

Diseño de RedESI

DISEÑO Y GESTIÓN DE REDES

José Ramón Moratalla Muñoz
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA | UCLM

Índice

1. INTRODUCCIÓN A REDES	3
2. ANÁLISIS DE REQUISITOS	4
2.1. LUGAR DE LA INSTALACIÓN	4
2.2. REQUISITOS DEL SISTEMA	4
2.3. COMUNIDADES DE USUARIOS QUE TENDRÁN ACCESO A LA RED	5
2.4. CARÁCTERÍSTICAS DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA DE RED	5
2.5. LIMITACIONES	5
3. DISEÑO LÓGICO	6
3.1. CAPA NÚCLEO (CORE LAYER)	6
3.2. CAPA DE DISTRIBUCIÓN (DISTRIBUTION LAYER)	7
3.3. CAPA DE ACCESS (ACCESS LAYER)	7
3.4. DISTINCIÓN ENTRE COMUNIDADES	7
3.5. TABLA DE DIRECCIONAMIENTO	8
3.6. VALIDACIÓN DEL DISEÑO LÓGICO	8
4. DISEÑO FÍSICO	10
4.1. DISEÑO FÍSICO SOBRE LOS PLANOS DE LA ESCUELA	10
4.1.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO	10
4.1.1.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – PLANTA BAJA	10
4.1.1.2. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 1ª PLANTA	11
4.1.1.3. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 2ª PLANTA	12
4.1.1.4. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 3ª PLANTA	13
4.1.2. EDIFICIO ANEXO A	14
4.1.2.1. ANEXO A – 1ª PLANTA	14
4.1.2.2. ANEXO A – 2ª PLANTA	14
4.1.3. EDIFICIO ANEXO B	15
4.1.3.1. ANEXO B – 1ª PLANTA	15
4.1.3.2. ANEXO B – 1ª PLANTA	15
4.2. DESGLOSE DEL DISEÑO FÍSICO	16
4.2.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO	16
4.2.1.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – PLANTA BAJA	16
4.2.1.2. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 1ª PLANTA	16
4.2.1.3. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 2ª PLANTA	17
4.2.1.4. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 3ª PLANTA	17
4.2.2. EDIFICIO ANEXO A	17
4.2.2.1. EDIFICIO ANEXO A – 1ª PLANTA	17
4.2.2.2. EDIFICIO ANEXO A – 2ª PLANTA	17
4.2.3. EDIFICIO ANEXO B	17
4.2.3.1. EDIFICIO ANEXO B – 1ª PLANTA	17
4.2.3.2. EDIFICIO ANEXO B – 2ª PLANTA	17
5. PRESUPUESTO ESTIMADO	18

1. INTRODUCCIÓN A REDESI

Actualmente, las redes de comunicaciones y los servicios que ofrecen se han convertido en algo imprescindible en nuestra vida cotidiana. Estos servicios se convierten en algo aún más imprescindible a la hora de llevar a cabo cualquier estudio universitario. Por ello cualquier entidad que quiera ofrecer unos estudios universitarios de calidad debe garantizar una red de comunicaciones y servicios de alta calidad y rendimiento.

Esta red de comunicaciones y servicios de alta calidad y rendimiento cobran más importancia si los estudios universitarios de los que estamos hablando son Graduado en Ingeniería Informática. En este caso, esta red de comunicaciones es prácticamente clave en el desarrollo de dicho grado.

Por este motivo, la Escuela Superior de Informática (ESI) de Ciudad Real, ante las quejas de los estudiantes, las cuales se han ido incrementando a lo largo del curso, ha decidido cambiar su infraestructura de red existente y realizar un nuevo diseño de la red desde cero, para garantizar el correcto funcionamiento de su infraestructura de red y parar así las quejas de sus alumnos.

RedESI es un proyecto que persigue realizar y documentar este nuevo diseño de la red de comunicaciones y sus servicios que la Escuela Superior de Informática (ESI) ha solicitado.

Para el diseño se van a tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Es un nuevo diseño, es decir, no se reutilizará nada de la infraestructura de red existente.
- Se trata de una organización independiente que proporciona, por sí misma, todos los servicios de red necesarios; es decir, no se permite reutilizar el soporte que la UCLM proporciona al diseño actual.
- El diseño debe respetar la organización (espacio, recursos humanos...) que la ESI, tiene en el Edificio Fermín Caballero y en sus dos anexos en la actualidad.

El diseño de la nueva infraestructura de red se llevará a cabo considerando los aspectos más importantes tratados en la asignatura, quedando organizado de la siguiente manera:

- Análisis de Requisitos.
- Diseño Lógico.
- Diseño Físico.

Además, tras los apartados de diseño mencionados anteriormente, se adjuntará un apartado el cual incluirá un presupuesto estimado según el precio real de mercado de 2017.

2. ANÁLISIS DE REQUISITOS

En primer lugar, aclarar que el diseño de la nueva infraestructura de red deberá llevarse a cabo garantizándose en todo momento la escalabilidad de la nueva instalación, para poder crecer en un futuro sin necesidad de grandes esfuerzos, en caso de que fuese necesario.

2.1. LUGAR DE LA INSTALACIÓN

En primer lugar, vamos a analizar el lugar donde se va a realizar la instalación de la nueva infraestructura de red.

La Escuela Superior de Informática de Ciudad Real está ubicada en el edificio Fermín Caballero, el cual cuenta con cuatro plantas (planta baja, 1ª planta, 2ª planta y 3ª planta). Además del edificio Fermín Caballero, la ESI cuenta con dos edificios secundarios o anexos (Anexo A y Anexo B) de dos plantas cada uno.

El desglose de cada planta de cada edificio es el siguiente:

Edificio Fermín Caballero

- **Planta Baja:** Conserjería, 2 Salones de Conferencias, Aula de Libre Uso (ALU), aula/clase, baños, 11 despachos.
- **1ª Planta:** 7 laboratorios docentes, 2 laboratorios de investigación, 2 baños y 2 despachos (DAI).
- **2ª Planta:** 7 laboratorios docentes, 2 baños y 12 despachos.
- **3ª Planta:** 30 despachos, 2 baños y sala de reuniones.

Anexo A

- **1ª Planta:** 3 aulas/clases.
- **2ª Planta:** 3 aulas/clases.

Anexo B

- **1ª Planta:** 3 laboratorios de investigación.
- **2ª Planta:** 9 despachos.

