



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO(A) EN
TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

TÍTULO:

**ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED
WIRELESS MESH CISCO EN LA ZONA AFORO DE CONTECON**

. AUTOR (A):

QUIÑONEZ ARIAS DIANA LORENA

TUTOR:

ING. CARLOS ZAMBRANO

Guayaquil, Ecuador

2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Quiñonez Arias Diana Lorena**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniería en Telecomunicaciones con Gestión Empresarial**.

TUTOR (A)

Ing. Carlos Zambrano

REVISOR(ES)

Ing. Juan Gonzales

Ing. Washington Medina

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Armando Heras

Guayaquil, a los 27 del mes de febrero del año 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Diana Lorena Quiñonez Arias**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED WIRELESS MESH CISCO EN LA ZONA AFORO DE CONTECON previa a la obtención del Título **Ingeniería en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 27 del mes de febrero del año 2014

EL AUTOR (A)

DIANA LORENA QUIÑONEZ ARIAS



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Diana Lorena Quiñonez Arias**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED WIRELESS MESH CISCO EN LA ZONA AFORO DE CONTECON, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 27 del mes de febrero del año 2014

LA AUTORA:

DIANA LORENA QUIÑONEZ ARIAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las bendiciones que ha puesto en mi vida, a mis padres que se han esforzado tanto para que esto pueda darse, y a todas las personas que estuvieron a lo largo de mi carrera ayudándome.

DIANA LORENA QUIÑONEZ ARIAS

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de tesis a mis padres, mis profesores y mis compañeros de estudio, quienes me apoyaron incondicionalmente.

DIANA LORENA QUIÑONEZ ARIAS

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

ING. CARLOS ZAMBRANO

PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

ING. WASHINGTON MEDINA

PROFESOR DELEGADO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

CALIFICACIÓN

9.70

ING. CARLOS ZAMBRANO

PROFESOR GUÍA O TUTOR

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2	JUSTIFICACIÓN	2
1.3	HIPÓTESIS	2
1.4	METODOLOGIA	3
1.5	OBJETIVO	4
1.5.1	OBJETIVO GENERAL	4
1.5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
2	MARCO TEORICO	5
2.1	DEFINICION	5
2.1.1	Tipos de estándares de Wi-Fi actuales:	5
2.1.2	Beneficios de las redes LAN inalámbricas	7
2.1.3	Uso de una red LAN inalámbrica en su empresa	8
2.1.4	Wireless MESH	9
2.1.5	Operación Wireless Mesh	12
2.1.6	Segmentación de la red	13
2.1.7	Cobertura Access Point CISCO MESH	14
2.1.8	Autenticación Bridge	15

2.1.9	Componentes básicos de la red cisco Wireless mesh	16
2.1.10	Cisco Mesh Access Point	17
2.1.11	Opciones de Antena	25
2.1.12	Controladores de Cisco Wireless LAN	35
2.1.13	Sistema de control inalámbrico (WCS)	40
2.2	Wireless Mesh vecinos, padres y niños	40
2.2.1	Criterios para elegir Padre.	41
2.2.2	Facilidad de cálculo	42
2.3	Decisión de Padres	43
2.4	SNR Smoothing	43
2.5	Prevención Loop	44
2.6	Beneficios de control de sistema inalámbrico:	44
3	DISEÑO	45
3.1	Diseño de infraestructura	45
3.1.1	Estado de la red actual	45
3.2	Dimensionamiento de Access Point MESH Outdoor 1500	47
3.3	Dimensionamiento de Wireless Lan Controller	50
3.4	Dimensionamiento de Cisco Prime Infraestructure	52

3.5	Dimensionamiento del Rack de Telecomunicaciones del Area de Aforo de Contecon	54
3.6	Alcance de Implementación	56
3.6.1	Requerimientos de Implementación	59
3.6.2	Fases y Dependencias	60
3.7	Alcance de Configuración	60
3.7.1	Wireless LAN Controller (WLC) 5508	60
3.7.2	Puntos de Acceso Inalámbrico 1552	61
3.8	Requerimientos	62
3.9	Limitaciones	62
3.10	Fases y Dependencias	62
3.11	Definición de modelo de trabajo del proyecto	63
3.11.1	Entregables del Proyecto	63
3.11.2	Capacitación	63
3.12	Arquitectura Global de la Solución de Wireless MESH para CONTECON	64
3.13	Costos de Solución	66
	CONCLUSION	67
	RECOMENDACIÓN	69

BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	72

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONEXIÓN EN MALLA INTERIOR.....	12
FIGURA 2. OPERACIÓN WIRELESS MESH.....	13
FIGURA 3. CISCO UNIFIED WIRELESS NETWORK	17
FIGURA 4. RADIO DE OPERABILIDAD AP	19
FIGURA 5. ACCES POINT CISCO	19
FIGURA 6. INSTALACIÓN DE LA SERIE MESH AP 1500.....	21
FIGURA 7. BANDAS DE FRECUENCIAS.	23
FIGURA 8. COLOCACIÓN DE LA ANTENA 2 RADIOS.	29
FIGURA 9. COLOCACIÓN DE UN ACCESS POINT EN UN PUNTO DE FIBRA DE DOS RADIOS	30
FIGURA 10. COLOCACIÓN DE UN ACCESS POINT DE 3 ANTENAS DE RADIO.....	31
FIGURA 11. MONTAJE AEREO	33
FIGURA 12. MONTAJE EN PARED	33
FIGURA 13. POLO/ MONTAJE EN PARED.....	34
FIGURA 14. INSTALACION AL AIRE LIBRE POLO SUPERIOR.....	35
FIGURA 15. WIRELESS CONTROLLER SYSTEM.....	36
FIGURA 16. CISCO HARDWARE LAYER	37
FIGURA 17. CISCO 5500 WIRELESS LAN CONTROLLER.....	37
FIGURA 18. CISCO 5500 WIRELESS LAN CONTROLLER.....	38

FIGURA 19. PUERTOS EN LOS CONTROLADORES DE LAN INALÁMBRICA DE CISCO SERIE 4400.....	39
FIGURA 20. PUERTOS EN LOS CONTROLADORES DE LAN INALÁMBRICA DE CISCO SERIE 5500.....	39
FIGURA 21. WIRELESS MESH VECINOS, PADRES Y NIÑOS	41
FIGURA 22. SELECCIÓN DE LA RUTA MAP	43
FIGURA 23. 6. DIMENSIONAMIENTO DE ACCESS POINT MESH OUTDOOR 1500	47
FIGURA 24. UBICACIÓN DE LOS ACCES POINT CISCO EN EL ÁREA DE AFORO	49
FIGURA 25. DIMENSIONAMIENTO DE WIRELESS LAN CONTROLLER	51
FIGURA 26. DIMENSIONAMIENTO DE CISCO PRIME INFRAESTRUCTURE	53
FIGURA 27. PUNTOS DE ACCESO.....	58
FIGURA 28. WIRELESS CONTROLLER (WLC).....	58
FIGURA 29. CISCO PRIME INFRESTRUCTURE	59
FIGURA 30. ARQUITECTURA GLOBAL DE LA SOLUCIÓN DE WIRELESS MESH PARA CONTECON.....	65

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. BANDA DE FRECUENCIAS.....	24
TABLA 2. TABLA ANTENA EXTERNA DE 2.4 Y 5 GHZ.....	25
TABLA 3. TABLA HORIZONTAL Y VERTICAL ANCHO DE HAZ DE CISCO ANTENAS.....	27
TABLA 4. COLOCACIÓN DE LA ANTENA 2 RADIOS.....	29
TABLA 5. COLOCACIÓN DE UN ACCESS POINT EN UN PUNTO DE FIBRA DE DOS RADIOS	30
TABLA 6. COLOCACIÓN DE UN ACCESS POINT DE 3 ANTENAS DE RADIO.....	32
TABLA 7. INSTALACION AL AIRE LIBRE POLO SUPERIOR	35
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS DE EQUIPOS	56
TABLA 9. COSTO DE INSTALACION.....	66

RESUMEN

Esta investigación es parte de una solución para Contecon que incluye un estudio de como dimensionar una Red Wireless MESH Cisco.

Se detallará en el capítulo uno la metodología que se utiliza, una introducción de lo que es una red wireless Mesh en general, el planteamiento del problema que lleva a realizar este estudio, la justificación del proyecto, el planteamiento de la Hipótesis y detallar el objetivo general y los objetivos específicos que se debe cumplir al concluir esta investigación.

Se detalla en el capítulo dos el marco teórico que conceptualiza una red wireless, los diferentes tipos de estándares que maneja, diferentes tipos de antenas, radio de cobertura y la arquitectura global de todos los factores que incluyen al momento de dimensionar una WLAN.

El capítulo tres plantea al estudio y diseño de una red Wireless mesh Cisco afirmándose en el escenario actual de Contecon y los requerimientos que ostenta.

Finalmente en el capítulo cuatro tenemos las conclusiones que detallan los objetivos cumplidos y recomendaciones para una implementación

1 INTRODUCCIÓN

Cuando se mueve entre los edificios o en el campus, los trabajadores móviles necesitan cada vez más para mantenerse conectados a las aplicaciones de misión crítica, que por lo general acceden desde su oficina. Las soluciones inalámbricas de Cisco exterior apoyar a las empresas, ayudándoles a:

- Aumentar la productividad del personal
- Mejorar la capacidad de respuesta a las necesidades empresariales
- Mantener los costos bajos con una solución de extremo a extremo

Estas soluciones inalámbricas al aire libre incluyen puntos de próxima generación al aire libre de malla inalámbrica de acceso y puentes inalámbricos de alto rendimiento.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente por disposición del Gobierno de la República del Ecuador, todas las zonas de aforo de los puertos del Ecuador deben contar con una cobertura Inalámbrica robusta y eficiente, Contecon en el área de aforo del puerto de Guayaquil no posee una infraestructura de red inalámbrica que cubra toda la zona donde se ubican los contenedores al momento de revisar la mercadería que viene del exterior, la información debe ser almacenada de forma digital con un estándar de equipos móviles que permita ingresar a una base de datos unificada.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Se presentará un estudio y diseño de todos los elementos que son parte de una solución de Cisco Wireless MESH, esta solución permitirá cubrir la zona de aforo de CONTECON, de tal manera que los equipos móviles tengan acceso inalámbrico a la LAN/WAN y poder ajustarse a la disposición del Gobierno de la República del Ecuador, obtendrán un solución en Alta Disponibilidad con una administración centralizada de todos los Access Point Outdoor, de tal forma que los costos de mantenimiento y operacionales se reduzcan obteniendo así un retorno a la inversión.

1.3 HIPÓTESIS

Este tópico de tesis se considera para determinar todos los detalles del diseño previo a la ejecución de un proyecto de Cisco Wireless MESH. El Estudio y diseño se lo realizará bajo la premisa del levantamiento de información denominado site survey, que se hará en conjunto con CONTECON siguiendo las normas de seguridad, una vez realizado el estudio realizar el planteamiento de la reforma.

1.4 METODOLOGIA

La metodología es considerada la base fundamental para la elaboración de un tema de tesis, es por esto que el método de investigación es el más adecuado para el desarrollo de este estudio.

En la primera etapa se definió el título que describe el tema a investigar, una introducción que permite contextualizar la reseña teórica expuesta a continuación es decir se da una breve explicación de lo que queremos realizar en el proyecto de tesis, se realizó el planteamiento o formulación del problema, se trazaron los objetivos que se deben cumplir dentro del cronograma de estudio.

Como segunda etapa se planteó una hipótesis seguida de un marco teórico que detalla la definición o conceptos de todos los elementos que se encuentran dentro de la investigación. En base a esta información se elaboró una metodología ordenada, que nos permite adquirir un conocimiento total y evitar que conceptos comunes se traslapen unos con otros.

En el instante que identificamos los componentes que se encuentran dentro del estudio y diseño para la implementación de una Red Wireless MESH Cisco para el área de aforo de Contecon se procede con la tercera etapa que incluye la recolección de información para entender el estado actual de la red LAN y WLAN, para luego interpretar estos datos y continuar con el diseño de infraestructura tecnológica, seguida de una conclusión y recomendaciones que permitan la implementación de esta iniciativa que a la larga se convierte en un proyecto para cualquier empresa que requiera una solución de este tipo.

1.5 OBJETIVO

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el diseño técnico y económico de alto nivel y el alcance de servicios para CONTECON de forma consistente y coherente para que pueda ser usado como guía para la parte de ejecución y control del proyecto.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Verificar la definición conceptual de Wireless MESH
2. Determinar las características Técnicas de Wireless MESH
3. Realizar un estudio de la situación actual de la red de CONTECON, verificar enlace, ancho de banda, equipos de networking, cableado estructurado, puntos eléctricos postes a utilizar.
4. Determinar los modelos de Access Point y antenas que se deben utilizar
5. Determinar todos los componentes pasivos que se deben considerar en el diseño.

2 MARCO TEORICO

A continuación se presenta una breve descripción de lo que será el Marco Teórico de este trabajo de investigación:

2.1 DEFINICION

Wi-Fi que significa (**Wireless fidelity** o fidelidad sin cables) se usa este término para hablar de las todas las tecnologías que usan conexión inalámbrica 802.11 para crear redes siendo así el estándar más utilizado para conectar ordenadores a distancia. Esta tecnología se usa con mucha frecuencia para conectar portátiles a internet desde las cercanías de un punto de acceso o hotspot. Estos puntos de acceso cada vez tienen mayor crecimiento y permiten a cualquier usuario utilizar la red sin necesidad del uso de cables. La emisión y recepción de datos se realiza a través de radiofrecuencia. Existen varios formatos de conexión, pero por estándar el 802.11b es el más conocido, que opera en la banda de los 2,4 GHZ, la misma que las microondas de la telefonía móvil.

2.1.1 Tipos de estándares de Wi-Fi actuales:

- **802.11 ac**

El estándar 802.11 ac aún se encuentra en desarrollo, en la actualidad apenas existen routers o adaptadores de este tipo. Se estima que en el año 2015 este estándar se realice de modo común. Ya que con esto se alcanzaría mayores coberturas y mejores velocidades.

- **802.11 n**

En la actualidad el estándar 802.11 n se considera la mejor opción hasta la llegada del estándar 802.11 ac. El 802.11n tiene la capacidad mediante varias antenas la capacidad con la tecnología MIMO (multiple input multiple output). El manejo simultáneo del proceso de envío y recepción para así multiplicar velocidad y cobertura

La velocidad máxima llega hasta las 450 Mbps y la cobertura en interiores con domicilios o edificaciones cubre aproximadamente los 100 metros.

