraph 3.4 Transmission performance.
- Cat6 S/FTP solid cable deleted from paragraph 3.4 Transmission performance.



**ANNEX: Characteristic/Input Impedance [ $Z_o/Z_{in}$ ] and Mean  $Z_o/Z_{in}$  considerations**

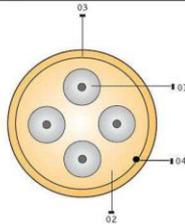
		<b>Test Parameter</b>	
		<b>Characteristic/ Input Impedance<sup>(1)</sup></b>	<b>Mean Characteristic/ Input Impedance</b>
<b>Test Requirement</b>	<b>Solid cable</b>	Available limits from IEC 61156-5 Ed.2.1 Dec'12	100Ω ± 5 % @ 100MHz per IEC 61156-5 Ed.2.1 Dec'12
	<b>Stranded cable</b>	Available limits from IEC 61156-6 Ed.3.1 Dec'12	100Ω ± 5 % @ 100MHz
<b>Additional comments</b>		Upper and lower limits from IEC 61156-5 Ed. 1.0 Mar '02 and IEC 61156-6 Ed. 1.0 Mar 02 are considered ONLY for information.	--

<b>NOTE<sup>(1)</sup></b>	Due to test method followed by TE, obtained parameter is Input impedance instead of Characteristic impedance. In any case, the same requirement is applicable for both.
---------------------------	---

.....  
**OPTRAL**

**CDI / I-V(ZN)H**

**Indoor Distribution Cable (Up to 12 FO)**



**Cable Description**

- 01. Tight Buffer Fibre (0.9 mm)
- 02. Aramid
- 03. Outer Jacket
- 04. Ripcord

**Fire Resistance**

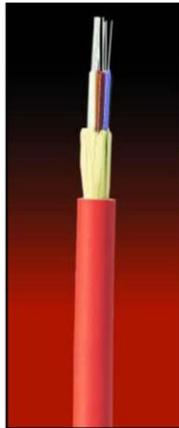
- Flame retardant (IEC 60332-3)
- Halogen free (IEC 60754-1)
- Low smoke emission (IEC 61034-1/2)

**Applications**

Indoor  
Based on DIN VDE 0888 part 6.

**Options**

Jackets: PVC / PU  
Special colour code



All technical specifications are subject to change without prior notice. Consult OPTRAL for the latest edition.

**Advantages**

Compact / Lightweight / Flexible / Easy to strip (gel free) / Totally dielectric /  
Reduced diameter / Direct connectorization / Saves installation costs.



SPECIFICATIONS					
<b>Fibres</b>	2	4	6	8	12
<b>Central Element</b>	NO	NO	YES	YES	YES
<b>Strength Members</b>	Aramid Yarns				
<b>Outer jacket</b>	Thermoplastic LSZH <sup>1</sup>				
<b>Colour</b>	Orange (MM62) / Blue (MM50) / Yellow (SM)				
<b>Weight (Kg/Km)</b>	20	24	31	40	54
<b>Outer Ø (mm)</b>	4.5 ±0.3	4.9 ±0.3	5.6 ±0.3	6.3 ±0.3	7.3 ±0.3
<b>Tensile Load Perm / Inst (N)</b>	400 / 700		500 / 850		600 / 1000
<b>Max. Crush (N)</b>	1000				
<b>Temperature Range</b>	-5°C to +60 °C				
<b>Min. Bending Radius</b>	20 x Outer Ø				
<b>Maximum Length (m)</b>	4200 ±5%				

**Standards**

Environmental and mechanical tests according to: EN 187000 and IEC 60794-1-2.

Fibres colour code: Red – Green – Grey – Yellow – Blue – Natural – White – Brown – Violet – Orange – Pink – Black

<sup>1</sup>LSZH – Halogen free, low smoke and flame retardant thermoplastic compound.

.....

optral@optral.com - www.optral.com

Ref.: ETW\_53.001/05

## 11 Presupuesto

El presupuesto se compone de las siguientes partes:

- Presupuesto de ejecución material.
- Gastos generales y Beneficio industrial
- Honorarios por redacción y dirección de proyecto.
- Presupuesto total

El Presupuesto de ejecución material y los Gastos generales y beneficio industrial constituyen el Presupuesto por ejecución por contrata que, junto con los Honorarios por la redacción y dirección del proyecto, integran el Presupuesto total.