2.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

Tras la debida reunión con el cliente se han acordado los siguientes requisitos que deberá cumplir la nueva infraestructura de red:

- Acceso físico en todas las aulas/clases, laboratorios docentes y laboratorios de investigación.
- Acceso físico en todos los despachos de profesores.
- Acceso físico en todos los despachos del personal de gestión.
- Acceso Wi-Fi en todos los edificios del complejo (Edificio Fermín Caballero, Anexo A y Anexo B) y en cada una de sus plantas.
- Capacidad para mantener conectados aproximadamente 1500 usuarios simultáneamente.
- El ancho de banda debe ser suficiente para garantizar fluidez del servicio.
- Se deberá respetar en todo momento las instalaciones de la escuela y el impacto visual deberá ser mínimo.

2.3.COMUNIDADES DE USUARIOS QUE TENDRÁN ACCESO A LA RED

Las comunidades de usuarios que podrán acceder a la red serán las siguientes:

- Alumnos de la UCLM.
- Personal docente.
- Personal de gestión (secretaría y conserjería).
- Personas que podrán conectarse vía Wi-Fi.

Habrà distinciones entre ellas en los enlaces físicos, pero todas ellas podrán acceder al Wi-Fi.

2.4.CARÁCTERÍSTICAS DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA DE RED

Las características más destacables de la nueva infraestructura de red son las siguientes:

- **Modelo jerárquico:** la topología elegida será una topología jerárquica lo que reducirá la carga en los dispositivos de red, aumenta la simplicidad y la compresión.
- **Escalable:** la topología jerárquica nos facilita los cambios en la red y el escalamiento a un tamaño mayor.
- **Disponibilidad de la red:** ha de ser alta, sobre todo en periodo lectivo y de exámenes. Para ello se ha acordado una disponibilidad del 90%.
- **Tolerante a fallos:** se dispondrá de un router redundante en la capa núcleo del modelo jerárquico para añadir tolerancia a fallos.
- **Segura:** acceso mediante acceso y contraseña.
- **Facilidad de uso:** la facilidad con la que los usuarios podrán acceder a la red y a sus servicios deberá ser alta pudiendo guardar el usuario y contraseña al autenticarse por primera vez.
- **Presupuesto ajustado:** se intentará buscar el equilibrio entre la máxima calidad y el bajo coste.

2.5.LIMITACIONES

Como es sabido, todo proyecto tiene sus limitaciones y este no va a ser menos. Las limitaciones existentes en nuestro proyecto son las siguientes:

- Presupuesto.
- Implantación en menos de 3 meses (durante las vacaciones de verano).

Al tratarse de un proyecto que propone un diseño de la infraestructura desde cero, sin aprovechar nada de la infraestructura de red existente la mayor limitación es el presupuesto buscando un balance entre la máxima calidad y el bajo coste.

3. DISEÑO LÓGICO

Como ya hemos comentado, para el diseño lógico de la infraestructura de red hemos elegido el modelo Cisco de diseño jerárquico, el cual está dividido en tres capas:

- **Capa núcleo (core layer):** de routers y switches de alto desempeño, optimizados para velocidad.
- **Capa de distribución (distribution layer):** de routers y switches que implementan políticas y segmentan el tráfico.
- **Capa de acceso (access layer):** que conecta a los usuarios vía hubs, switches y otros dispositivos.

Antes de entrar en detalles de nuestro modelo de capas, nuestro Internet Provider Service (IPS) nos proporciona las siguientes direcciones IPs:

Ono	200.100.20.1
-----	--------------

A continuación, explicaremos el diseño lógico de nuestra red capa por capa. Aclarar que no nos preocuparemos del direccionamiento de la red externa WAN, puesto que es un servicio cuya gestión depende de nuestro proveedor de internet y por la que no nos tenemos que preocupar.

3.1. CAPA NÚCLEO (CORE LAYER)

En la nuestra capa núcleo (core layer) tendremos dos routers (optimizados para velocidad) con el fin de proporcionar tolerancia a fallos a nuestra infraestructura de red.

El router principal de la capa núcleo (core layer) estará en continuo funcionamiento, mientras que el router redundante se mantendrá inactivo (standby) y sólo funcionará en el caso de que el router principal deje de funcionar.

Ambos routers implementarán DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) como protocolo de configuración dinámica de hosts. Este protocolo permite asignar dinámicamente las direcciones IPs a cada uno de los distintos usuarios conectados a la red.

Aparte del protocolo DHCP, ambos routers también presentarán el protocolo RIP (Routing Information Protocol) para que nuestros routers intercambien información acerca de las redes a las que se encuentran conectados. La versión de RIP que utilizaremos será RIP2 ya que la versión RIP1 está obsoleta.

Además, implementaremos un servidor DNS (Domain Name System) el cual irá conectado a ambos routers para mantener así la redundancia y en caso de que falle el router principal mantener el servicio DNS activo.

3.2. CAPA DE DISTRIBUCIÓN (DISTRIBUTION LAYER)

En la capa de distribución (distribution layer) tendremos 4 switches que proveerán servicio cada uno de los edificios del complejo de la siguiente manera:

- **Fermín Caballero:** Dos switches darán servicio a todo el edificio. Tendrán 12 puertos en modo de acceso para conectar los 3 puntos de acceso Wi-Fi que habrá en cada planta. El resto de puertos tendrán modo trunk.
- **Anexo A:** 1 switch dará el servicio a todo el edificio. Tendrá 4 puertos en modo de acceso para conectar los 2 puntos de acceso Wi-Fi que habrá en cada planta, mientras que el resto de puertos tendrán modo trunk.
- **Anexo B:** 1 switch proporcionará el servicio a todo el edificio. Tendrá 4 puertos en modo de acceso para conectar los 2 puntos de acceso Wi-Fi que habrá en cada planta, mientras que el resto de puertos tendrán modo trunk.

3.3. CAPA DE ACCESS (ACCESS LAYER)

En la capa de acceso (access layer) tendremos varios switches y puntos de acceso Wi-Fi los cuales darán acceso a los usuarios de la red distinguiendo por supuesto entre las distintas comunidades que podemos distinguir en la nueva infraestructura de red, las cuales más adelante explicaremos de qué forma las hemos distinguido.