- **802.11 g**

A diferencia del estándar 802.11 este tiene una cobertura inferior, ya que su tasa de transmisión máxima esta alrededor de los 54 Mbps

- **802.11 b**

Este fue el primer estándar generalizado a utilizarse tiene una velocidad de transmisión aproximada a los 11 Mbps pero la ventaja es que soporta mejor interferencias que puedan presentarse y consume mucho menos.

- **802.11 a**

La velocidad de este estándar alcanza hasta los 54 Mbps. Por ser más costoso que el otro estándar solía delimitarse para uso empresarial. Sin embargo en la actualidad ya se incluyen en algunos dispositivos wi-fi modernos.

Wireless LAN o (redes de área local inalámbricas) permiten al usuario conectar sus dispositivos sin el uso de cable. Al contar con una red WLAN, los usuarios podríamos acceder de manera fácil a diferentes aplicaciones y recursos de red dentro de diferentes localidades dentro de una instalación. Las ondas de radio emitidas por una red wlan permiten que los diferentes dispositivos inalámbricos se conecten. (Cisco Academy, 2009)

2.1.2 Beneficios de las redes LAN inalámbricas

Las redes inalámbricas LAN, ofrecen algunos beneficios: de corto y de largo plazo, destacándose:

Comodidad: La comodidad que genera a los usuarios el portar computadoras manuales o portátiles y diversidad de teléfonos móviles con avanzada tecnología como la de Wifi, que permite la conexión directa a redes inalámbricas, pudiéndose conectar de manera segura a los recursos de cualquier red.

Movilidad: La facilidad con que los usuarios pueden acceder a documentos todo el tiempo, a buscar información de cualquier naturaleza, a permanecer conectados a una red inalámbrica LAN aun sin encontrarse en sus escritorios, es una de las grandes ventajas.

Productividad: Gracias a la posibilidad de mantenerse conectados directamente en cualquier recurso de redes LAN inalámbricas puede crear o recibir, elaborar e ingresar y comercializar sus servicios, siendo realmente provechoso y seguro para los empresarios, visitantes y/o usuarios temporales de internet, a sus datos comerciales.

Facilidad de configuración: Este tipo de redes inalámbricas LAN requieren instalar cables físicos y la instalación es relativamente rápida y económica; garantizando la conectividad a lugares de difícil acceso.

Escalabilidad: A diferencia de las redes cableadas que requieren cables y otros materiales para su instalación, las redes inalámbricas LAN pueden ampliarse con otros equipos que ya existen.

Seguridad: Como todo equipo, instalaciones o uso; controlar el acceso a la red inalámbrica es necesario para su buen funcionamiento. Aunque la tecnología Wifi es segura y confiable, permitiendo a los usuarios ingresar a sus datos.

Costo: Son bajos, porque no necesita mover cables o estructuras, ni configurar los programas, en caso de cambio de lugar de oficina.(Cisco, 2010)

2.1.3 Uso de una red LAN inalámbrica en su empresa

Las ventajas que las redes LAN inalámbricas ofrecen son:

Mayor movilidad y colaboración: Las personas que utilizan las redes inalámbricas LAN, como tecnología de voz, sin perder la conectividad pueden movilizarse en el mismo edificio por diferentes oficinas.

Mayor capacidad de respuesta: Tiene el usuario cuando se conecta solicitando o bajando información que necesita, lo que permite mejorar la calidad de atención al cliente.

Mejor acceso a información: Son útiles para la comunicación en lugares y espacios en donde es difícil el acceso con una red cableada, la red inalámbrica rompe esas barreras.

Expansión de red más fácil: Para los empresarios que quieren optimizar recursos, pueden utilizar las redes inalámbricas LAN por la flexibilidad en su funcionamiento; además que permite acceso seguro a internet a los clientes, usuarios temporales. (Cisco Academy, 2009)

2.1.4 Wireless MESH

La solución Wireless Mesh de Cisco permite la implementación rentable y seguro de las redes Wi-Fi al aire libre. El acceso inalámbrico al aire libre se beneficia de la creciente popularidad de los clientes Wi-Fi de bajo costo, lo que permite nuevas oportunidades de servicios y aplicaciones que mejoran la productividad del usuario y capacidad de respuesta. (CISCO SYSTEM , 2005)

A medida que aumenta la demanda de acceso inalámbrico al aire libre, los clientes que se enfrentan con presupuestos ajustados y recursos reducidos deberán responder con soluciones inalámbricas LAN (WLAN) que sacan el máximo partido de las herramientas existentes, conocimientos y recursos de la red para hacer frente a la facilidad de implementación y las cuestiones de seguridad de WLAN en una forma rentable. La solución Wireless Mesh de Cisco es una solución WLAN al aire libre que sobresale en los atributos únicos de la tecnología inalámbrica de malla, apoya efectivamente los requisitos de red actuales, y sienta las bases para la integración de aplicaciones empresariales.

Soluciones inalámbricas al aire libre ofrecen una serie de problemas en comparación con un estándar de WLAN en interiores, especialmente en las siguientes áreas:

- Medio ambiente
- Cobertura
- Costo total de propiedad (TCO)
- La seguridad del dispositivo físico

El ambiente al aire libre es más denso que el ambiente interior y así requiere un equipo especializado o recintos para contener y proteger los equipos de interior que se implementa al aire libre.

Los equipos WLAN exterior intentan cubrir áreas más extensas que las redes inalámbricas de interior, mientras que frente a los desafíos de un menor control sobre las fuentes de interferencia, la búsqueda de una conexión con cables adecuados para conectar la red inalámbrica a la red cableada y la disponibilidad de energía para la red de malla dispositivos.

Los equipos WLAN exterior también requieren de radiofrecuencia especializada (RF) habilidades, pueden tener una densidad de usuarios inferior a los equipos de interior, y puede ser desplegado en un entorno que es menos regulado que el interior de un edificio. Estas características ponen presión sobre el coste total de propiedad de las soluciones al aire libre y requieren una solución que es fácil de implementar y mantener. (CISCO SYSTEM , 2005)

La solución Wireless Mesh Cisco tiene tres componentes básicos:

- Access PointSeries Mesh AP-al aire libre de acceso que proporciona acceso de cliente WLAN en la malla y las conexiones de cliente de backhaul

- Cisco Wireless LAN Controller (WLC): proporciona un punto central para las funciones de control de AP
- Sistema de control inalámbrico de Cisco la plataforma de gestión (WCS) para una mayor escalabilidad, capacidad de administración y la visibilidad de las implementaciones a gran escala

La siguiente figura muestra una conexión en malla interior compuesto de puntos de acceso mesh, WLCs, y WCS. En este ejemplo de implementación, hay tres puntos de acceso de malla conectados a la red por cable. Estos puntos de acceso se designan como access points tops APs (PAR), el resto de Access point en la red de malla son conocidos simplemente como Access point Mesh (MAP). Todos los puntos de acceso mesh, tanto MAP y RAP, puede proporcionar acceso de cliente WLAN, sin embargo en la mayoría de los casos debido a la ubicación de los PAR no es muy adecuado para proporcionar acceso de cliente. En el siguiente ejemplo los PAR se encuentran en el tope de cada uno de los edificios y están conectados a la red en cada ubicación. Algunos de los edificios tienen WLCs situados en ellas para terminar sesiones LWAPP de los puntos de acceso de malla, pero no es necesario que cada edificio tenga que tener una WLC. Sesiones LWAPP pueden ser transportados de nuevo a través de la WAN, si es necesario con otros lugares en los que reside un WLC. (CISCO SYSTEM , 2005)

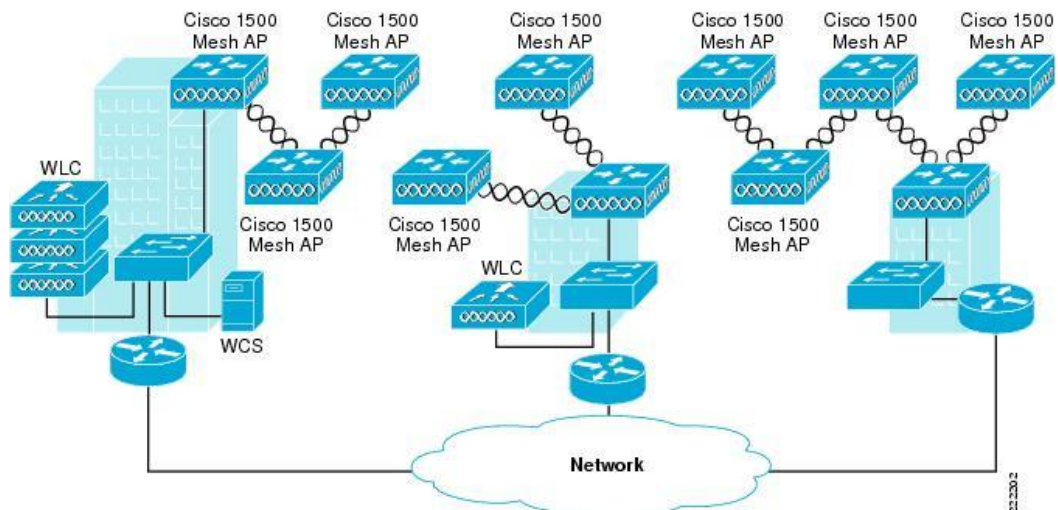


Figura 1. Conexión en malla interior (CISCO SYSTEM , 2005)

2.1.5 Operación Wireless Mesh

En una implementación Mesh inalámbrica, hay múltiples Access Point Mesh 1500 desplegados como parte de la misma red. Mapas del uso del Protocolo de Adaptive Path Wireless (AWPP) para determinar la mejor ruta a través de otros Access Point Mesh 1500 a su WLC. Los enlaces inalámbricos entre los mapas y RAP (s) forman una malla inalámbrica que se utiliza para transportar el tráfico de clientes WLAN (a través de túneles LWAPP) al WLC y también para transportar tráfico de puente entre los dispositivos conectados a los puertos Ethernet del PAM.

Una malla inalámbrica puede realizar simultáneamente dos tipos de tráfico diferentes:

- El tráfico de cliente de LAN inalámbrica
- Tráfico portuario MAPA Ethernet

El tráfico de cliente WLAN termina en el WLC, pero el tráfico del puente termina en los puertos Ethernet de los mapas de la malla inalámbrica.

Membresía MAP en la malla inalámbrica se puede controlar en una variedad de maneras. La autenticación AP malla por defecto es EAP, pero también se

puede configurar como Pre Shared Key (PSK) de autenticación. Bridge Name Group (BGN) se utiliza además de la autenticación para controlar la pertenencia a la malla o segmentar una malla inalámbrica. (CISCO SYSTEM , 2005)

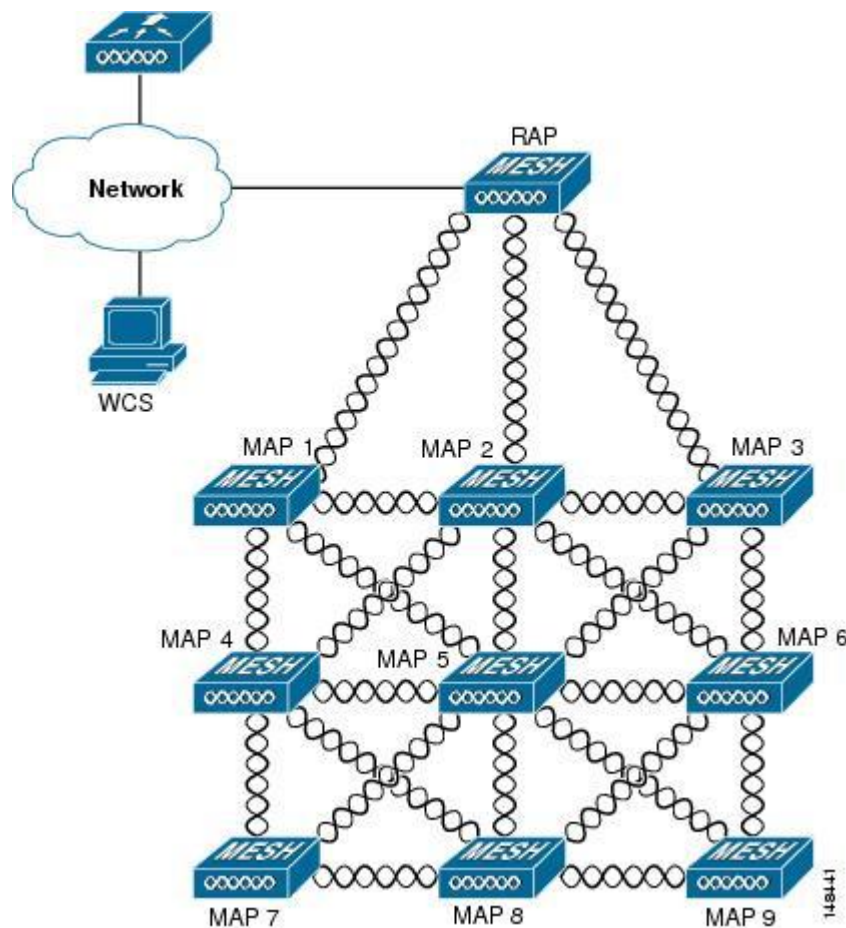


Figura 2. Operación Wireless Mesh (CISCO SYSTEM , 2005)

2.1.6 Segmentación de la red

La entrada a una red WLAN MESH con Access points es controlada por los nombres de los grupos de bridge (BGNs). Access Points Mesh pueden ser colocados en modo bridge similares a gestionar los miembros o proporcionar segmentación de la red. (Academy C. S., 2008)

2.1.7 Cobertura Access Point CISCO MESH

La cobertura de los access point en una MESH son los siguientes:

- **802.11a/b/g**

1130

1240

- **802.11n**

1040

1140

1250

1260

1600

- **802.11n + CleanAir**

2600

3500e

3500i

3600

2.1.8 Autenticación Bridge

Cuando una malla AP está encendido y conectado a la red mediante una conexión Ethernet por cable, que se une a una WLC utilizando los siguientes pasos:

1. Cuando el AP está operando, éste opcionalmente obtiene una dirección IP mediante DHCP, si es que una IP estática no se ha configurado previamente.
2. El AP en MESH envía una solicitud de descubrimiento LWAPP.
3. Si un WLC recibe la solicitud, responde con una respuesta de descubrimiento.
4. En este punto de la malla AP emite una LWAPP para unirse a la petición.
5. El WLC emite una LWAPP para confirmar respuesta y procede con la autenticación EAP.
6. Dependiendo de la versión de imagen actual de la AP de malla, puede descargar una nueva imagen y re-arranque. (Academy C. S., 2008)
7. Después del reinicio, las peticiones de AP malla para unirse a la WLC de nuevo y volver a autenticarse.