Todas las cantidades aparecen expresadas en euros. [31]

### 11.1 Descomposición del proyecto en fases

Para facilitar la comprensión de estos costes se realizará una división en fases del trabajo realizado para el desarrollo del proyecto. Así mismo, se representarán, a través de un diagrama de Gantt, las relaciones de precedencia temporal entre las distintas fases.

#### 1. Toma de requisitos

Objetivo: En esta fase se realizará un repaso de las tecnologías existentes, se definirán los requisitos y exigencias del proyecto y estudiarán de posibles soluciones. Esta fase comenzará con el inicio del proyecto

Esfuerzo: 32 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación.

#### 2. Fase de análisis

Objetivo: En esta fase se analizará el terreno sobre planos, se estimarán los recursos materiales, se diseñará una solución inicial y se presentará presupuesto inicial. Se dará 5 días al cliente para aprobar el presupuesto inicial. Esta fase comenzará al finalizar la tarea anterior.

Esfuerzo: 56 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación.

#### 3. Fase de diseño

Esta fase se divide en dos tareas:

##### 3.1 Replanteo

Objetivo: En esta tarea se determinará las ubicaciones finales de los APs, así como las ubicaciones de los CPDs. Se analizará si fuera necesario añadir más APs para satisfacer las. Esta tarea comenzará al finalizar la fase anterior.

Esfuerzo: 40 horas de Técnico de Telecomunicación.

##### 3.2 Diseño final de solución

Objetivo: En esta tarea se hará acopio de materiales. Se diseñará la solución final y se presentará al cliente una propuesta con el presupuesto final y el calendario del proyecto. Se dará 5 días al cliente para aceptar la propuesta. Esta tarea comenzará al finalizar el replanteo.

Esfuerzo: 56 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación y 8 horas de Administrativo.

#### 4. Fase de despliegue

**Objetivo:** En esta fase se procederá con la implementación de la red. Esta fase comenzará al finalizar la fase de diseño

**Esfuerzo:** 24 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicaciones y 120 horas de Técnico de Telecomunicaciones.

#### 5. Fase de pruebas

**Objetivo:** En esta fase se realizarán las pruebas pertinentes para garantizar la funcionalidad de la red. Esta fase comenzará al finalizar la fase anterior.

**Esfuerzo:** 16 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación y 16 horas de Técnico de Telecomunicación.

#### 6. Fase de monitorización

**Objetivo:** En esta fase se configurará un sistema para la monitorización para la red. Esta fase comenzará al finalizar la fase anterior.

**Esfuerzo:** 16 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación

#### 7. Certificación del proyecto

**Objetivo:** En esta fase se certificarán las tecnologías involucradas en el proyecto. Esta fase comenzará al finalizar la fase anterior.

**Esfuerzo:** 16 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación.

#### 8. Documentación de proyecto

**Objetivo:** En esta fase se redactará la memoria del proyecto. Esta fase comenzará al finalizar la fase anterior.

**Esfuerzo:** 8 horas de Ingeniero Superior de Telecomunicación y 16 horas de Administrativo.

El diagrama de Gantt queda de la siguiente manera:

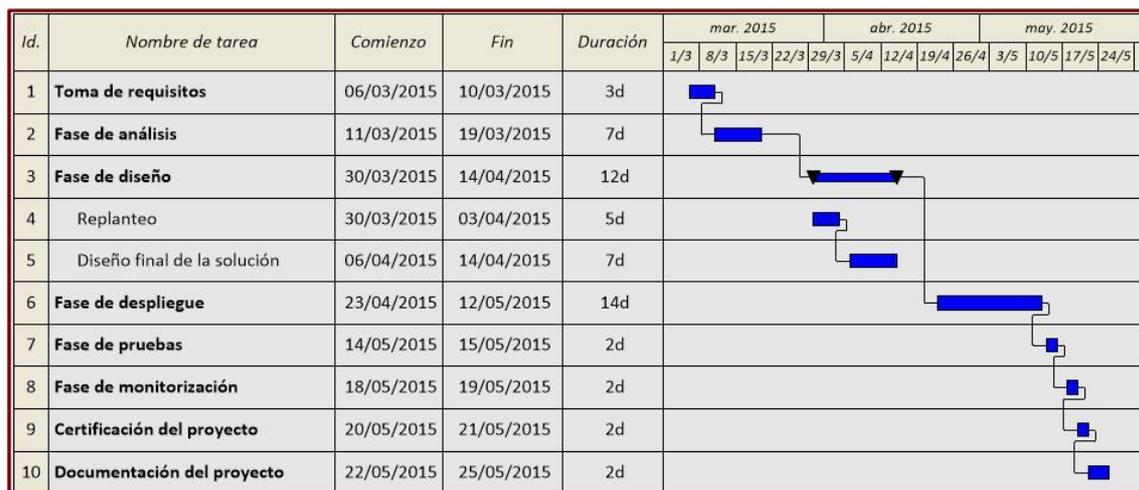


Ilustración 61: Diagrama de Gantt

## 11.2 Presupuesto de ejecución material

El presupuesto de ejecución material (P.E.M.) consta de los costes de mano de obra, los costes de gastos extras y los costes de recursos materiales.