3.4. DISTINCIÓN ENTRE COMUNIDADES

Para garantizar las comunidades que han sido identificadas en el apartado de análisis de requisitos, el diseño lógico de nuestra red estará dividido en 4 VLANs (Virtual Lan Area Network):

- **VLAN Alumnos:** Red para los alumnos de la escuela. Disponible en las aulas, laboratorios docentes, laboratorios de investigación, ALU y despachos de la DAI. Tendrá una capacidad para 1024 usuarios.
- **VLAN Profesores:** Red para el profesorado. Disponible en las salas de conferencias y reuniones, en los despachos y en las aulas, laboratorios docentes y laboratorios de investigación. Tendrá una capacidad de 256 usuarios.
- **VLAN Gestion:** Red para el personal de gestión (secretaría y conserjería) de la escuela. Estará disponible en los despachos de secretaria y conserjería. Tendrá una capacidad para 32 usuarios.
- **VLAN Eduroam:** Red para el acceso vía Wi-Fi de cada uno de los usuarios descritos anteriormente. Tanto alumnos, como profesores y también el personal de gestión podrán conectar a Eduroam sus smartphones, tabletas y dispositivos inalámbricos, mediante autenticación con usuario y contraseña. Esta VLAN, tendrá una capacidad de 2048 usuarios ya que tiene que soportar a los usuarios de todas las comunidades anteriormente descritas. Eduroam estará disponible en cada una de las plantas de cada uno de los edificios del complejo.

3.5. TABLA DE DIRECCIONAMIENTO

La tabla de direccionamiento que queda tras asignar IPs a cada una de las VLANs que representan cada una de nuestras comunidades es la siguiente:

Red	Red/Máscara	Hosts Necesarios	Hosts Disponibles	Rango Asignable
IPS	200.100.20.0/24	-	254	200.100.20.1 200.100.20.254
Core 1	212.100.0.0/30	-	2	212.100.0.1 212.100.0.2
Core 2	212.100.1.0/30	-	2	212.100.1.1 212.100.1.2
DNS	212.100.100.0/24	-	254	212.100.100.1 212.100.100.254
Alumnos	220.100.20.0/22	800-1000	1022	220.100.20.1 220.100.23.254
Profesores	220.100.24.0/24	150-200	254	220.100.24.1 220.100.24.254
Gestión	220.100.25.0/27	20-25	30	220.100.25.1 220.100.30
Eduroam	220.100.32.0/21	1500-2000	2046	220.100.32.1 220.100.39.254

Como podemos comprobar, de esta manera todas las demandas de usuarios son satisfechas, por lo que no debe de haber ningún problema a la hora de ofrecer el servicio demandado por la ESI.

Asimismo, todas las comunidades que han sido identificadas en el apartado de análisis de requisitos han sido correctamente implementadas, distinguiendo debidamente entre unas y otras.

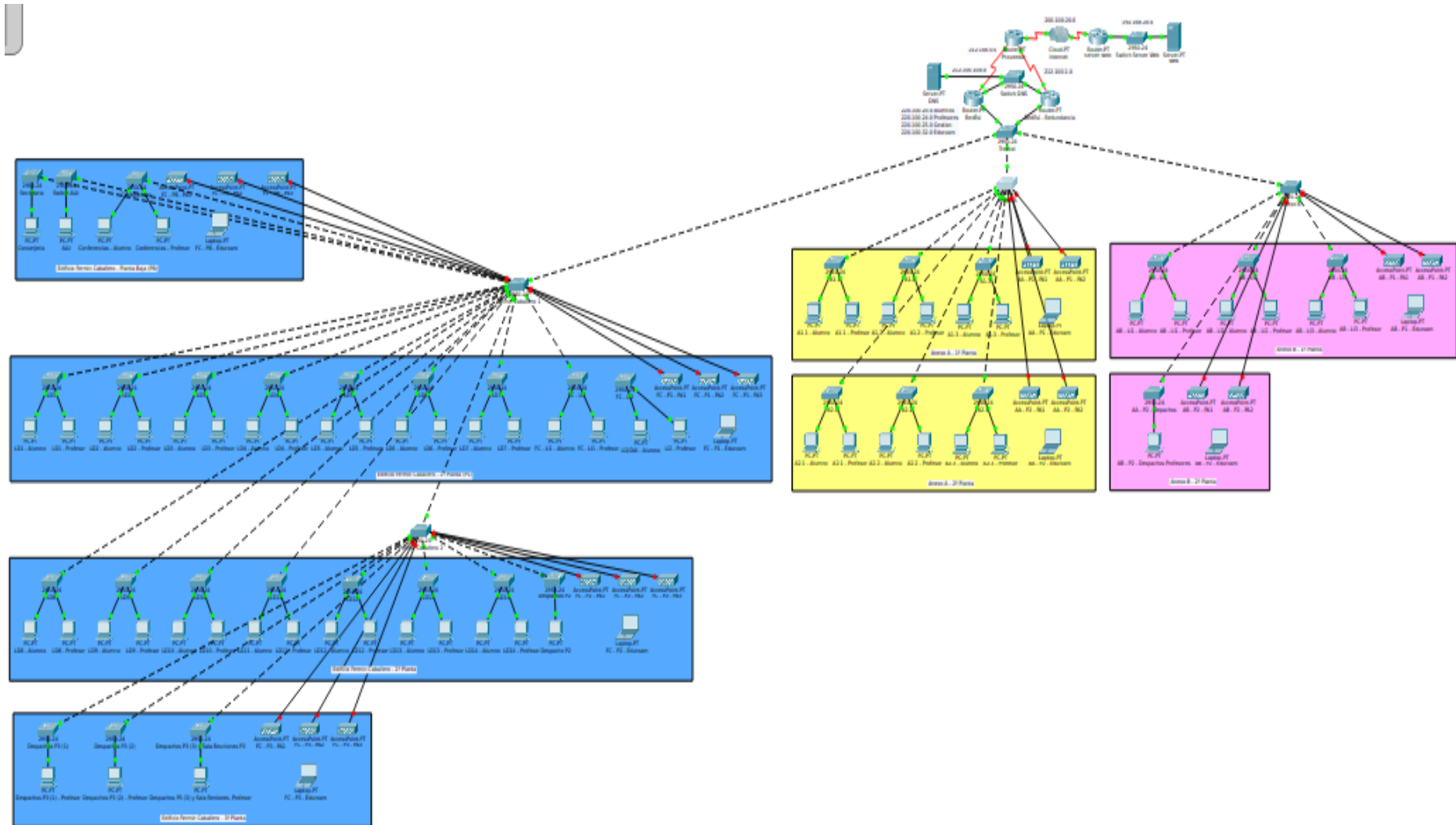
3.6. VALIDACIÓN DEL DISEÑO LÓGICO

Para validar el diseño lógico de la nueva infraestructura de red descrito anteriormente, hemos configurado un prototipo con la herramienta Packet Tracer de Cisco.