Si no existe ninguna conexión por cable para la malla de AP a utilizar para conectarse a un WLC, se utiliza el siguiente procedimiento para unirse al controlador:

1. Después del arranque, la malla AP forma una asociación de 802.11 y emite una solicitud de descubrimiento LWAPP través de su conexión 802.11a.
2. Cuando se descubre un punto de acceso de malla con una conexión con el WLC, utiliza DHCP para obtener una dirección IP si no se ha configurado de forma estática. (Academy C. S., 2008)

3. En este punto de la malla AP emite una LWAPP unirse petición.
4. El WLC emite una LWAPP unirse respuesta y procede con la autenticación EAP.
5. Dependiendo de la versión de imagen actual de la AP de malla, puede descargar una nueva imagen y re-arranque.
6. Después del reinicio, la malla AP redescubre su padre y solicitudes para unirse al controlador de nuevo y volver a autenticarse. (Academy C. S., 2008)

2.1.9 Componentes básicos de la red cisco Wireless mesh

La red de malla inalámbrica de Cisco tiene cuatro componentes principales:

- Cisco Aironet 1500 puntos de acceso mesh series
- Cisco Wireless LAN Controller (en lo sucesivo denominado **controlador**)
- Cisco Prime Infraestructure
- Software Arquitectura Mesh

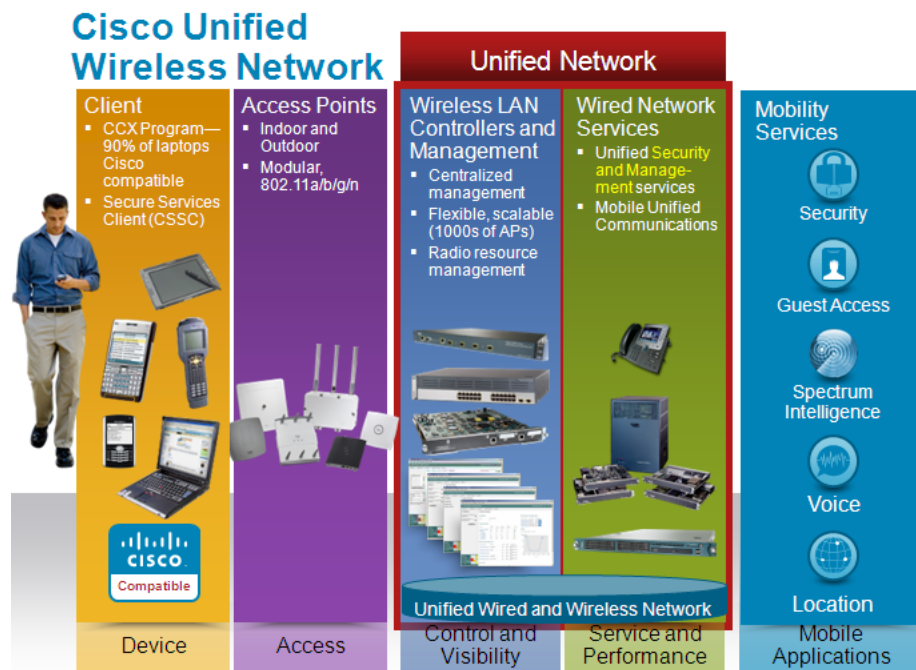


Figura 3. Cisco Unified Wireless Network (Academy Cisco System, 2010)

2.1.10 Cisco Mesh Access Point

El Access Point Cisco Aironet MESH al aire libre proporciona la seguridad, capacidad de gestión, fiabilidad y facilidad de despliegue para crear redes WLAN de alto rendimiento para redes inalámbricas al aire libre.

La serie Cisco Aironet funciona con los controladores de LAN inalámbrica de Cisco y Cisco Wireless Control System (WCS) Software, la centralización de las funciones principales de las redes LAN inalámbricas para proporcionar una gestión escalable, la seguridad y la movilidad que es perfecta entre los despliegues de interior y al aire libre. Diseñado para soportar implementaciones de configuración cero, la serie Cisco Aironet se une con facilidad y seguridad de la red de malla, y está disponible para gestionar y controlar la red a través del controlador y gráfica WCS o interfaces de línea de comandos (CLI). Cumple con Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2) y Advanced Encryption Standard (AES) basado en hardware que

emplean entre nodos inalámbricos, la serie Cisco Aironet provee la seguridad de extremo a extremo. (Academy Cisco System, 2010)

Los puntos de acceso 802.11n de interior son de dos dispositivos de infraestructura de radio Wi-Fi para los despliegues de interior selectos. Uno de radio se puede utilizar para (cliente) de acceso local para el punto de acceso y el otro de radio puede ser configurado para backhaul inalámbrico. La red de retorno sólo se admite en la radio 5-GHz. Malla 11n Enterprise admite P2P, P2MP y tipos de malla de arquitecturas.

Usted tiene la opción de ordenar los puntos de acceso interiores directamente en el modo bridge, por lo que estos puntos de acceso se pueden utilizar directamente como puntos de acceso mesh. Si usted tiene estos puntos de acceso en un modo local, entonces usted tiene que conectar estos puntos de acceso al controlador y cambiar el modo de AP en el modo bridge (MESH). Este escenario puede llegar a ser complicado especialmente si el volumen de los puntos de acceso se están desplegando es grande y si los puntos de acceso ya están desplegados en el modo local para una cobertura inalámbrica tradicional. (Academy Cisco System, 2010)

La Access point de Cisco Mesh están equipadas con las siguientes dos radios que operan simultáneamente:

- De radio de 2,4 GHz se utiliza para el acceso de clientes
- De radio de 5 GHz utilizado para backhaul de datos

La radio de 5 GHz es compatible con el 5,15 GHz, 5,25 GHz, 5,47 GHz y 5,8 GHz

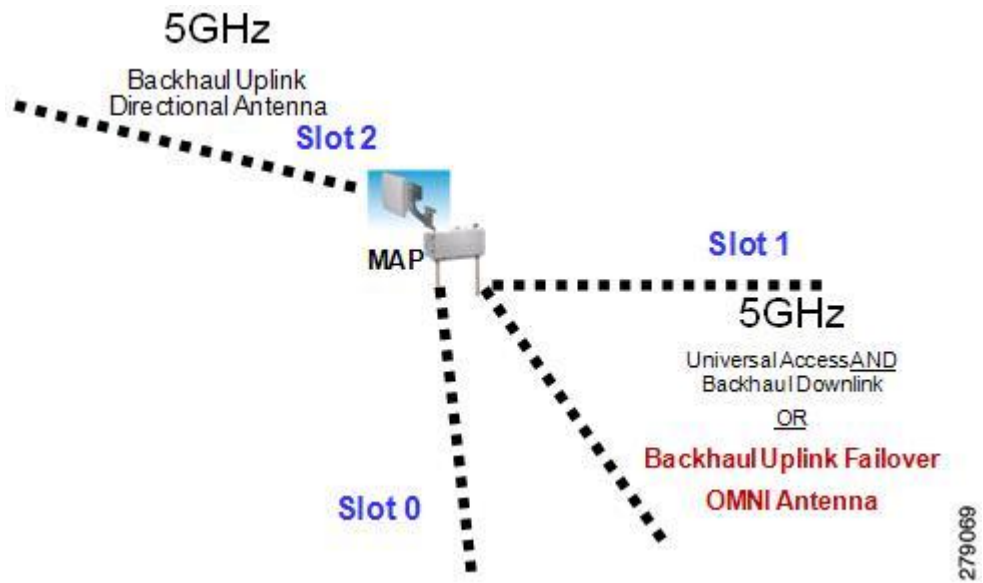


Figura 4. Radio de operatividad AP (Academy Cisco System, 2010)

El Cisco Mesh AP es el componente principal de la solución inalámbrica de malla y aprovecha las características y funciones nuevas y existentes en los controladores de LAN inalámbrica y la WCS.



Figura 5. Access Point Cisco (Academy Cisco System, 2010)

Una amplia variedad de antenas están disponibles para proporcionar flexibilidad a la hora de implementar el 1500 Series Mesh AP sobre terrenos diversos. La radio frecuencia de 5,8 GHz y utiliza la tecnología 802.11a se utiliza en el sistema como la red de retroceso o de radio relay. El tráfico de cliente LAN inalámbrica llega a la AP a través de la radio de 2,4 GHz pasa bien a través de la radio de backhaul AP o se retransmite a través de otros puntos de acceso de malla de la serie 1500 hasta que llega a la conexión de Ethernet WLC.

La Serie 1500 de malla AP también tiene una conexión Ethernet 10/100 para proporcionar la modalidad bridge. Esta conexión Ethernet soporta alimentación por Ethernet (PoE), a través de un sistema de inyección de alimentación independiente.

El Cisco Mesh AP utiliza LWAPP para comunicarse con un controlador inalámbrico y otros Mesh APs en la malla inalámbrica.

La Serie 1500 de MESH AP está diseñado para ser montado al revés con su antena orientado verticalmente, como se muestra en la figura. (CISCO SYSTEM , 2005)



Figura 6. Instalación de la Serie Mesh AP 1500 (CISCO SYSTEM , 2005)

- Punto de acceso de malla que permite rentable, despliegue escalable de redes LAN inalámbricas exteriores seguras para redes metropolitanas o recintos empresariales
- Disponible sólo en una versión ligera
- Ideal para el exterior
- Recomendado para la prestación de servicios y aplicaciones inalámbricas para el gobierno local, la seguridad pública y las agencias de transporte

2.1.10.1 Access Point Cisco Mesh para exterior

Access Point Cisco Mesh para exterior forman parte de los Cisco Aironet 1500 puntos de acceso serie. La serie 1500 incluye 1.552 11n puntos de acceso al aire libre de malla, 1522 de doble radio de los puntos de acceso de malla, y 1.524 de radio de múltiples puntos de acceso mesh. Hay dos modelos del 1524, que son los siguientes:

- El modelo de seguridad pública, 1524PS
- El modelo de red de retorno de serie, 1524SB

El Access Point MESH también puede funcionar como un nodo de retransmisión para otros puntos de acceso que no están conectados directamente a una red cableada. Enrutamiento inteligente inalámbrica es proporcionada por el Protocolo de Adaptive Path Wireless (AWPP). Este protocolo de Cisco permite a cada punto de acceso mesh para identificar sus vecinos y de forma inteligente elegir la ruta óptima a la red cableada mediante el cálculo del coste de cada ruta en términos de la intensidad de la señal y el número de saltos necesarios para llegar a un controlador.

AP1500s se fabrican en dos configuraciones diferentes: cable y sin cable.

- La configuración de los cables puede montarse a una cadena por cable y soporta más de potencia-cable (POC).
- La configuración sin cable soporta múltiples antenas. Se puede montar en una pared poste o edificio y apoya varias opciones de energía. (Academy C. S., 2008)

2.1.10.2 Bandas de Frecuencia

Tanto las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz de frecuencia se apoyan en los puntos de acceso de interior y al aire libre. Además, la banda de seguridad pública de 4,9 GHz es compatible con el Access point.

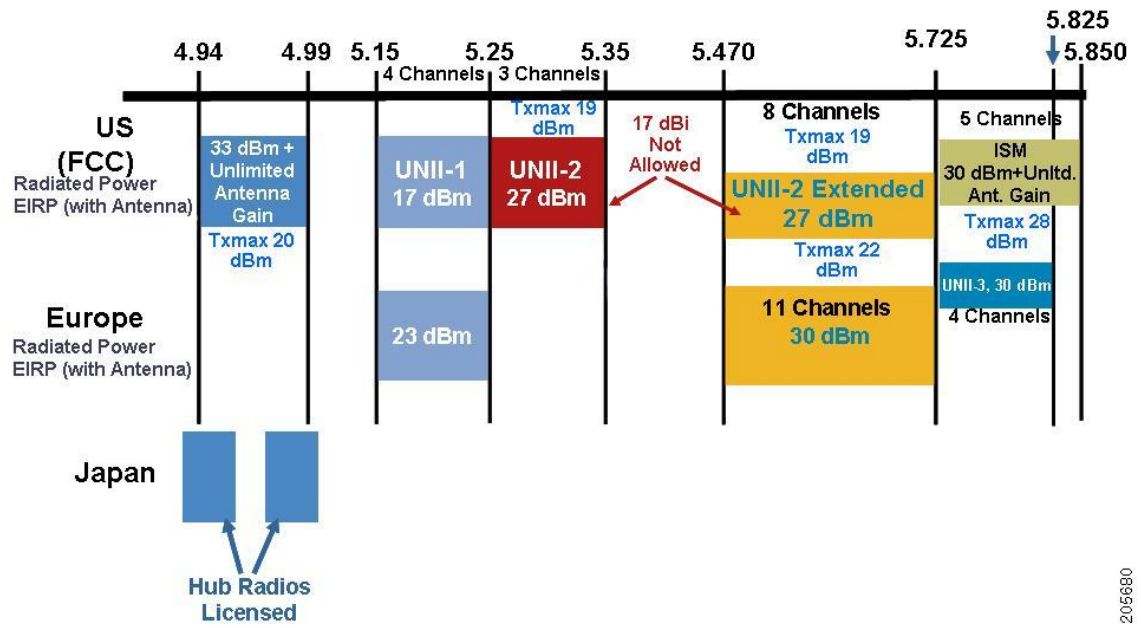


Figura 7. Bandas de frecuencias. (Academy C. S., 2008)

205680

Tabla 1. Banda de frecuencias (Academy C. S., 2008)

Términos Banda de frecuencia	Descripción	Modelo de Apoyo
UNII-1 4	Reglamento para dispositivos UNII que operan en la banda de frecuencia de 5,15 a 5,25 GHz. Única operación cubierta,	1130, 1240, y todos los puntos de acceso de interior 11n
UNII-2	Reglamento para dispositivos UNII que operan en la banda de frecuencia de 5,25 a 5,35 GHz. DFS y TPC son obligatorios en esta banda.	1130, 1240, todos los puntos de acceso interiores 11n, 1522, 1524SB, y 1552 (excepto-A de dominio)
UNII-2 Ampliada	Reglamento para UNII-2 dispositivos que funcionan en la banda de frecuencias de 5,470 a 5,725	AP 1130, 1240, todos 11n de interior, 1522, 1524SB, 1552
ISM 5	Reglamento para dispositivos UNII que operan en la banda de frecuencias 5,725-5,850 GHz.	1130, 1240, todos los puntos de acceso 11n de interior, 1522, 1524 (AP1524PS y AP1524SB), 1552

2.1.11 Opciones de Antena

Una amplia variedad de antenas están disponibles para proporcionar flexibilidad a la hora de implementar los puntos de acceso de malla sobre diversos terrenos. 5 GHz se utiliza como red de retorno y 2,4 GHz se utiliza para el acceso de clientes. (Academy C. S., 2008)

La Tabla enumera las antenas de 2,4 y 5 GHz externos compatibles con AP1500s.