### Costes de mano de obra

Para la realización del proyecto se necesitan dos perfiles profesionales:

- Un Ingeniero Superior de Telecomunicación, encargado del análisis, diseño y configuración. Trabaja desde la oficina.
- Un técnico de Telecomunicación encargado del despliegue, instalación y pruebas. Estará desplazado desde la fase de diseño hasta la finalización de la fase de pruebas por lo que incurrirá en gastos extras como viajes y dietas.
- Un administrativo, encargado del acopio de materiales, gestiones con el cliente y redacción, encuadernación y presentación de informes. Trabaja desde la oficina.

Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La jornada laboral es de 8 horas.
- El trabajo se realizará de lunes a viernes.

En la siguiente tabla se muestran las distintas categorías profesionales y los costes asociados:

Tabla 15: Presupuesto - Categorías profesionales

Categorías profesionales	Coste / hora	Horas	Coste total
Ingeniero Superior de Telecomunicación	26,00 €	224	5.824,00 €
Técnico de Telecomunicación	17,00 €	176	2.992,00 €
Administrativo	10,00 €	24	240,00 €
<b>Total</b>			<b>9.056,00 €</b>

Hay que tener en cuenta en los costes de las categorías profesionales expuestas en la tabla anterior está incluido las cotizaciones según el Régimen General de la Seguridad Social.

### Costes de gastos extras

En la siguiente tabla se muestran los distintos gastos extras que se pueden ocasionar:

Tabla 16: Presupuesto - Gastos extras

Concepto	Coste / unidad	Unidades	Coste
Viaje	1560,00 €	2	3.120,00 €
Dietas (día de diario)	37,00 €	35	1.295,00 €
Dietas (fin de semana y festivo)	74,00 €	12	888,00 €
<b>Total</b>			<b>5.303,00 €</b>

### Costes de recursos materiales

En las siguientes tablas se muestran los costes de los recursos materiales necesarios divididos en material hardware y material software.

Tabla 17: Presupuesto - Material hardware

Concepto	Coste / Unidad	Unidades	Coste
ZF7372 dual band 802.11n AP 2x2:2	366,34 €	40	14.653,76 €
ZF7762 dual band Outdoor 802.11n AP	1.128,51 €	14	15.799,14 €
ZF7982 dual band 3x3:3 802.11n AP	561,72 €	7	3.932,01 €
Alimentadores ZF7372	36,30 €	40	1.452,00 €
Alimentadores ZF7982	36,30 €	7	254,10 €
Alimentadores ZF7762	65,35 €	14	919,90 €
Anclajes ZF7372	36,30 €	40	1.452,00 €
Anclajes ZF7982	36,30 €	7	254,10 €
Anclajes ZF7762	21,78 €	14	304,92 €
DGS-1210-16	213,20 €	5	1.066,00 €
DGS-1210-24	288,46 €	1	288,46 €
ZoneDirector 3050	5.083,22 €	1	5.083,22 €

Bobina UTP catg. 6 (305 m)	78,00 €	8	624,00 €
Conectores RJ45 UTP catg. 6 (100 unid)	14,01 €	2	28,02 €
Fibra Multimodo (1 m)	0,80 €	1.200	960,00 €
<b>Total</b>			<b>47.071,63 €</b>

Tabla 18: Presupuesto - Material software

Concepto	Coste / Unidad	Unidades	Coste
Licencia ZoneDirector 3050	5.649,69 €	1	5.649,69 €
Microsoft Visio	610,74 €	1	610,74 €
<b>Total</b>			<b>6.260,43 €</b>

Tabla 19: Presupuesto - Resumen material

Concepto	Coste
Recursos materiales hardware	47.071,63 €
Recursos materiales software	6.260,43 €
<b>Total</b>	<b>53.332,06 €</b>

### Coste de total de los recursos

La suma de los costes de mano de obra, los costes de gastos extras y los costes de recursos materiales es lo que constituyen el Presupuesto de ejecución material.