El prototipo contiene el diseño completo de la infraestructura de red descrita en este apartado, manteniendo la fidelidad al diseño jerárquico y sus tres capas. Con este prototipo, se puede apreciar todo el diseño de la infraestructura de red edificio por edificio, planta por planta y aula por aula.

El archivo de packet tracer (.pkt) se adjuntará en la entrega para que se pueda probar su funcionamiento. Se recomienda utilizar la herramienta (packet tracer) de manera nativa ya que hemos probado en máquinas virtuales y debido a la gran cantidad de componentes de la infraestructura puede dar fallos en algún caso.

A continuación, se mostrará una captura del prototipo en packet tracer.



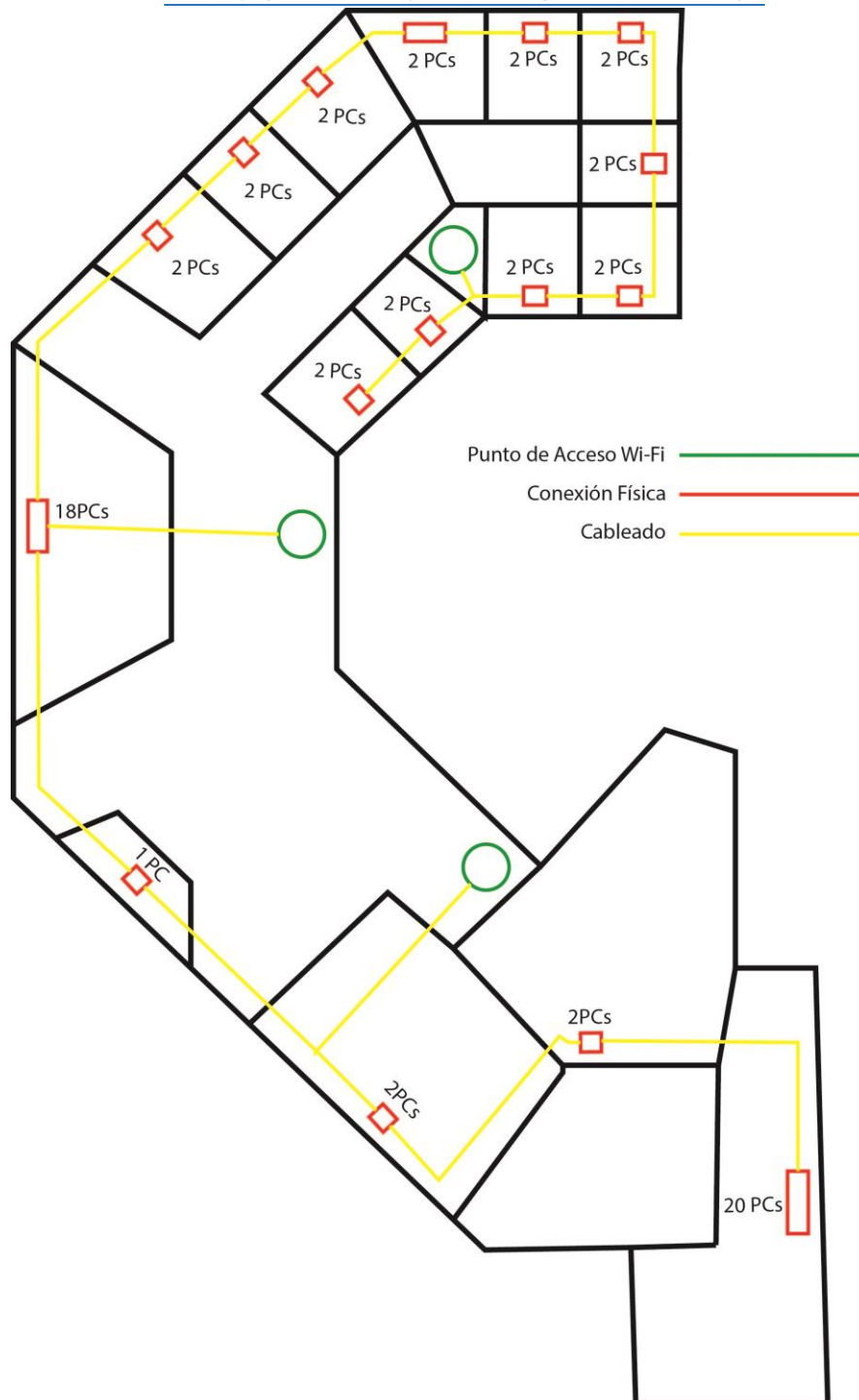
4. DISEÑO FÍSICO

A continuación, incluiremos un apartado con el diseño físico de la nueva infraestructura de red en cada una de las plantas del edificio principal Fermín Caballero y ambos anexos (Anexo A y Anexo B).