Tabla 2. Tabla Antena Externa de 2.4 y 5 GHz (Academy C. S., 2008)

Tabla Externa de 2.4 y 5 GHz		
Número de pieza	Modelo	Ganancia (dBi)
AIR-ANT2450V-N	2.4-GHz omnidireccional compacta	5
AIR-ANT-2455V-N	2.4-GHz omnidireccional compacta	5.5
AIR-ANT2480V-N	Omnidireccional de 2,4 GHz	8.0
AIR-ANT5180V-N	5-GHz omnidireccional compacta	8.0
	4.9-GHz omnidireccional compacta	7.0
AIR-ANT5140V-N	5 GHz en ángulo recto omnidireccional	4.0
AIR-ANT58G10SSA-N	Sector 5-GHz	9.5
AIR-ANT5114P-N	4,9-a patch2 5 GHz	14.0
AIR-ANT5117S-N	4,9-a 5-GHz de 90 grados sector2	17.0
AIR-ANT2547V-N	2.4 de 5-GHz omnidireccional de doble banda	4 dBi a 2,4 GHz y 7 dBi a 5 GHz

Las antenas omnidireccionales compactas se montan directamente en el punto de acceso.

Las antenas omnidireccionales compactas se montan directamente en el punto de acceso.

El uso de la banda de 4,9 GHz requiere una licencia y sólo puede utilizarse por los operadores de Seguridad Pública calificados como se define en la Sección 90.20 de las reglas de la FCC. (Academy C. S., 2008)

2.1.11.1 Haz horizontal y vertical de las antenas.

La segunda tabla resume la anchura de haz horizontal y vertical para las antenas de Cisco.

Tabla 3. Tabla horizontal y vertical Ancho de haz de Cisco Antenas (Academy C. S., 2008)

Tabla horizontal y vertical Ancho de haz de Cisco Antenas		
Antena	Ancho de haz horizontal (grados)	Ancho de haz vertical (grados)
AIR-ANT5180V-N	360	16
AIR-ANT58G10SSA-N	60	60
AIR-ANT5114P-N	25	29
AIR-ANT5117S-N	90	8
AIR-ANT2547V-N	360	30

2.1.11.2 Tipos de conectores para las antenas.

N-Conectores

Todas las antenas externas están equipadas con conectores N-macho.

AP1552 E / H tiene tres N-conectores para conectar antenas de doble banda.

AP1552 C / No tengo N-conectores ya que vienen con antenas incorporadas.

AP1522 tiene tres N-conectores separados para conectar dos antenas de 2,4 GHz y una N-conector para un 5 - Antena GHz. (Academy C. S., 2008)

AP1524PS y AP1524SB tienen cinco conectores N para conectar tres antenas de 2,4 GHz y dos conectores N para bandas 5-GHz/4.9-GHz.

Cada radio tiene al menos un puerto de TX / RX. Cada radio debe tener una antena conectada a al menos uno de sus puertos disponibles TX / RX.

Ubicaciones de la antena de 5,8 GHz, 4,9 GHz y 2,4 GHz son fijas y etiquetadas. (Academy C. S., 2008)

La siguiente figura muestra la colocación de la antena por un punto de cable de un Access point:

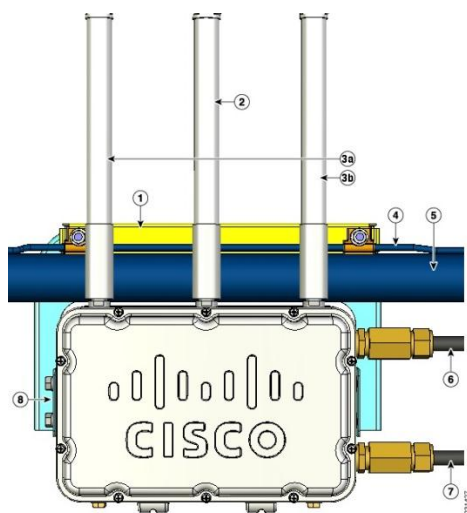


Figura 8. Colocación de la antena 2 radios. (Academy C. S., 2008)

Tabla 4. Colocación de la antena 2 radios (Academy C. S., 2008)

1	Soporte de abrazadera con abrazaderas de cable (parte del kit de montaje en cadena, pedir por separado)	5	Haz de cable
2	Antena de 5 GHz (Tx / Rx)	6	Conexión 2 fibra óptica
3a	Antenas de 2,4 GHz (Tx / Rx)	7	Entrada de alimentación POC cable
3b	Antenas de 2,4 GHz (Rx) 2	8	Soporte de montaje en Strand (parte de la cadena de montaje en kit, pedir por separado)
4	Cable de soporte de Strand		

Esta figura muestra la colocación de un Access point en un punto de fibra de dos radios

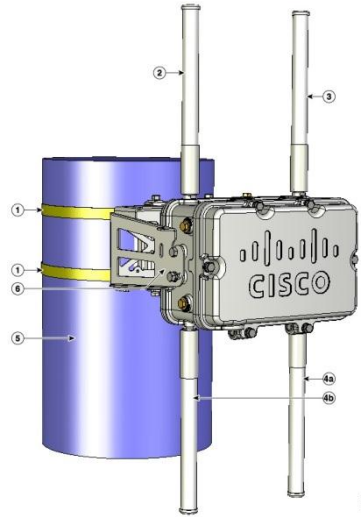


Figura 9. Colocación de un Access point en un punto de fibra de dos radios (Academy C. S., 2008)

Tabla 5. Colocación de un Access point en un punto de fibra de dos radios (Academy C. S., 2008)

1	Correas de montaje de acero inoxidable (parte del kit de montaje en poste)	4b	2.4 GHz antenas (Tx / Rx)
2	Antena de 2.4 GHz (Rx)	5	Polo (madera, metal, o fibra de vidrio), 2 a 16 pulgadas (5,1 a 40,6 cm) de diámetro
3	Antena de 5 GHz (Tx / Rx)	6	Soporte de montaje (parte del kit de montaje en poste)
4a	2.4 GHz antenas (Rx)		

Esta figura muestra la colocación de un Access point de 3 antenas de radio.

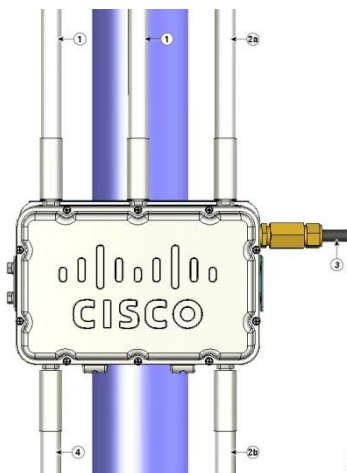


Figura 10. Colocación de un Access point de 3 antenas de radio (Academy C. S., 2008)

Tabla 6. Colocación de un Access point de 3 antenas de radio (Academy C. S., 2008)

1	Antena de 2.4 GHz (Rx)	3	Conexión de fibra óptica
2a	Antena de 5 GHz (Tx / Rx)	4	Antena 5-GHz/4.9-GHz (Tx / Rx)
2b	Antena de 2.4 GHz (Tx / Rx)		

2.1.11.3 Antena Configuraciones para 1552

El punto de acceso 1552 es compatible con los siguientes dos tipos de antenas diseñadas para uso en exteriores con las radios que operan en la frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz:

- Cisco Aironet de perfil bajo de doble banda 2.4 / 5 GHz Antena dipolo Array (CPN 07-1123-01), un conjunto integrado de tres antenas dipolo de banda dual
- Cisco Aironet Dual-Band Antena Omnidireccional (AIR-ANT2547V-N), conocido como "palo" antenas

Hay dos tipos de configuraciones de montaje están disponibles: la cadena de montaje en cable y montaje del poste.

El 1552 los modelos C y los puntos de acceso están equipadas con tres nuevas antenas de doble banda integrados, con 2 dBi de ganancia a 2,4 GHz y 4 dBi de ganancia en 5 GHz. Las obras de la antena de haz de cables de montaje y aplicaciones de bajo costo, de bajo perfil. (Academy C. S., 2008)

2.1.11.4 Montaje aéreo

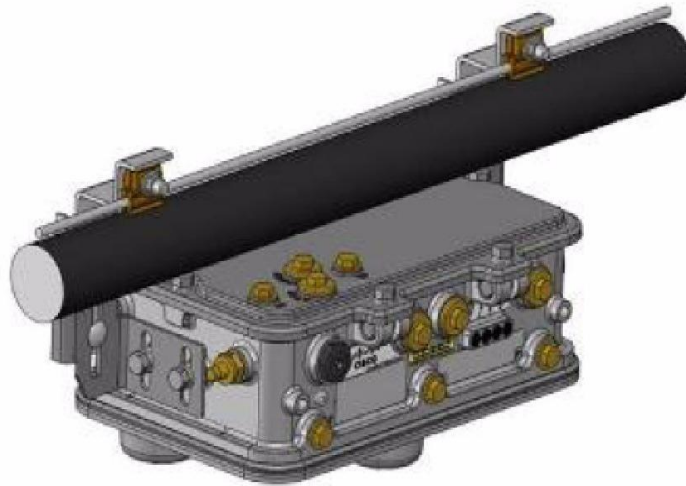


Figura 11. Montaje aéreo (Academy C. S., 2008)

331444

2.1.11.5 Polo / montaje en pared

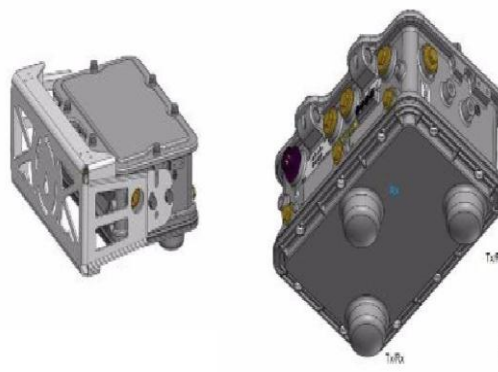


Figura 12. Montaje en pared (Academy C. S., 2008)

331445

Los 1.552 E y H los puntos de acceso están equipadas con tres N-tipo de radio frecuencia (RF) conectores (puertos de antena 4, 5 y 6) en la parte inferior de la unidad para antenas externas para apoyar múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) la operación como se muestra en la siguiente figura. Cuando se usa el Cisco Aironet AIR-ANT2547V-N Dual-Band Antena omnidireccional opcional, las antenas de 2,4 y 5 GHz se conectan directamente con el punto de acceso. Estas antenas tienen 4 dBi de ganancia en 2,4 GHz y 7 dBi de ganancia a los 5 GHz. (Academy C. S., 2008)

2.1.11.6 Polo / montaje en pared

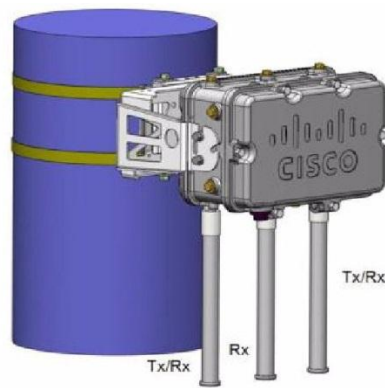


Figura 13. Polo/ Montaje en pared. (Academy C. S., 2008)

2.1.11.7 Instalación de Access point al aire libre polo superior

Esta figura muestra una de las instalaciones recomendadas de un AP1500 al aire libre.

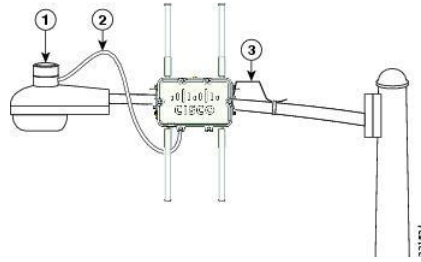


Figura 14. Instalación al aire libre Polo Superior (Academy C. S., 2008)

Tabla 7. Instalación al aire libre Polo Superior (Academy C. S., 2008)

1	Control de la luz al aire libre	3	Cable de tierra de cobre de 6 AWG
2	Adaptador para toma de poder de la farola		

2.1.12 Controladores de Cisco Wireless LAN

El controlador de Cisco Wireless Controller ofrece una mayor fiabilidad y un mayor rendimiento. Estos controladores te permiten utilizar aplicaciones que utilicen voz y video a través de una red inalámbrica con esto los usuarios podrían moverse cómodamente sin tener cortes ni interrupciones del servicio. (Academy C. S., 2008)



Figura 15. Wireless Controller System (Academy C. S., 2008)

2.1.12.1 Cisco Wireless controller 5508 ofrecen:

Dimensionamiento y mayor rendimiento.

- Permite aproximadamente hasta conexión de 7000 clientes y alrededor de 500 puntos de acceso.
- Este controlado soporta hasta configuraciones de red 802.11n y 802.11ac
- Se pueden gestionar hasta 500 puntos de forma simultanea

Movilidad en los servicios

- Con esto garantizamos seguridad en las conexiones
- Menor gestión de intinerancia de la red.
- Voz y video de alta calidad.