Tabla 20: Presupuesto de ejecución material

Concepto	Coste
Coste de mano de obra	9.056,00 €
Coste de gastos extras	5.303,00 €
Coste de recursos materiales	53.332,06 €
<b>Total</b>	<b>67.691,06 €</b>

### 11.3 Gastos generales y Beneficio industrial

En Gastos generales se incluyen todos aquellos derivados de la utilización de instalaciones, cargas fiduciarias, amortizaciones, gastos fiscales, etc. Con esto, el Presupuesto de ejecución por contrata queda de la siguiente manera:

Tabla 21: Presupuesto de ejecución por contrata

Concepto	Coste
Presupuesto de ejecución material	67.691,06 €
Gastos generales (16% del P.E.M.)	10.830,56 €
Beneficio industrial (6 % del P.E.M.)	4.061,46 €
<b>Total</b>	<b>82.583,08 €</b>

### 11.4 Honorarios por redacción y dirección de proyecto

Según el Colegio Oficial de Ingenieros los honorarios que corresponden tanto para la redacción como para la dirección de proyecto son los asociados a Trabajos tarifados por tiempo empleado, con un valor de 5,6%.

## 11.5 Presupuesto total

El coste final del proyecto será la suma las imputaciones anteriores.

Tabla 22: Presupuesto - Resumen

Concepto	Coste
Presupuesto de ejecución por contrata	82.583,08 €
Honorarios por redacción	4.624,65 €
Honorarios por dirección	4.624,65 €
<b>Coste total</b>	<b>91.832,38 €</b>
IVA (21%)	14.215,12 €
<b>Coste final</b>	<b>111.117,17 €</b>

El presupuesto total del proyecto asciende a CIENTO ONCE MIL CIENTO DIECISIETE Euros CON DIECISIETE céntimos.

Madrid, julio de 2015

El Ingeniero Jefe de Proyecto

Fdo.: José David García Fernández

Ingeniero de Telecomunicación



## 12 Documentación acreditativa

D. Christian García, con DNI 53400583B, como CTO de la empresa Gowex Wireless, S.L CERTIFICO que:

D. José David García Fernández, con DNI 47285144L, en régimen de empleado en prácticas de Gowex Wireless y ha desarrollado el proyecto “Despliegue y monitorización de una red Wi-Fi en un centro comercial”, que fue presentado al cliente Mall Plaza para su implementación en el centro comercial Mall Plaza Vespuccio. La contribución de José David en dicho proyecto fue ejercer como jefe de proyecto realizando las siguientes tareas:

- Toma de requisitos y exigencias.
- Planificación y seguimiento del proyecto.
- Diseño y análisis de la arquitectura de red y toma de decisión del equipamiento a instalar.
- Estudio de cobertura.
- Presentación y elaboración de documentación e informes del proyecto.
- Coordinación con los diferentes departamentos y el cliente durante el ciclo de vida del proyecto.

Por lo que firmo la presente, en Madrid, a 6 de Julio de 2015

Firmado:

Christian García

CTO

## 13 Pliego de condiciones

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización, en este proyecto, de un Despliegue y monitorización de una red Wi-Fi en un centro comercial. En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a una empresa consultora con la finalidad de realizar dicho sistema. Dicha empresa ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego.

Supuesto que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente o de otras, la obra a realizar se regulará por las siguientes:

### Condiciones generales

1. La modalidad de contratación será el concurso. La adjudicación se hará, por tanto, a la proposición más favorable sin atender exclusivamente al valor económico, dependiendo de las mayores garantías ofrecidas. La empresa que somete el proyecto a concurso se reserva el derecho a declararlo desierto.
2. El montaje y mecanización completa de los equipos que intervengan será realizado totalmente por la empresa licitadora.
3. En la oferta, se hará constar el precio total por el que se compromete a realizar la obra y el tanto por ciento de baja que supone este precio en relación con un importe límite si este se hubiera fijado.
4. La obra se realizará bajo la dirección técnica de un Ingeniero Superior de Telecomunicación, auxiliado por el número de Ingenieros Técnicos y Programadores que se estime preciso para el desarrollo de la misma.
5. Aparte del Ingeniero Director, el contratista tendrá derecho a contratar al resto del personal, pudiendo ceder esta prerrogativa a favor del Ingeniero Director, quien no estará obligado a aceptarla.
6. El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, pliego de condiciones y presupuestos. El Ingeniero autor del proyecto autorizará con su firma las copias solicitadas por el contratista después de confrontarlas.
7. Se abonará al contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base para la contratación, a las modificaciones autorizadas por la superioridad o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le hayan comunicado por escrito al Ingeniero Director de obras siempre que dicha obra se haya ajustado a

los preceptos de los pliegos de condiciones, con arreglo a los cuales, se harán las modificaciones y la valoración de las diversas unidades sin que el importe total pueda exceder de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el proyecto o en el presupuesto, no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna clase, salvo en los casos de rescisión.