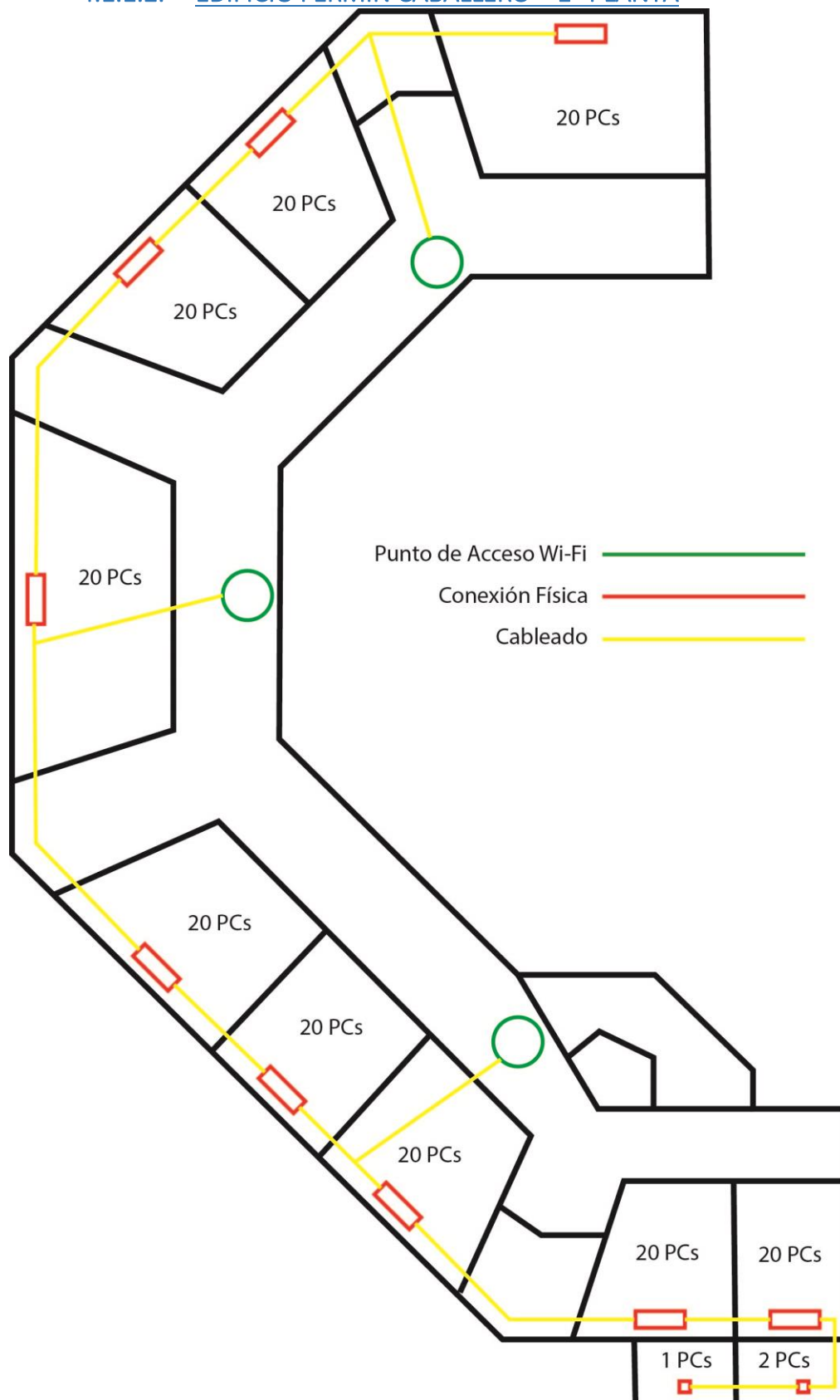
4.1. DISEÑO FÍSICO SOBRE LOS PLANOS DE LA ESCUELA

4.1.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO

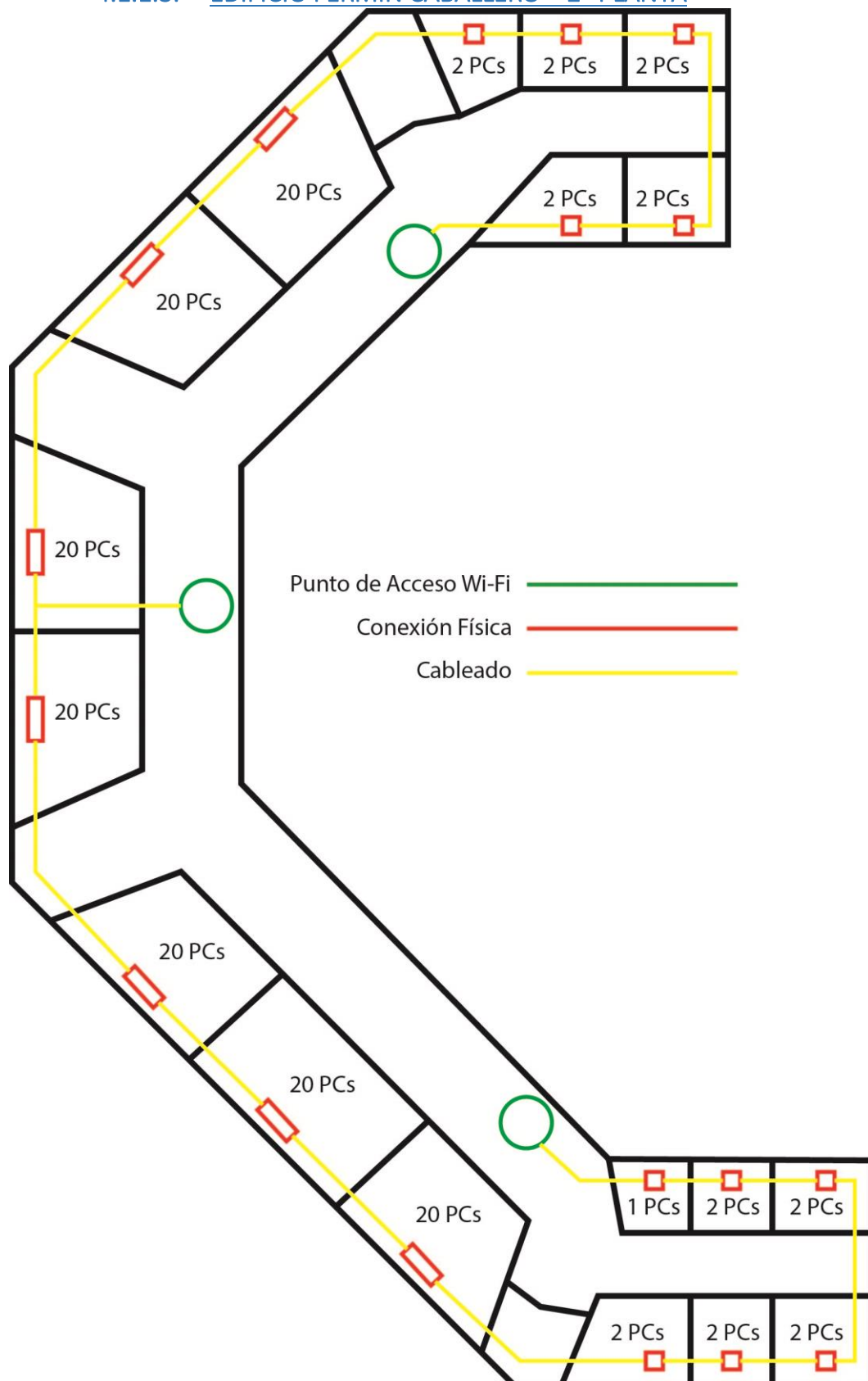
4.1.1.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – PLANTA BAJA