Permite escalabilidad y flexibilidad

- Tiene la opción de adicionar puntos adicionales con el paso del tiempo.
- Contribuye con la solución escalable y segura. (Cisco A. , 2011)

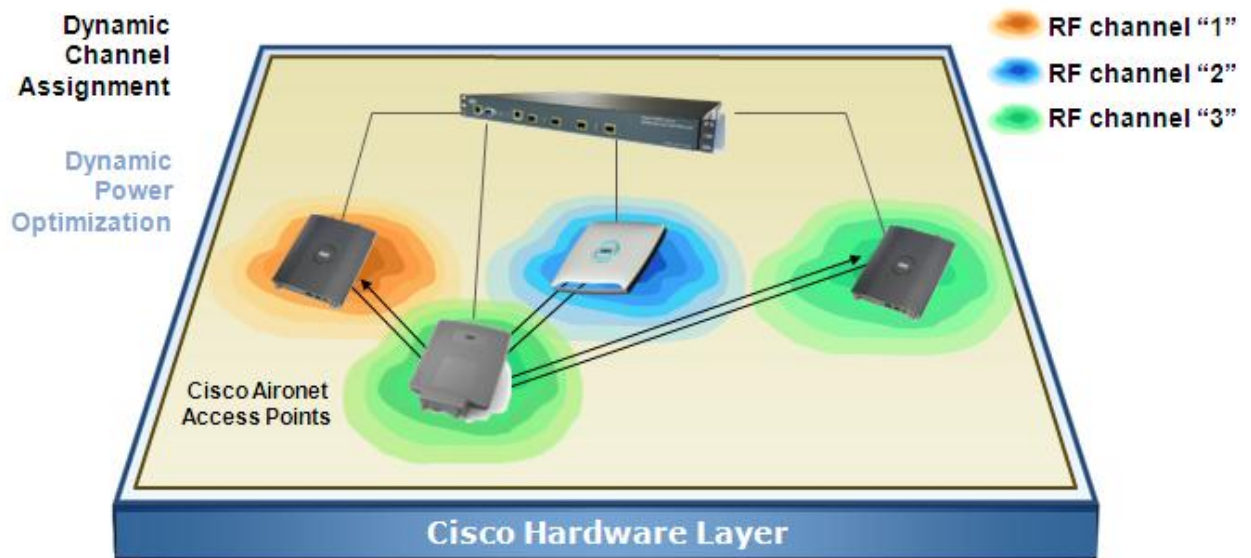


Figura 16. Cisco Hardware Layer (Cisco A. , 2011)

La solución de Wireless MESH es compatible con el controlador de la serie Cisco 5500 Wireless LAN (WLC) y el Módulo de Servicios de Cisco Wireless (WiSM). Se recomienda cualquiera de las plataformas para implementaciones inalámbricas en malla, ya que pueden tanto en escala de un gran número de puntos de acceso y se puede apoyar tanto la Capa 2 y Capa 3 conexiones LWAPP. (Cisco A. , 2011)



Figura 17. Cisco 5500 Wireless LAN Controller



Figura 18. Cisco 5500 Wireless LAN Controller (Cisco A. , 2011)

2.1.12.2 Puertos en los controladores de LAN inalámbrica de Cisco Serie 4400

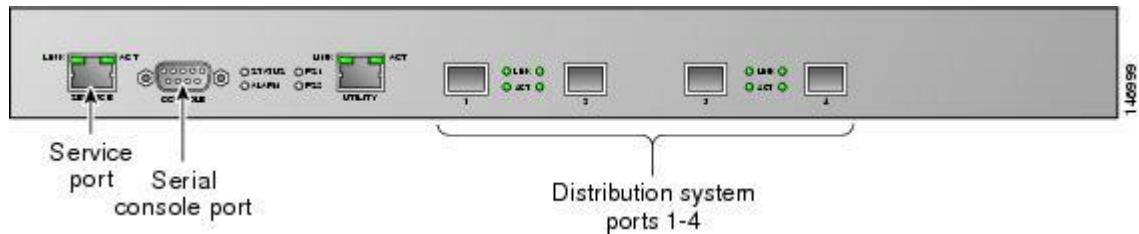


Figura 19. Puertos en los controladores de LAN inalámbrica de Cisco Serie 4400 (Cisco A. , 2011)

2.1.12.3 Puertos en los controladores de LAN inalámbrica de Cisco Serie 5500

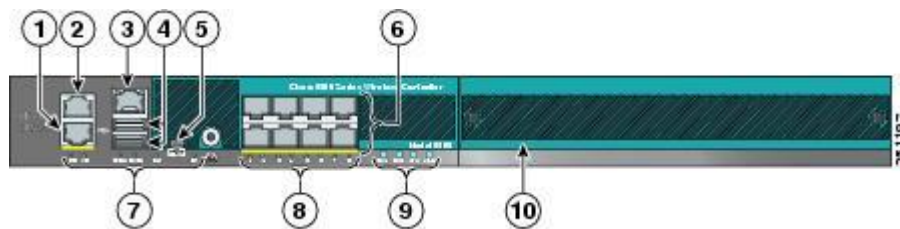


Figura 20. Puertos en los controladores de LAN inalámbrica de Cisco Serie 5500 (Cisco A. , 2011)

Sólo se puede utilizar un puerto de consola (ya sea RJ-45 o mini USB). Cuando se conecta a un puerto de la consola, el otro está desactivado. (Cisco A. , 2011)

2.1.13 Sistema de control inalámbrico (WCS)

El Cisco Prime Infrastructure proporciona una plataforma gráfica para la planificación de malla inalámbrica, configuración y administración. Los administradores de red pueden utilizar la infraestructura de Prime para diseñar, controlar y supervisar las redes de malla inalámbricas desde una ubicación central.

Con el Primer Infraestructura, los administradores de red tienen una solución para la predicción de RF, el aprovisionamiento de políticas, optimización de redes, resolución de problemas, seguimiento de usuarios, control de seguridad, y la gestión de los sistemas de LAN inalámbrica. Las interfaces gráficas hacen despliegue y operaciones sencillas y rentables de LAN inalámbrica. Los informes detallados de tendencias y análisis hacen que el Prime Infraestructura vital para las operaciones de red en curso.

El Prime Infraestructura se ejecuta en una plataforma de servidor con una base de datos integrada, que proporciona escalabilidad que permite a cientos de controladores y miles de puntos de acceso de Cisco malla para ser manejadas. Los controladores pueden estar ubicados en la misma LAN que el Primer Infraestructura, en subredes enrutadas por separado, o a través de una conexión de área amplia. (Academy C. S., 2008)

2.2 Wireless Mesh vecinos, padres y niños

Las relaciones entre los Acces Point MESH son como padre, hijo o vecino

- Un punto de acceso de los padres ofrece la mejor ruta de vuelta a la RAP en base a sus valores facilidad. Un padre puede ser el RAP sí mismo u otro MAP.
 - Facilidad se calcula utilizando el SNR y el valor enlace hop de cada vecino. Múltiples opciones dadas, en general, un punto de acceso con un valor mayor facilidad se selecciona.

- Un punto de acceso niño selecciona el punto de acceso de los padres como su mejor ruta de vuelta a la RAP.
- Un punto de acceso vecino está dentro del rango de RF de otro punto de acceso, pero no se ha seleccionado como su padre o un niño porque sus valores son la facilidad inferior a la de los padres.

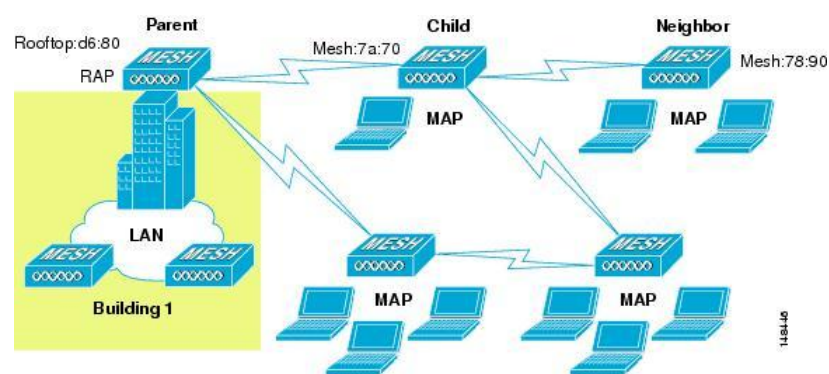


Figura 21. Wireless Mesh vecinos, padres y niños (Academy C. S., 2008)

2.2.1 Criterios para elegir Padre.

AWPP sigue este proceso en la selección de los padres para un RAP o MAP con un backhaul radio:

- Una lista de canales con los vecinos se genera por exploración pasiva en la *exploración de estado*, que es un subconjunto de todos los canales de backhaul.
- Los canales con los vecinos se buscan mediante el escaneo de forma activa en la busca del estado y el canal de retroceso se cambia al canal con el mejor vecino. (Academy C. S., 2008)

Este algoritmo se ejecuta en el arranque y siempre que se pierda uno de los padres y no existe ningún otro padre potencial, y por lo general es seguido por la red CAPWAP y el descubrimiento del controlador. Todas las tramas de protocolo vecino llevan la información del canal.

Mantenimiento de Padres se produce por el nodo hijo enviando un NEIGHBOR_REQUEST dirigido a los padres y los padres de responder con un NEIGHBOR_RESPONSE.

Optimización de los padres y de actualización se produce por el nodo hijo enviando una emisión NEIGHBOR_REQUEST en el mismo canal en el que reside su padre, y mediante la evaluación de todas las respuestas de los nodos vecinos en el canal.

Un punto de acceso de malla padre provee el mejor camino de vuelta a un RAP. AWPP utiliza la facilidad para determinar la mejor ruta. Facilidad puede ser considerado como el opuesto de coste, y la ruta preferida es la ruta con la mayor facilidad.

2.2.2 Facilidad de cálculo

Facilidad se calcula utilizando la SNR y el valor de salto de cada vecino, y aplicando un multiplicador basado en diversos umbrales SNR. El propósito de este multiplicador es aplicar una función de difusión a las relaciones SNR que refleja varias calidades de enlace. (Academy C. S., 2008)

La figura muestra la selección de la ruta de los padres donde MAP2 prefiere el camino a través de MAP1 debido a que el valor de aceleración ajustado (436.906), aunque este camino es mayor que el valor de aceleración (262.144) de la trayectoria directa de MAP2 al RAP.

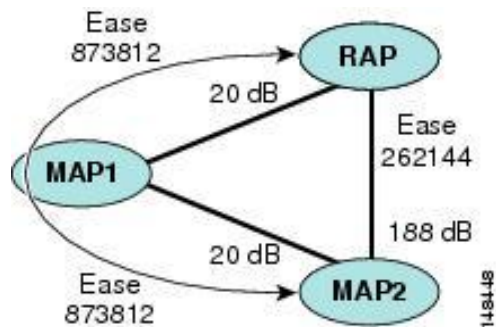


Figura 22. Selección de la ruta MAP (Academy C. S., 2008)

2.3 Decisión de Padres

Un punto de acceso de malla de matriz se elige mediante el uso de la facilidad ajustado, que es la facilidad de cada vecino dividido por el número de saltos al RAP: ajustado facilidad = $\min(\text{facilidad en cada salto}) / \text{Número de saltos}$

2.4 SNR Smoothing

Uno de los retos en el enrutamiento WLAN es la naturaleza efímera de la RF, que debe ser considerado en el análisis de una vía óptima y decidir cuándo se requiere un cambio en la ruta de acceso. El SNR en un enlace de RF dado puede cambiar sustancialmente de un momento a otro, y el cambio de trayectorias de rutas basado en esas fluctuaciones como resultado una red inestable, con un rendimiento muy degradado. Para capturar eficazmente el SNR subyacente, sino eliminar las fluctuaciones de momento a momento, una función de suavizado se aplica que proporciona una SNR ajustada. (Academy C. S., 2008)

En la evaluación de los posibles vecinos contra el padre actual, el padre se da el 20 por ciento de la prima-estar en la cima de la facilidad calculada de los padres, para reducir el efecto de ping-pong entre los padres. Un padre potencial debe ser significativamente mejor para un niño para hacer un interruptor. Conmutación de los padres es transparente a CAPWAP y otras funciones de las capas superiores. (Academy C. S., 2008)

2.5 Prevención Loop

Para asegurarse de que los bucles de enrutamiento no se crean, AWPP descarta cualquier ruta que contiene su propia dirección MAC. Es decir, la información de enrutamiento aparte de la información de salto contiene la dirección MAC de cada salto a la RAP, por lo tanto, un punto de acceso de malla puede detectar y descartar rutas que bucle fácilmente.

2.6 Beneficios de control de sistema inalámbrico:

- Reduce los costos operacionales con herramientas integradas, guías y plantillas
- Mejora la eficiencia de TI a través de una interfaz gráfica de usuario intuitiva y flexible facilidad de uso
- Minimiza las necesidades de personal a través del control centralizado
- Escalas para apoyar las redes LAN inalámbricas locales o remotas de cualquier tamaño
- Protege el rendimiento de 802.11n al mitigar la interferencia de RF con tecnología Cisco CleanAir (Control) (Academy C. S., 2008)

3 DISEÑO

Se propone la implementación para la optimización de la plataforma de Wireless centralizado Cisco, sistema ampliamente probado y cuyas características y funcionalidades satisfarán los requerimientos de CONTECON

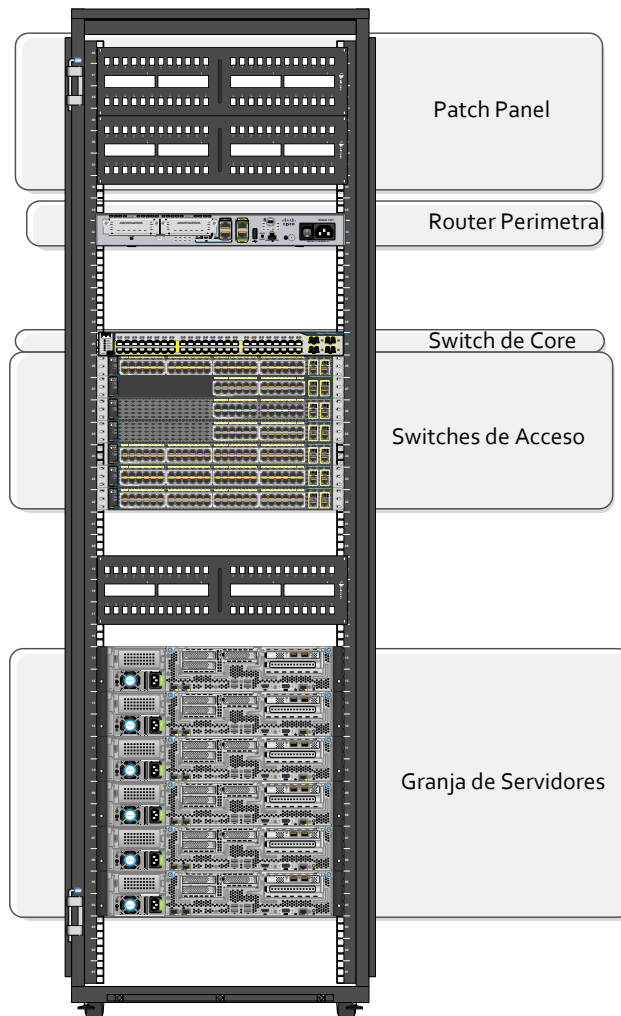
3.1 Diseño de infraestructura

Contecon posee una red LAN dimensionada para 150 usuarios en el edificio principal, sin embargo en el área de aforo no existen equipos tecnológicos fijos y es aquí donde se requiere que los usuarios mantengan una conectividad inalámbrica robusta y fiable que les permita tener movilidad dentro de un área de 20000 m².