8. Tanto en las certificaciones de obras como en la liquidación final, se abonarán los trabajos realizados por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de la obra.

9. Si excepcionalmente se hubiera ejecutado algún trabajo que no se ajustase a las condiciones de la contrata pero que sin embargo es admisible a juicio del Ingeniero Director de obras, se dará conocimiento a la Dirección, proponiendo a la vez la rebaja de precios que el Ingeniero estime justa y si la Dirección resolviera aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

10. Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar obras que no figuren en el presupuesto de la contrata, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiere y cuando no, se discutirán entre el Ingeniero Director y el contratista, sometiéndolos a la aprobación de la Dirección. Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento, se sujetarán siempre al establecido en el punto anterior.

11. Cuando el contratista, con autorización del Ingeniero Director de obras, emplee materiales de calidad más elevada o de mayores dimensiones de lo estipulado en el proyecto, o sustituya una clase de fabricación por otra que tenga asignado mayor precio o ejecute con mayores dimensiones cualquier otra parte de las obras, o en general, introduzca en ellas cualquier modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director de obras, no tendrá derecho sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiera realizado la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

12. Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por partidaalzada en el presupuesto final (general), no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellas se formen, o en su defecto, por lo que resulte de su medición final.

13. El contratista queda obligado a abonar al Ingeniero autor del proyecto y director de obras así como a los Ingenieros Técnicos, el importe de sus respectivos honorarios facultativos por formación del proyecto, dirección técnica y administración en su caso, con arreglo a las tarifas y honorarios vigentes.

14. Concluida la ejecución de la obra, será reconocida por el Ingeniero Director que a tal efecto designe la empresa.

15. La garantía definitiva será del 4% del presupuesto y la provisional del 2%.
16. La forma de pago será por certificaciones mensuales de la obra ejecutada, de acuerdo con los precios del presupuesto, deducida la baja si la hubiera.
17. La fecha de comienzo de las obras será a partir de los 15 días naturales del replanteo oficial de las mismas y la definitiva, al año de haber ejecutado la provisional, procediéndose si no existe reclamación alguna, a la reclamación de la fianza.
18. Si el contratista al efectuar el replanteo, observase algún error en el proyecto, deberá comunicarlo en el plazo de quince días al Ingeniero Director de obras, pues transcurrido ese plazo será responsable de la exactitud del proyecto.
19. El contratista está obligado a designar una persona responsable que se entenderá con el Ingeniero Director de obras, o con el delegado que éste designe, para todo relacionado con ella. Al ser el Ingeniero Director de obras el que interpreta el proyecto, el contratista deberá consultarle cualquier duda que surja en su realización.
20. Durante la realización de la obra, se girarán visitas de inspección por personal facultativo de la empresa cliente, para hacer las comprobaciones que se crean oportunas. Es obligación del contratista, la conservación de la obra ya ejecutada hasta la recepción de la misma, por lo que el deterioro parcial o total de ella, aunque sea por agentes atmosféricos u otras causas, deberá ser reparado o reconstruido por su cuenta.
21. El contratista, deberá realizar la obra en el plazo mencionado a partir de la fecha del contrato, incurriendo en multa, por retraso de la ejecución siempre que éste no sea debido a causas de fuerza mayor. A la terminación de la obra, se hará una recepción provisional previo reconocimiento y examen por la dirección técnica, el depositario de efectos, el interventor y el jefe de servicio o un representante, estampando su conformidad el contratista.
22. Hecha la recepción provisional, se certificará al contratista el resto de la obra, reservándose la administración el importe de los gastos de conservación de la misma hasta su recepción definitiva y la fianza durante el tiempo señalado como plazo de garantía. La recepción definitiva se hará en las mismas condiciones que la provisional, extendiéndose el acta correspondiente. El Director Técnico propondrá a la Junta Económica la devolución de la fianza al contratista de acuerdo con las condiciones económicas legales establecidas.

La empresa consultora, que ha desarrollado el presente proyecto, lo entregará a la empresa cliente bajo las condiciones generales ya formuladas, debiendo añadirse las siguientes condiciones particulares:

1. La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.
2. La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.
3. Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.
4. En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.
5. En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.
6. Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.
7. Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.
8. Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.
9. Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.

10. La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.

11. La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.

12. El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.