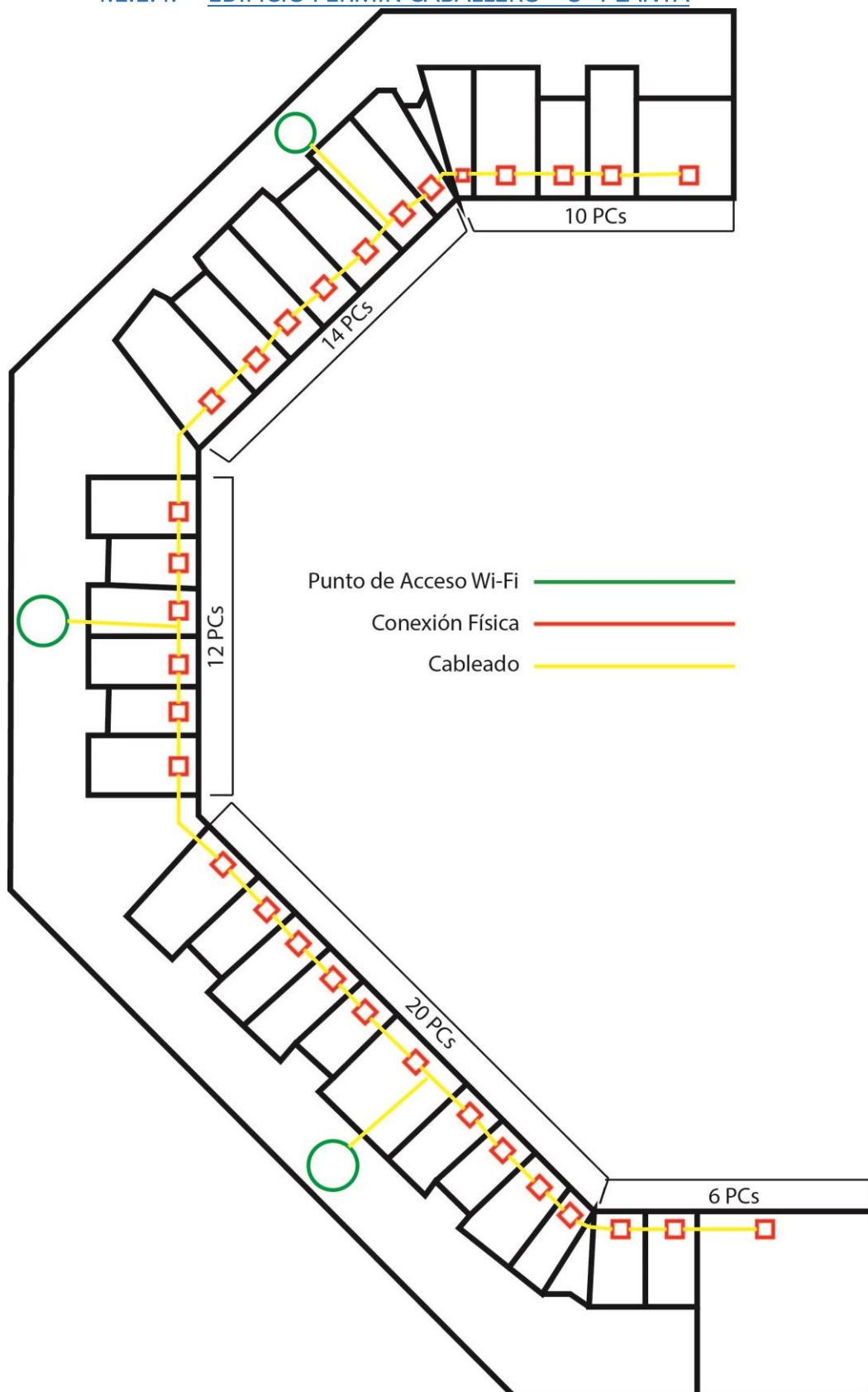
4.1.1.2. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 1ª PLANTA