3.1.1 Estado de la red actual

En el cuarto de telecomunicaciones se posee 7 switches de acceso que se utilizan para interconectar los usuarios de la red LAN, 1 switch de core que interconecta los switches de acceso y se conecta al router perimtral y brinde servicio de internet y conectividad WAN con el edificio principal, 6 servidores donde se almacenan aplicaciones WEB, correo electrónico, etc., de CONTECON

RACK DE TELECOMUNICACIONES CONTECON



Los fiscalizadores de Contecon contarán con dispositivos móviles que soportan el estándar 802.11 a/b/g/n (Wi-Fi). Deben llevar un registro del contenido que ingrese al área de aforo, ingresando a un portal web en el cual se recopila la información en tiempo real y a su vez es almacenada en una granja de servidores ubicados físicamente en el edificio principal del cliente.

Debido a la necesidad de tener cobertura inalámbrica en el área de aforo de CONTECON, contempla el diseño de un sistema inalámbrico, el cual

proporcionará el acceso al personal desde cualquier ubicación que se encuentre dentro del área de cobertura.

3.2 Dimensionamiento de Access Point MESH Outdoor 1500

El diseño a implementar considera 4 elementos outdoor que permiten utilizar doble banda de frecuencia. La frecuencia de 5 GHz se utilizará para enlazar el Access point principal con los demás equipos con el objetivo principal de reducir los costos de cableado, es decir al conectar todos los Access point en una wireless MESH no se requiere de un punto de red por cada equipo, solo se tendría que energizarlo. La frecuencia de 2.4 GHz se utilizará para brindar cobertura hacia los usuarios y que estos tengan acceso a internet o en determinados casos a la LAN de Contecon y puedan hacer uso de las aplicaciones e integrarse a la base de datos con el fin de requerir cualquier tipo de información

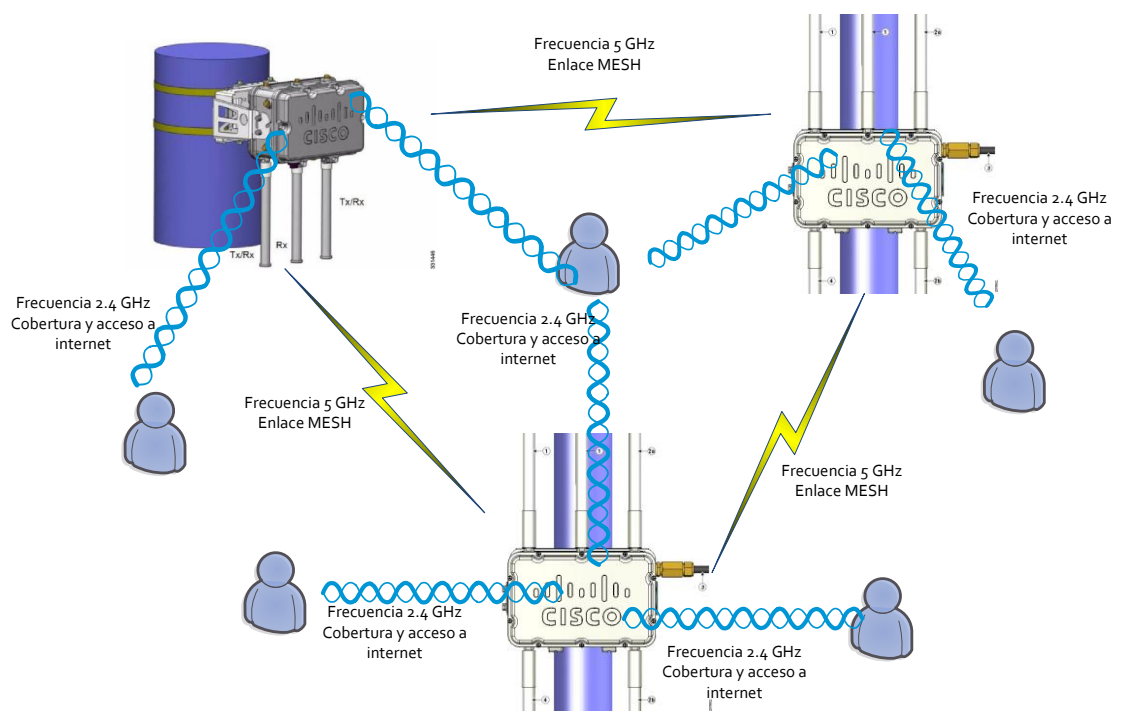


Figura 23. 6. Dimensionamiento de Access Point MESH Outdoor 1500

La ubicación de los equipos se definieron en base a la inspección realizada en sitio en la cual se utilizaron Access point para determinar el radio de cobertura y la cantidad posible de usuarios que tendrá la red Wi-Fi en estos sectores. **Ver Anexo 1**

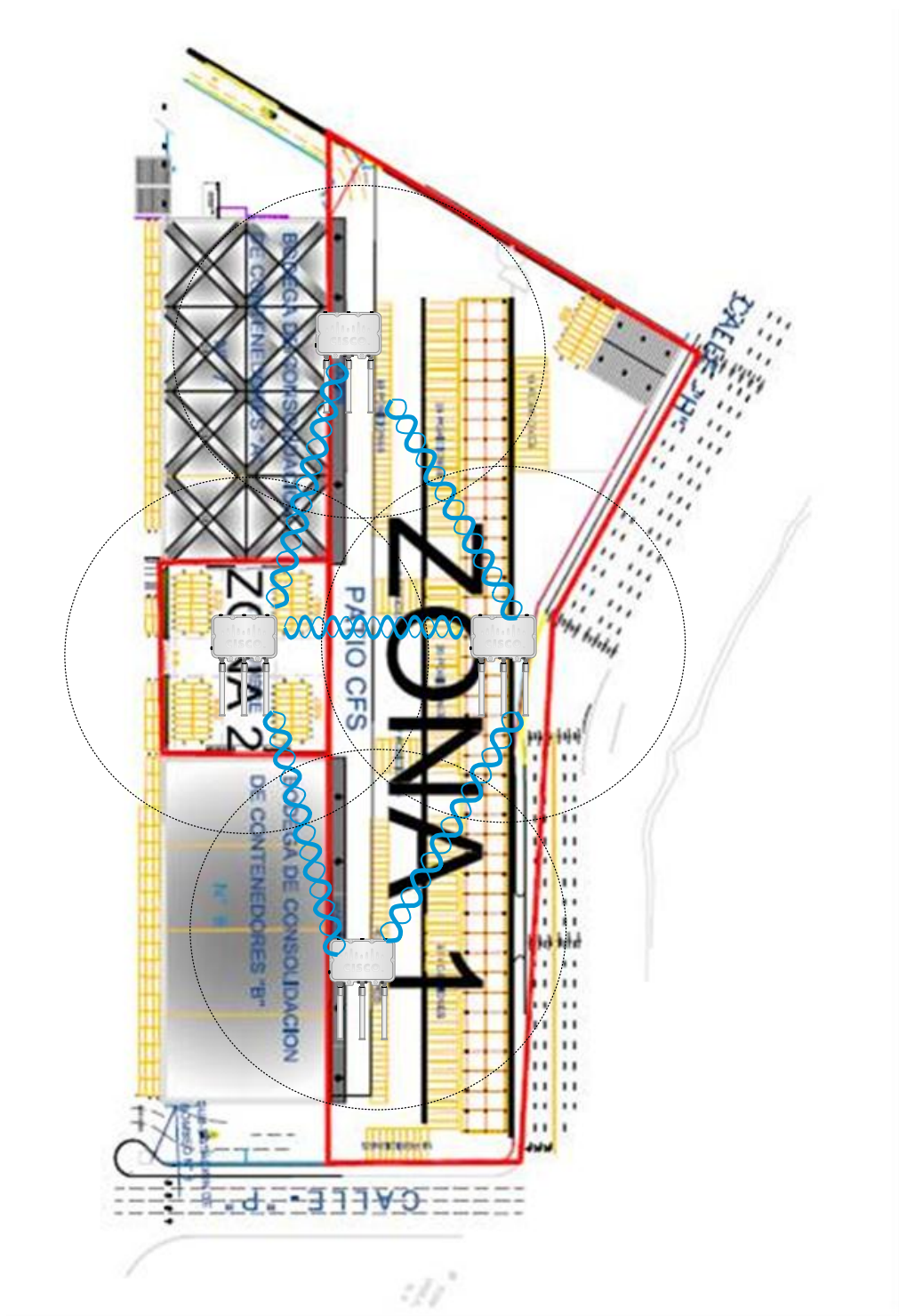


Figura 24. Ubicación de los Access Point Cisco en el área de aforo

3.3 Dimensionamiento de Wireless LAN Controller

Para administrar la red Wi-Fi se tiene un software de control sobre un equipo. Los 2 WLC que se proponen, deberán funcionar de tal manera que soporte un esquema de alta disponibilidad en modo Activo-Pasivo, es decir que un equipos WLC será el equipos principal que estará en funcionamiento al 100% y el segundo WLC estará en modo pasivo esperando a que ocurra algún tipo de falla, esto permite tener un respaldo a nivel de configuraciones, políticas de seguridad y administración, es decir se deber colocar 2 equipos controladores de la serie 5508 conectados mediante un cable UTP o de Fibra Óptica, esta conexión se la realizará en puertos disponibles que posea el equipo, la conexión de Alta disponibilidad puede ser de 1Gbps o 10Gbps, en este caso se definió a 1Gbps debido a que la red LAN del cliente es a 1Gbps.

Los equipos WLC 5508 deberán estar conectados en forma redundante hacia la capa de acceso de la red LAN de CONTECON, con la finalidad de que si el equipo principal falla el secundario pase a estar en modo activo,

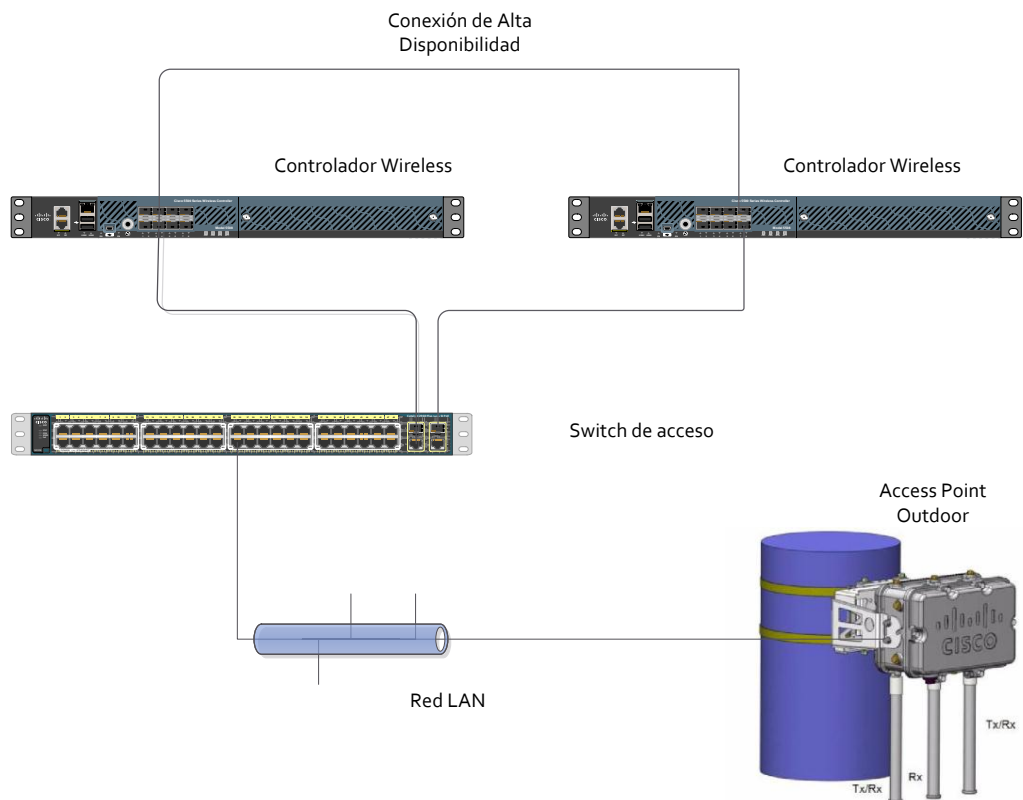


Figura 25. Dimensionamiento de Wireless LAN Controller

La idea principal de una solución de red inalámbrica es garantizar una conectividad total con la red interna de CONTECON a través de una infraestructura Wireless que permita tener alta disponibilidad sin importar puntos de red físicos, siendo este más seguro, robusto, confiable y de última generación, incrementando los niveles de servicio y funcionalidad actuales, con la capacidad de soportar nuevas demandas de tráfico y tecnologías.

El Wireless LAN Controller soporta hasta 50 Access Point, se lo dimensiono para esta cantidad de dispositivos debido que a futuro el área de Aforo de Contecon se va a integrar a nivel de infraestructura con el edificio administrativo y en conjunto deben soportar toda la red Wireless.

3.4 Dimensionamiento de Cisco Prime Infrastructure

Se dimensionó una solución que permita administrar, gestionar y monitorear el tráfico de capa de acceso que cursa por la red Wireless MESH, para lo cual se requiere un equipo que incluya el software de Cisco Prime Infrastructure licenciado para 5 dispositivos inicialmente, cabe recalcar que para seguir manejando un esquema de Alta disponibilidad se está considerando un segundo equipo para que se conecte al primario y puedan tener replicada la información si se presenta una falla a nivel lógica o física. El Cisco Primer infrastructure me permitirá analizar el tráfico que se origina en cada Access point y adicionalmente me permitirá tener una gestión sobre toda la solución hasta el punto de poder ver gráficamente el mapa del área de aforo de CONTECON y visualizar el área de cobertura de cada equipo, como se transpone el lóbulo de la señal para que todas las instalaciones tengan radio de cobertura y poder determinar interferencias de dispositivos que originen pérdida de señal.

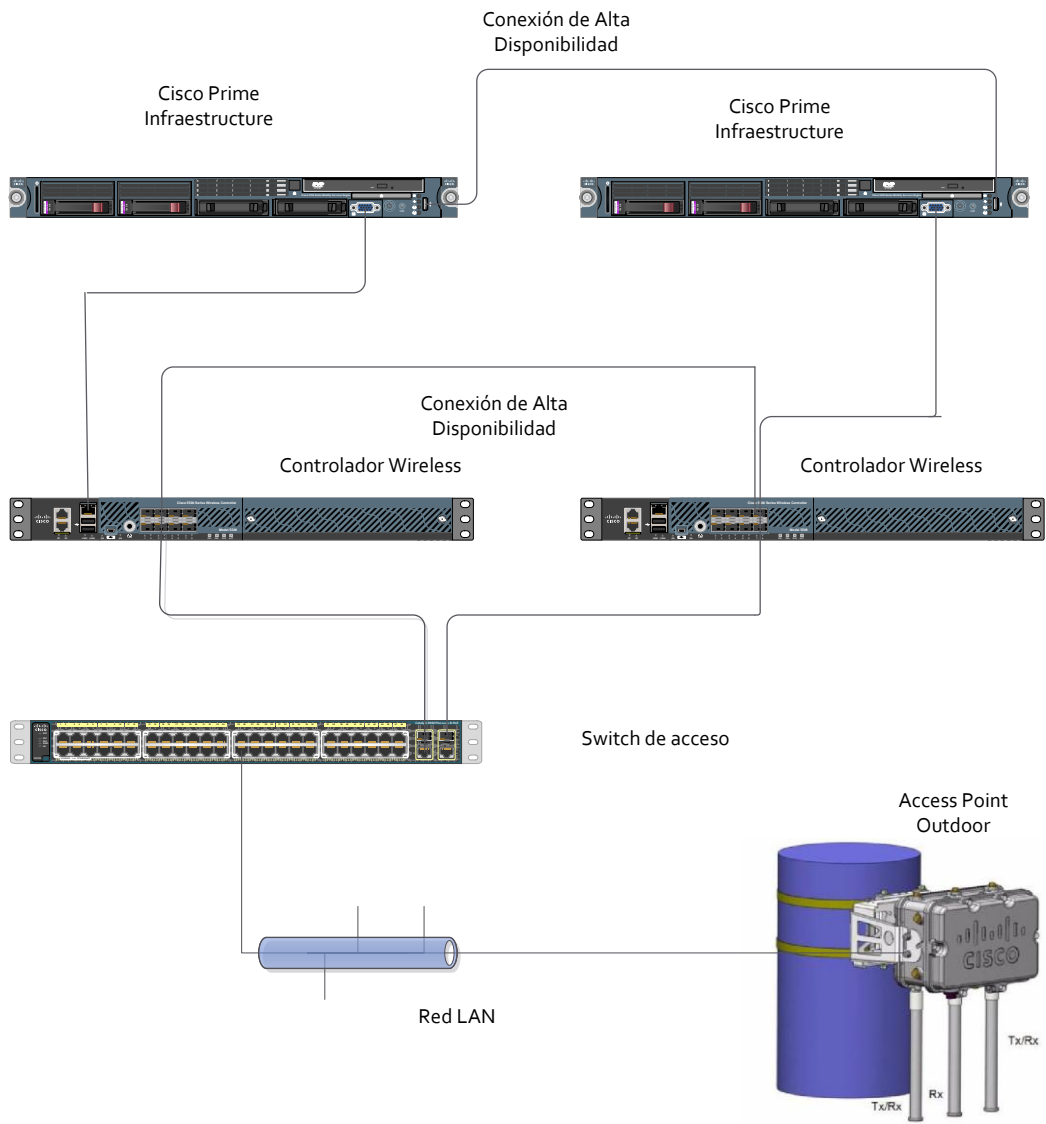
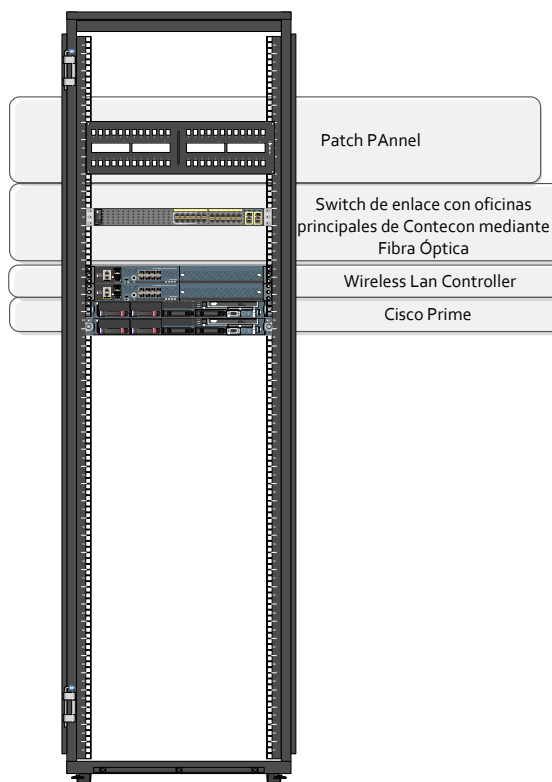


Figura 26. Dimensionamiento de Cisco Prime Infraestructura

3.5 Dimensionamiento del Rack de Telecomunicaciones del Area de Aforo de Contecon



3.6 Alcance de Implementación

Se instalara infraestructura Cisco que será adquirida por CONTECON, en el espacio reservado en los racks de comunicación o donde se estipule luego de haber revisado en conjunto con CONTECON, se recalca que esto debe cumplir los requerimientos técnicos y estándares necesarios, esto se revisará en la etapa de planificación.

Se debe considerar las siguientes características principales de la infraestructura a implementarse los cuales se describen a continuación.

Tabla 8. Características Físicas y Eléctricas de Equipos (Academy C. S., 2008)

Equipo	Dimensiones (HwWxD)	RU	Peso	
WLC 5508 Wireless Controller with 50 AP Licenses	43.9 x 203.2 x 271.5mm	1	3.5 lbs	100 to 240 VAC; 50/60 Hz
AP1552E 802.11N Outdoor Mesh Access Point Ext. Ant. A Reg. Domain	N/A	N/A	N/A	
ANT2547V-N 2.4 GHz 4dBi/5 GHz 7dBi Dual Band Omni Antenna N connector	N/A	N/A	N/A	
AIR-ACCPMK1550 1550 Series Pole-Mount Kit	N/A	N/A	N/A	
AIR-PWRINJ1500-2 1520 Series Power Injector	N/A	N/A	N/A	
Cisco Primer Licenciamiento para 5 dispositivos				

La cantidad de equipos a instalarse:

- 5 puntos de acceso distribuidos en diferentes lugares del área de aforo de CONTECON.

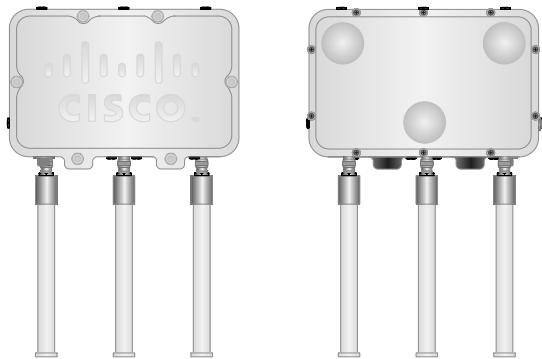


Figura 27. Puntos de acceso (Academy C. S., 2008)

- 2 WLC 5508-15.

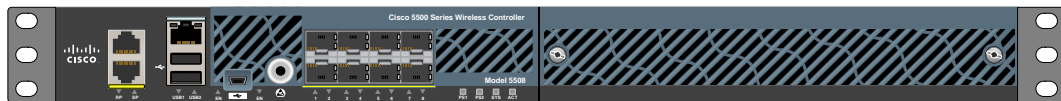


Figura 28. Wireless Controller (WLC) (Academy C. S., 2008)

- 2 Cisco Primer Infraestructure



Figura 29. Cisco Prime Infraestructure (Academy C. S., 2008)

3.6.1 Requerimientos de Implementación

Contecon debe comprometerse a cubrir estos requerimientos:

- El espacio apropiado (ver tabla 3) para la instalación de los equipos en rack.
- Los puntos eléctricos necesarios para la conexión de puntos de acceso o de los inyectores de poder.
- El cliente garantizará y certificará la puesta a tierra y entregará una toma eléctrica y de datos para conexión de cada uno de los equipos parte de este proyecto.
- Puertos de red para los equipos a conectarse correctamente identificados en el lado del centro de cómputo o cuartos de rack.
- El acceso a las instalaciones físicas para las tareas del proyecto en compañía de personal de CONTECON.

3.6.2 Fases y Dependencias

La fase de instalación está directamente ligada a la fase de planificación en los siguientes aspectos:

- Verificación de que el espacio físico en los Racks de comunicación o áreas establecidas para el caso sea el adecuado para la instalación de los equipos. (Ver tabla 3).
- Verificación de que las conexiones eléctricas estén disponibles y sean las adecuadas.

3.7 Alcance de Configuración

3.7.1 Wireless LAN Controller (WLC) 5508

La configuración del Wireless LAN Controller (WLC) Cisco para CONTECON, tiene como objetivo principal realizar la agregación de los equipos adquiridos en este proyecto para su posterior control y administración que consiste en:

1. Registro y configuración de 7 puntos de acceso nuevos.
2. Configuraciones iniciales del equipo.
3. Configuraciones Wireless del equipo.
4. Segmentación de redes por cada SSID.
5. Una red exclusiva para administración de los equipos inalámbricos.
6. Configuración independiente de los SSID que permita los diferentes esquemas de autenticación, WPA, WEB, Abierta y 802.1x, ACS o AD.
7. El SSID de los usuarios de CONTECON tendrá autenticación integrada con el AD.
8. Tener SSID para visitantes que solo tenga acceso a Internet

9. Conexión redundante del WLC a la LAN en caso las características del equipo lo permitan.
10. Administración dinámica y automática de RF.
11. Gestión y Monitoreo Centralizado.
12. Control y monitoreo de los usuarios conectados.
13. Tunel seguro para el tráfico de datos entre los APs y el WLC.
14. Pruebas de acceso de usuarios finales y monitoreo en el WLC.
15. Afinamientos para un correcto funcionamiento de la solución y acceso de usuarios finales.

3.7.2 Puntos de Acceso Inalámbrico 1552

La configuración de los APs Cisco tiene como objetivo establecer un sistema operable que cumpla con las siguientes características:

1. Configuraciones básicas para integración a WLC.
 - Dirección IP estática o DHCP.
 - Dirección de WLC.
2. Integración al WLC.
3. Agregar Acces Point Mesh a la Red Mesh
4. Adición de direcciones MAC de los puntos de acceso Mesh para realizar el MAC Filter
5. Adición de la dirección MAC del punto de acceso Mesh a la lista de filtros Controller usando de la interfaz gráfica de usuario
6. Definición del Mesh AP role
7. Configuración del AP role
8. Verificación de configuraciones de capa 3

9. Puesta en producción del equipo

10. Afinamiento

3.8 Requerimientos

CONTECON debe facilitar o desarrollar en conjunto para la configuración o levantamiento en la implementación:

- Información de VLANs del sistema.
- Gráficos actualizados de interconexión.
- Información de direccionamiento IP.
- Puntos de conexión hacia los equipos claramente identificados.
- Otro tipo de información de acuerdo a las características del sistema.
- Mapas de las instalaciones de CONTECON en formato CAD a ser cubiertas por la red WLAN.

3.9 Limitaciones

Las siguientes limitaciones tendrá esta etapa:

- Toda configuración de funcionalidades o características del equipo estará limitada a las expuestas en este alcance y/o a las acordadas en la etapa de planificación.

3.10 Fases y Dependencias

Esta fase de configuración está directamente ligada a la fase de planificación en los siguientes aspectos:

- Verificación de parámetros de direccionamiento IP del cliente.
- Verificación de asignación de puertos.
- Verificación de funcionalidades del sistema.

3.11 Definición de modelo de trabajo del proyecto

3.11.1 Entregables del Proyecto

Los entregables de este proyecto son:

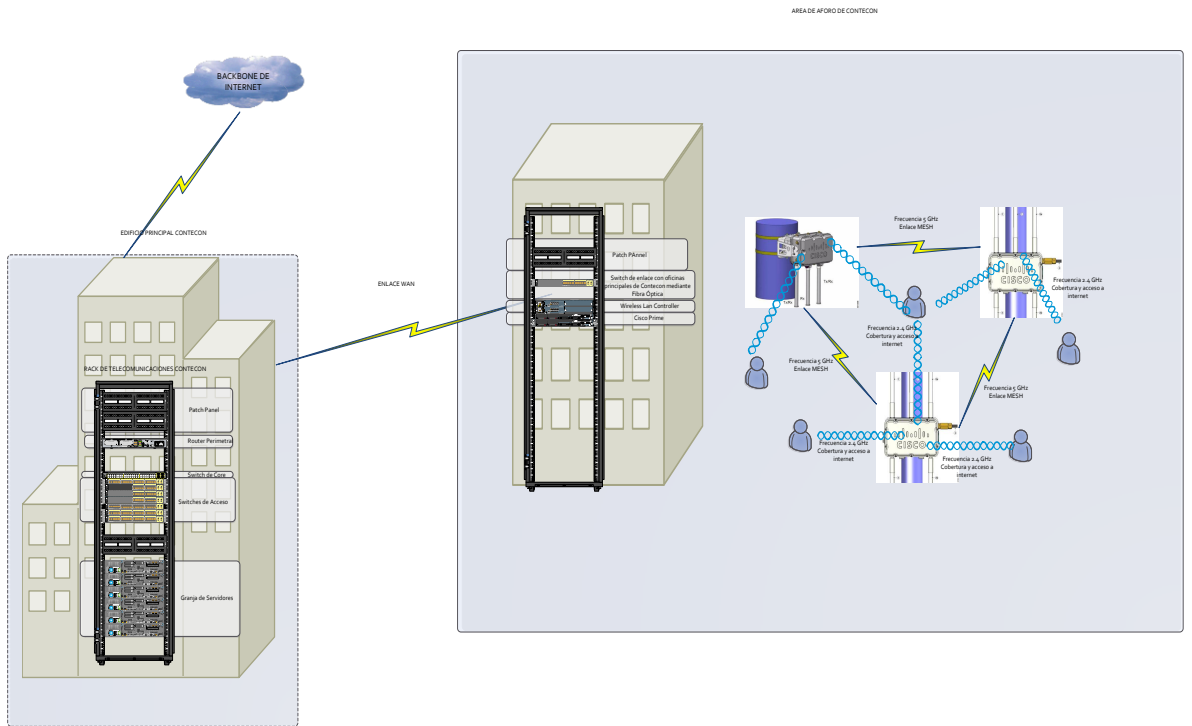
- Memoria Técnica. De instalación, operación, mantenimiento y administración de los equipos.
- Equipos configurados según el alcance definido.
- Protocolo de pruebas aceptado y firmado por el cliente.
- Soporte post-implementación de todos los equipos adquiridos en el proyecto y los equipos actuales.