4.1.1.3. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 2ª PLANTA

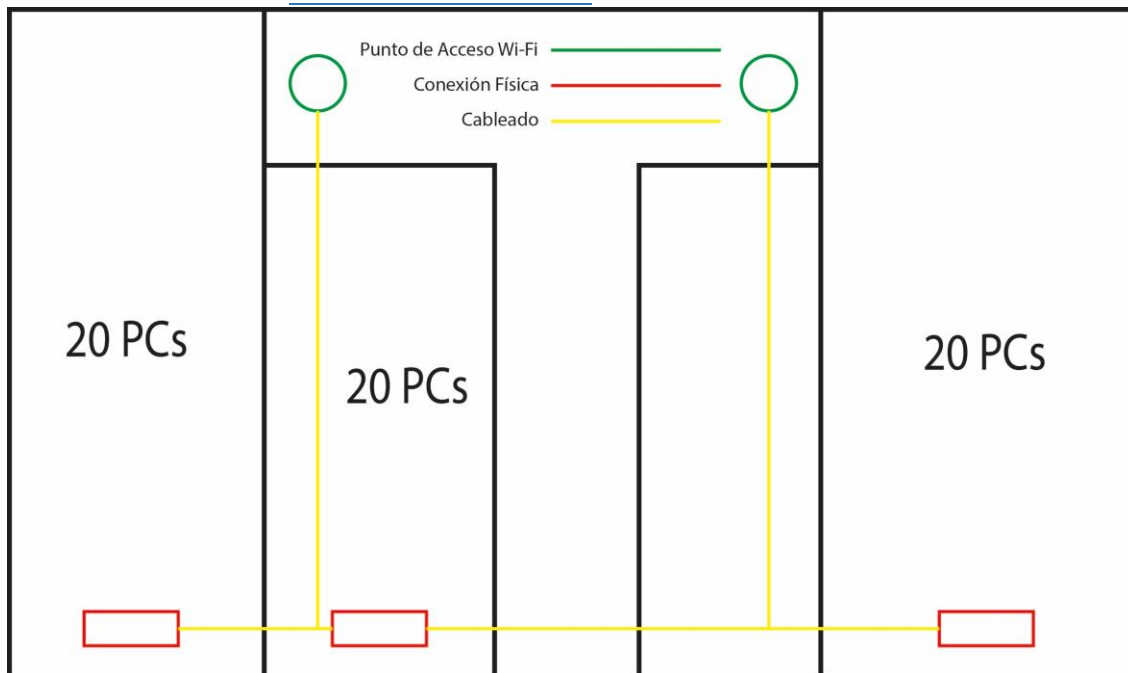


4.1.1.4. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 3ª PLANTA

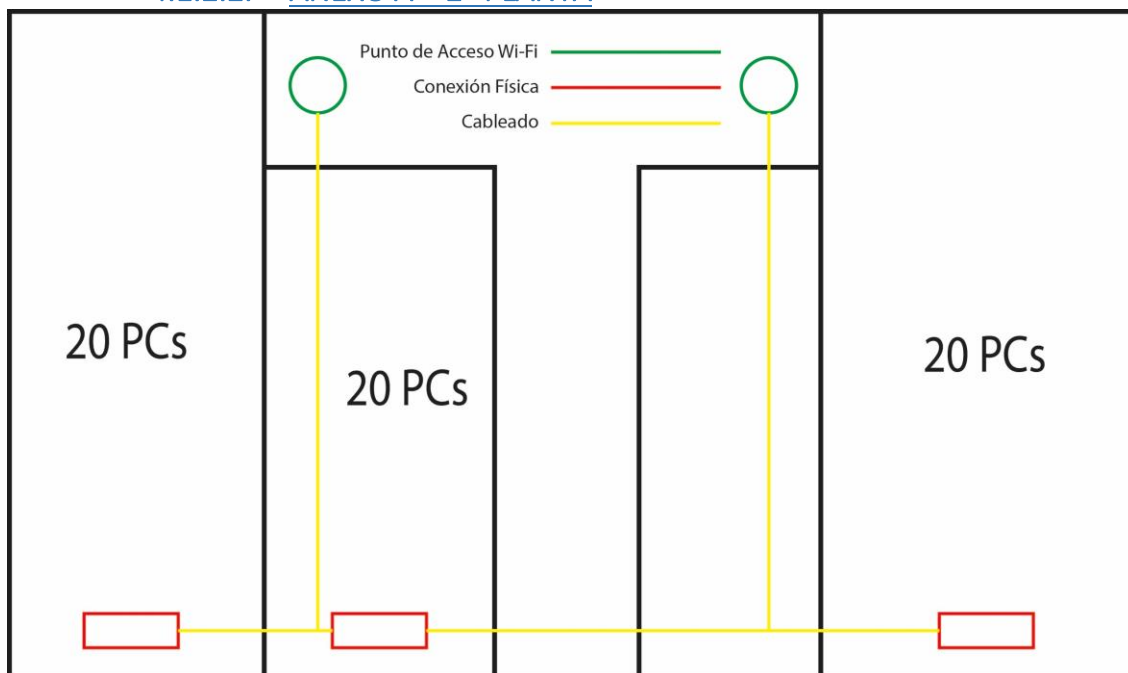


4.1.2. EDIFICIO ANEXO A

4.1.2.1. ANEXO A – 1ª PLANTA

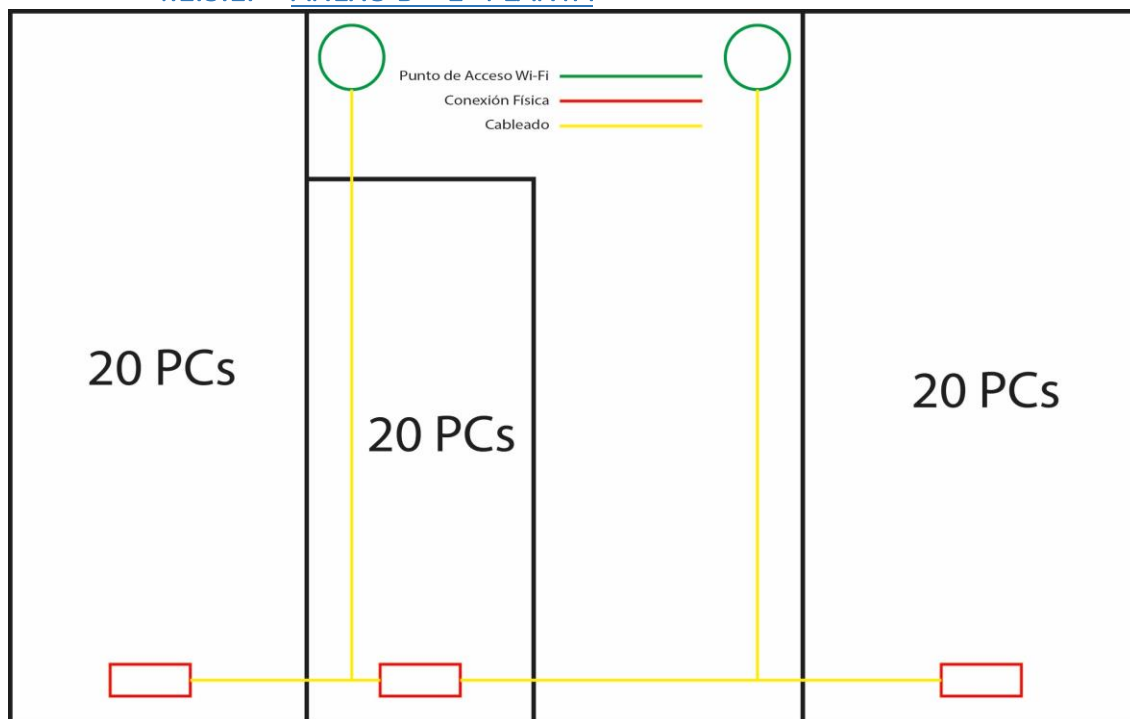


4.1.2.2. ANEXO A – 2ª PLANTA

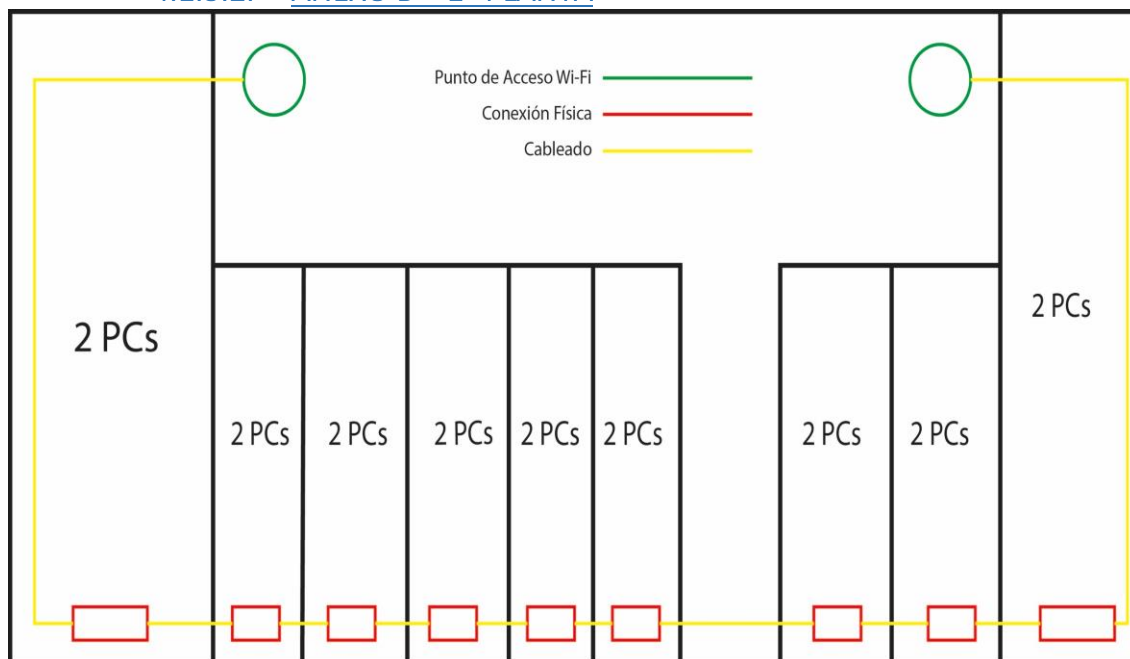


4.1.3. EDIFICIO ANEXO B

4.1.3.1. ANEXO B – 1ª PLANTA



4.1.3.2. ANEXO B – 1ª PLANTA



4.2. DESGLOSE DEL DISEÑO FÍSICO

Una vez visto el diseño físico sobre los planos de la escuela vamos a desglosar, edificio por edificio y planta por planta los dispositivos utilizados.

Antes de ello, aclarar que la situación del edificio nos permitirá el uso de fibra óptica sin ninguna obra de por medio ya que la zona está ya preparada para poder usar esta tecnología.

Los switches que vamos a utilizar serán de 100Mbps Ethernet y la tecnología inalámbrica será 802.11n basada en el estándar IEEE 802.11 ya que mejora la velocidad máxima de transmisión hasta 600Mbps y utiliza un espectro de 5GHz lo que ayuda a reducir la saturación.

Cada planta de cada edificio contara con un armario rack y los patch-panel necesarios para proveer el servicio. Los routers, servidor DNS y el switch troncal estarán en la planta baja del edificio Fermín Caballero.

4.2.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO

4.2.1.1. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – PLANTA BAJA

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta (3) + Trunk General (1) + DNS (1)	5
Switch 48 Puertos	Troncal Edificio Fermín Caballero	1
Patch Panel	24 puertos	5
Patch Panel	48 puertos	1
Patch Panel	12 puertos (Fibra Óptica)	1
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	3
Routers	Router Principal + Router Redundante	2
Servidor	Servidor DNS	1

*En este caso ha sido necesario un switch de 48 puertos para distribuir todo el servicio del edificio Fermín Caballero ya que es el que más grande. En el prototipo de packet tracer podemos ver como esta implementado con dos switches de 24 puertos, esto es debido a que la herramienta, al menos en la versión en la que la hemos utilizado no traía incorporados los switches de 48 puertos.

4.2.1.2. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 1ª PLANTA

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta	9
Patch Panel	24 puertos	9
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	3

4.2.1.3. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 2ª PLANTA

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta	8
Patch Panel	24 puertos	8
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	3

4.2.1.4. EDIFICIO FERMÍN CABALLERO – 3ª PLANTA

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta	3
Patch Panel	24 puertos	3
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	3

4.2.2. EDIFICIO ANEXO A**4.2.2.1. EDIFICIO ANEXO A – 1ª PLANTA**

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta + Troncal Edificio Anexo A	4
Patch Panel	24 puertos	4
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	2

4.2.2.2. EDIFICIO ANEXO A – 2ª PLANTA

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta	3
Patch Panel	24 puertos	3
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	2

4.2.3. EDIFICIO ANEXO B**4.2.3.1. EDIFICIO ANEXO B – 1ª PLANTA**

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta + Troncal Edificio Anexo B	4
Patch Panel	24 puertos	4
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	2

4.2.3.2. EDIFICIO ANEXO B – 2ª PLANTA

Dispositivo	Descripción	Unidades
Armario Rack	Armario Rack de planta	1
Switch 24 Puertos	Capa Acceso Planta	1
Patch Panel	24 puertos	1
Puntos de Acceso	Puntos de Acceso Wi-Fi de la planta	2

5. PRESUPUESTO ESTIMADO

A continuación, se mostrará un desglose de los dispositivos que implica el diseño físico de la red, especificando modelos y precios de mercado actuales (junio de 2017):

Dispositivo	Modelo	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total
Armario Rack	OEM IC-WCB09	8	79,95 €	639,60 €
Patch Panel 48	RJ45 48 puertos Cat6	1	59,08 €	59,08 €
Patch Panel 24	RJ45 24 puertos Cat6	37	36,00 €	1.332,00 €
Patch Panel 12	Fibra O. 12 SC dúplex	1	29,94 €	29,94 €
Switch 48	TP-LINK TL-SG1048	1	291,00 €	291,00 €
Switch 24	TP-LINK TL-SG1024	37	98,00 €	3.626,00 €
Router	Cisco 2901/K9	2	1.031,11 €	2.062,22 €
Punto Acceso	Cisco Aironet 1830	20	335,56 €	6.711,20 €
Servidor	Dell PowerEdge r210	1	128,57 €	128,57 €
Cable Fibra O.	Fibra Óptica	200m	7,30 €/m	1.825,00 €
Cable Ethernet	Ethernet Cat6	700m	2,60 €/m	1.820,00 €
ISP	Ono	1	80,00 €	80,00 €
Total precio de todos los dispositivos				18.603,91 €

Todos estos dispositivos hay que instalarlos, para ello contamos con un equipo de 4 técnicos los cuales como ya especificamos en las limitaciones del proyecto deberán realizar la instalación en 3 meses.

Los 3 meses tendrán aproximadamente 20 días laborables cada uno y cada día tendrá 8 horas laborables, por lo tanto, el desglose del coste de instalación sería el siguiente:

Trabajador	Precio/Hora	Horas Trabajadas	Precio Total
Técnico 1	5 €/h	480 horas	2.400 €
Técnico 2	5 €/h	480 horas	2.400 €
Técnico 3	5 €/h	480 horas	2.400 €
Técnico 4	5 €/h	480 horas	2.400 €
Total precio instalación			9.600 €

Además, ofrecemos un servicio de mantenimiento de 2 años por 2.000€ en el cual cualquier dispositivo que falle será cambiado y cualquier incidencia arreglada en menos de 24h.

El desglose económico del proyecto quedaría así:

Concepto	Precio
Dispositivos de la nueva infraestructura	18.603,91 €
Instalación de los dispositivos	9.600,00 €
Mantenimiento (Opcional pero Recomendable)	2.000 €
Coste Total del Proyecto RedEsi	30.203,91 €