3.11.2 Capacitación

3.11.2.1 Alcance

1. Personal del proveedor designado para la tarea, capacitará durante máximo 4 horas, a máximo tres (3) personas designadas por cliente en los temas que se detallan a continuación.
 - Manejo de funcionalidades básicas y específicas configuradas de WLC, AP's y Cisco Prime.

3.12 Arquitectura Global de la Solución de Wireless MESH para CONTECON



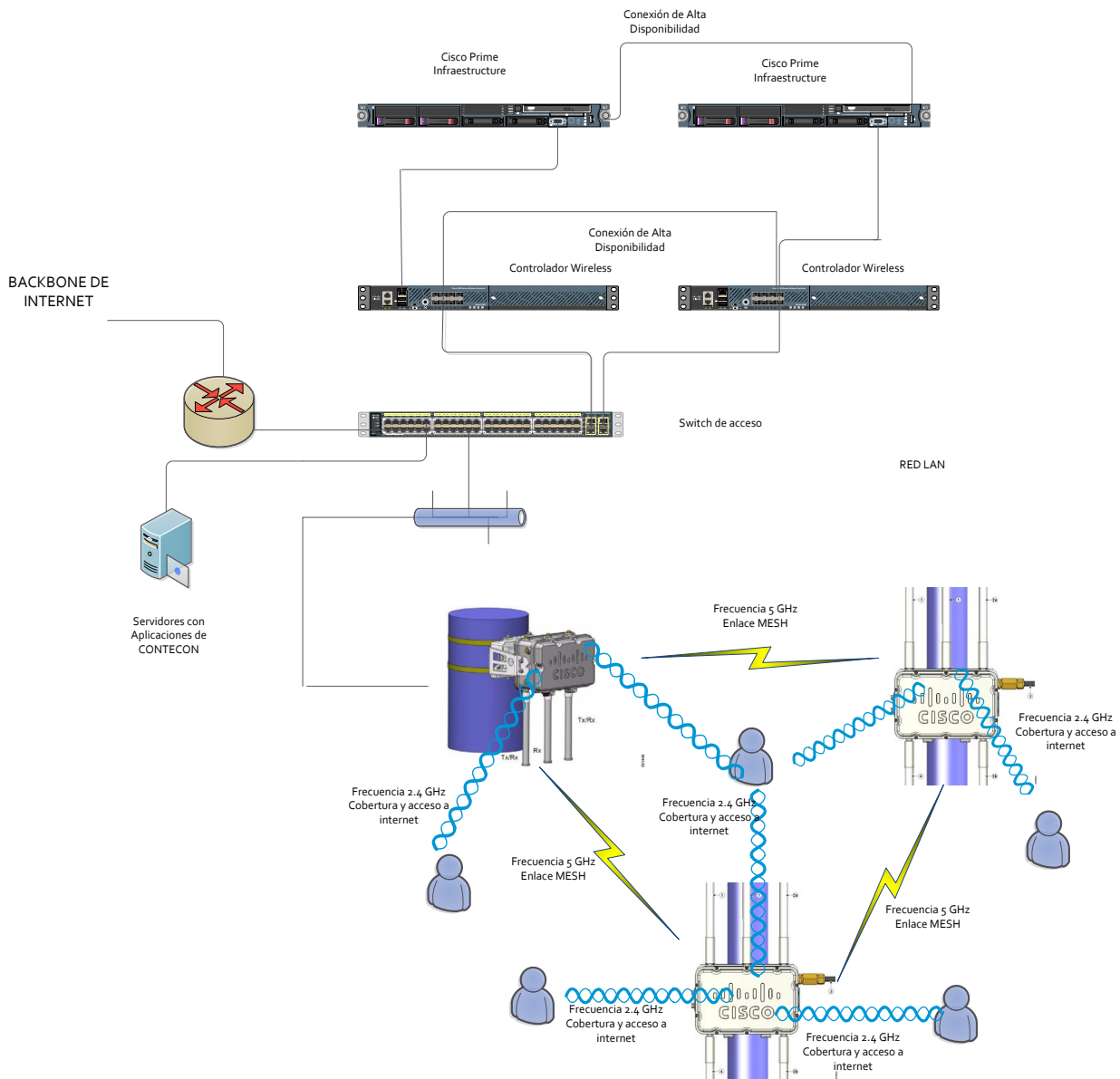


Figura 30. Arquitectura Global de la Solución de Wireless MESH para CONTECON

3.13 Costos de Solución

Tabla 9. Costo de Instalación

Numero de Parte	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Equipos				
AIR-CAP1552E-A-K9	802.11N Outdoor Mesh Access Point Ext. Ant. A Reg. Domain	3	4.495,00	13.485,00
SWAP1500-BTIMGE-K9	Cisco 1520/1550 Series Boot Image - Unified SW	3	0,00	0,00
AIR-1520-BATT-6AH	1520 Series Battery Backup	3	799,00	2.397,00
AIR-ACCPMK1550=	1550 Series Pole-Mount Kit	3	339,00	1.017,00
AIR-PWRINJ1500-2=	1520 Series Power Injector	3	249,00	747,00
AIR-PWR-CORD-NA	AIR Line Cord North America	3	0,00	0,00
AIR-ANT5114P2M-N=	5 GHz 14 dBi Directional Antenna 2 port N connectors	3	599,00	1.797,00
AIR-ANT2480V-N=	2.4 GHz 8 dBi Omni with N Connector	1	399,00	399,00
PRIME-NCS-APL-K9	Cisco Prime Network Control System Hardware Appliance	2	14.995,00	29.990,00
PI-APL-IMAGE-2.0	Cisco Prime Infrastructure 2.0 Appliance Software	2	0,00	0,00
AIR-PWR-CORD-NA	AIR Line Cord North America	4	0,00	0,00
AIR-CT5508-50-K9	5508 Series Controller for up to 50 APs	1	22.495,00	22.495,00
SWC5500K9-74	Cisco Unified Wireless Controller SW Release 7.4	1	0,00	0,00
AIR-PWR-CORD-NA	AIR Line Cord North America	2	0,00	0,00
LIC-CT5508-50	50 AP Base license	1	0,00	0,00
LIC-CT5508-BASE	Base Software License	1	0,00	0,00
PI-MSE-PRMO-INSRT	Insert Packout - PI-MSE	1	0,00	0,00
AIR-PWR-5500-AC	Cisco 5500 Series Wireless Controller Redundant Power Supply	1	1.495,00	1.495,00
AIR-CT5508-HA-K9	Cisco 5508 Series Wireless Controller for High Availability	1	20.000,00	20.000,00
SWC5500K9-74	Cisco Unified Wireless Controller SW Release 7.4	1	0,00	0,00
AIR-PWR-CORD-NA	AIR Line Cord North America	2	0,00	0,00
LIC-CT5508-BASE	Base Software License	1	0,00	0,00
PI-MSE-PRMO-INSRT	Insert Packout - PI-MSE	1	0,00	0,00
AIR-PWR-5500-AC	Cisco 5500 Series Wireless Controller Redundant Power Supply	1	1.495,00	1.495,00
R-PI2X-K9	Cisco Prime Infrastructure 2.x	1	0,00	0,00
L-PI-CM-LIC-KIT	Prime Infrastructure - Compliance Mgmt License Kit	1	0,00	0,00
L-PI-LMS42-KIT	Prime Infrastructure - LMS License Kit	1	0,00	0,00
L-PI-LMS42A-50	Prime Infrastructure LMS 4.2A - 50 Device Base Lic	1	0,00	0,00
L-PI2X-BASE	Prime Infrastructure 2.x Base License	1	95,00	95,00
R-PI20-SW-K9	Prime Infrastructure 2.0 Software	1	25,00	25,00
L-PI2X-LF-50	Prime Infrastructure 2.x - Lifecycle - 50 Device Lic	1	5.295,00	5.295,00
L-PI2X-AS-50	Prime Infrastructure 2.x - Assurance - 50 Device Lic	1	5.295,00	5.295,00
L-PI2X-HA	Prime Infrastructure 2.x - High Availability RTU	1	2.995,00	2.995,00
L-PI2X-CM-50	Prime Infrastructure 2.x - Compliance - 50 Device Lic	1	1.300,00	1.300,00
Servicios				
CON-SNTP-C1552EA	SMARTNET 24X7X4 802.11N External Antenna Mesh Access Poi	3	396,00	1.188,00
CON-SNT-NCSAPL9	SMARTNET 8X5XNBD Cisco Prime Network Control System HW	2	1.650,00	3.300,00
CON-SNT-CT5508	SMARTNET 8X5XNBD 5508 Series Controller for up to 50 APs	1	4.020,50	4.020,50
CON-SNT-CT5508HA	SMARTNET 8X5XNBD Cisco 5508 Series Wi	1	3.573,63	3.573,63
CON-ESW-PI2XK9B	ESSENTIAL SW NULL SKU-No line item services included	1	0,00	0,00
CON-ESW-PI2XBASE	ESSENTIAL SW Prime Infrastructure 2.x Base License	1	12,00	12,00
UCSS-URB-1-1	Prime Infra Base PASS-1yr	1	10,00	10,00
CON-ESW-PI20SW	ESSENTIAL SW Prime Infrastructure 2.0 Software	1	3,00	3,00
CON-ESW-PI2XLF50	ESSENTIAL SW PI 2.x - Lifecycle - 50 Device Lic	1	688,00	688,00
UCSS-UPL-1-50	Prime Infra Lifecycle 50 PASS-1yr	1	530,00	530,00
CON-ESW-PI2XAS50	ESSENTIAL SW PI 2.x - Assurance - 50 Device Lic	1	688,00	688,00
UCSS-UPA-1-50	Prime Infra Assurance 50 PASS-1yr	1	530,00	530,00
CON-ESW-PI2XHA	ESSENTIAL SW PI 2.x - High Availability RTU	1	389,00	389,00
UCSS-UPH-1-1	Prime Infra HA 1 PASS-1yr	1	300,00	300,00
CON-ESW-PI2XCM50	ESSENTIAL SW PI 2.x - Compliance - 50 Device Lic	1	169,00	169,00
UCSS-UPCM-1-50	Prime Infra Compliance 50 PASS-1yr	1	130,00	130,00
			Total	125.853,13

CONCLUSION

Luego de haber realizado el estudio y diseño para la implementación de una red Wireless MESH para el área de aforo de CONTECON, se pudo lograr obtener un diseño adecuado a las necesidades de esta empresa, el cual está basado en realizar una investigación minuciosa de los conceptos básicos de todos los elementos que intervienen en la arquitectura, en donde se menciona, lo que es una red wireless, los protocolos que manejan, los estándares internacionales que utilizan.

Se definió que una wireless MESH no es otra cosa que un sistema de red Wireless que obtiene ventajas del fabricante Cisco al poseer una tecnología que me permita aprovechar el dual band que maneja cada Access point y pueda utilizar la frecuencia de 5GHz para enlazar los equipos y la frecuencia de 2.4GHz para brindar un radio de cobertura a los usuarios internos o externos de CONTECON, contando con una fiabilidad en la red y más que todo disponibilidad de todos los servicios a los que se quiera acceder en el área de aforo.

Se identificó que no solo se requieren equipos que hagan de repetidoras de señal o cubran cierto radio de cobertura, sino también se requirió de equipos que permitan una administración centralizada de todos los Access point lo que ayuda al administrador de red a reducir los tiempos de respuesta versus posibles afectaciones del servicios, estos equipos son los wireless LAN controller en un esquema de alta disponibilidad, es decir manejar 2 equipos conectados entre sí y a su vez conectados a los equipos de acceso para que toda la red tenga una redundancia a nivel de configuraciones y políticas de seguridad y esto cubra auditorías a las que estén expuestos como empresa que brinda un servicio al Estado ecuatoriano.

Como infraestructura adicional se requirió de una tecnología que permita no solo administrar los Access point, sino también que me permita, administrar,

gestionar, y monitorear el tráfico de capa 2 que cursa por la red, como plus adicional me permitirá tener un control gráfico de la ubicación de los AP's y poder ver el radio de cobertura de cada uno de los equipos instalados en el área de aforo que me brinda una visibilidad a nivel de posibles interferencias, de igual manera se debe colocar un equipo secundario para que cumplan con el estándar de Alta Disponibilidad

Finalmente se logró tener un diseño de esta solución a partir de un levantamiento de información en el sitio en donde utilizamos un equipo de prueba para hacer las mediciones de cobertura y determinar el modelo exacto de todos los equipos Cisco que se están proponiendo, teniendo así un documento que me permita entender todo lo que corresponde a como dimensionar una solución de Wireless MESH y brindar esta solución a CONTECON como objetivo principal.

RECOMENDACIÓN

Las siguientes recomendaciones deberán ser tomadas en cuenta en la etapa de implementación:

- El horario de trabajos de instalación establecerán en mutuo acuerdo entre CONTECON y el proveedor de la solución y que se haya acordado en la etapa de planificación.
- La instalación de los equipos se realizará en las instalaciones de CONTECON en las locaciones establecidas en la etapa de planificación.
- Se acomodará o estructurará el cableado de datos ya existente como parte de la fase de implementación.
- Se realizarán trabajos de instalaciones eléctricas para la conexión de los equipos incluidos dentro de la solución.

BIBLIOGRAFIA

Academy Cisco System. (25 de junio de 2010). Recuperado el 18 de diciembre de 2013, de Aironet, Cisco: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/aironet-1500-series/index.html>

Academy, C. S. (30 de junio de 2008). *Componentes de una Red Mesh*. Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/mesh/7-5/design/guide/mesh75/mesh74_chapter_01.html

Academy, C. S. (20 de junio de 2010). *Cisco Red LAN inalámbrica*. Recuperado el 12 de diciembre de 2013, de Cisco Red LAN inalámbrica: http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/wireless_lan/index.html

Cisco. (21 de febrero de 2010). *cisco systems*. Recuperado el 19 de diciembre de 2013, de http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/wireless_lan/index.html

Cisco Academy. (20 de Junio de 2009). Recuperado el 14 de Diciembre de 2013, de Red Lan Inalambrica Cisco: http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/wireless_lan/index.html

CISCO SYSTEM . (21 de abril de 2005). Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de Cisco Wireless Mesh Networking: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Mobility/emob41dg/emob41dg-wrapper/ch8_MESH.html

Cisco, A. (13 de marzo de 2011). Recuperado el 22 de diciembre de 2013,
de Configuring Ports and Interfaces:
http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/7-0MR1/configuration/guide/wlc_cg70MR1/cg_ports_interfaces.html#wp12805
24

ANEXOS













