



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Diseño de una red de datos usando redes definidas por software SDN  
para obtener un manejo más efectivo de recursos en un hospital de la  
ciudad de Guayaquil.**

AUTOR:

Chehab Palma, Jamil Rabih

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, Ecuador

16 de marzo del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
**Chehab Palma, Jamil Rabih** como requerimiento para la obtención del título  
de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

---

Heras Sánchez, Miguel Armando

DECANO

---

Romero Paz, Manuel de Jesús

Guayaquil, a los 16 del mes de marzo del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Chehab Palma, Jamil Rabi**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación “**Diseño de una red de datos usando redes definidas por software SDN para obtener un manejo más efectivo de recursos en un hospital de la ciudad de Guayaquil.**” Previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 16 del mes de marzo del año 2017

EL AUTOR

---

CHEHAB PALMA, JAMIL RABIH



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Chehab Palma, Jamil Rabih**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño de una red de datos usando redes definidas por software SDN para obtener un manejo más efectivo de recursos en un hospital de la ciudad de Guayaquil.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 16 del mes de marzo del año 2017

EL AUTOR

---

CHEHAB PALMA, JAMIL RABIH

# REPORTE DE URKUND

Es seguro | <https://secure.orkund.com/view/25497531-655929-957167#q1BKLvYjY1TG3jNVKkS5Mz8HwYkXoZEH0VbY0DMwMLvNzMKNDjMDYmZw3NDSPBOA=>

**URKUND**

Documento: [Tafchehah14022017.pdf \(03723562\)](#)  
Presentado: 2017-02-14 18:24 (-05:00)  
Recibido: [luis.vallejo.ucsg@analysis.orkund.com](mailto:luis.vallejo.ucsg@analysis.orkund.com)  
Mensaje: [Historial del mensaje completo](#)

1% de esta aprox. 24 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 2 fuentes.

**Lista de fuentes** Bloques

Entrada/nombre de archivo
<a href="#">Reyes_Cristian_FINAL.docx</a>
<a href="#">TESIS-PARTE2.docx</a>
<a href="#">cincha veis.docx</a>
<a href="#">TABLAJO DE TITULACION 1.docx</a>
<a href="#">ProyectoTitulacionEscalante.docx</a>
<a href="#">Tarea_Bertramane_Escuel.pdf</a>

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

90% Activo

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES TEUA.

Analisis

de una

red de datos usando arquitectura definida por software SON para obtener un manejo más efectivo de recursos en un hospital. OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS INFORMATICOS DE UN HOSPITAL. Analisis del software SON con protocolo openflow para redes de datos. Propuesta para el mejoramiento del sistema integral informatico de los servicios hospitalarios. AUTOR: Jamil Chehab Palma

Trabajo de Titulacion

previo a la obtencion del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES TUTOR: Heras Sanchez, Miguel Armando

El Guayaquil, Ecuador. 12 de marzo del 2017

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

CERTIFICACION Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Jamil Chehab Palma como requerimiento para la obtencion del titulo

Archivo de registro Urkund: Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil / cincha veis.docx 90%  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES  
DE UNA

18:21  
03/03/2017

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a todas aquellas personas que estuvieron pendientes de mí en todo momento, en ocasiones de apremio, en otras mejores, pero siempre había alguien presente apoyándome cuando lo necesitaba, mi familia, mis padres en especial los cuales han sido mi aliciente, me ha sabido impulsar por el buen camino a pesar de todo lo sucedido, a las autoridades de la facultad, que siempre han sido una fuente de conocimiento para los retos que estén por venir.

**EL AUTOR**

**CHEHAB PALMA, JAMIL RABIH**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a mis padres, quienes han sido un soporte incondicional durante el transcurso de mi vida y siempre de una u otra forma han estado al lado de sus hijos ayudándoles en cualquier necesidad que tuviesen, a mi tutor, que sin su ayuda no podría seguir el riguroso trajín que el trabajo de titulación requiere, a mis amigos quienes considero como una segunda familia son ustedes y sus palabras de aliento quienes me recuerdan que no todo es malo en esta vida y que siempre es bueno sonreír ante las adversidades. Gracias a los maestros, que sin ellos no llegaríamos a ser quienes somos ahora, gracias al personal administrativo de la universidad que sin duda alguna ha sabido apoyarme durante situaciones de apremio durante mi carrera. Sobre todo, gracias a todas las personas que estuvieron durante este último año cambiante de mi vida cosas buenas y malas han pasado, pero serán para bien, todo esto se engloba en un simple agradecimiento, que a veces parece que no fuera suficiente, pero conlleva mucho más que una palabra común.

EL AUTOR

CHEHAB PALMA, JAMIL RABIH



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO**

TUTOR

f. \_\_\_\_\_

**ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS**

DECANO

f. \_\_\_\_\_

**PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO**

COORDINADOR DE TITULACIÓN

## Índice General

Índice de Figuras .....	XII
Índice de Tablas.....	XIV
Resumen .....	XV
Abstract.....	XVI
CAPÍTULO 1 .....	2
INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Justificación del Problema.....	3
1.3. Definición del Problema.....	3
1.4. Objetivos del Problema de Investigación.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.6. Metodología de Investigación.....	4
PARTE I MARCO TEÓRICO .....	5
CAPÍTULO 2.....	5
2.1. Historia de las comunicaciones .....	5
2.1.1 Comunicación por teléfono .....	6
2.1.2 Conmutación de paquetes .....	6
2.1.3 Orígenes de internet .....	8
2.2. Componentes básicos de una red .....	10
2.2.1. Servidor .....	11
2.2.2. Estaciones de trabajo .....	12
2.2.3. Tarjeta de conexión a la red .....	13
2.2.4. Repetidores .....	14
2.2.5. Bridges .....	15
2.2.6. Hubs .....	16
2.2.7. Switch o conmutador .....	17

2.2.8.	Enrutador o router.....	18
2.2.9.	Firewall .....	19
2.2.10.	Cables .....	20
2.2.11.	Software de la red.....	23
2.3.	Modelo OSI .....	24
2.3.1.	Capa física.....	25
2.3.2.	Capa de enlace.....	26
2.3.3.	Capa de red.....	28
2.3.4.	Capa de transporte .....	29
2.3.5.	Capa de sesión.....	31
2.3.6.	Capa de presentación.....	32
2.3.7.	Capa de aplicación .....	33
2.4.	Redes definidas por software SDN .....	34
2.4.1.	Capa de aplicación .....	36
2.4.2.	Capa de control .....	38
2.4.3.	Capa de infraestructura .....	41
2.4.4.	Posibles usos de SDN .....	43
2.5.	Software OpenFlow .....	45
2.5.1.	Beneficios de OpenFlow .....	45
	PARTE II APORTACIONES.....	47
	CAPÍTULO 3.....	47
	RED DE DATOS DE UN HOSPITAL .....	47
3.1.	Aspectos a considerar .....	47
3.2.	Red de un hospital .....	48
3.2.1.	Ventajas de las conexiones en red comunes .....	57
3.2.2.	Desventajas de una red de datos común .....	59
3.3.	Planteamiento de la red SDN .....	61
3.3.1.	Beneficios de SDN.....	61

3.3.2. Desventajas de SDN .....	65
3.3.3. Comparativa con las redes comunes.....	66
CAPÍTULO 4.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
4.1. Conclusiones.....	70
4.2. Recomendaciones.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Telégrafo óptico sobre el Louvre, Francia.....	5
Figura 2. 2: Mapa lógico de ARPANET.....	9
Figura 2. 3: Servidor de Rack CISCO.....	12
Figura 2. 4: Estación de Trabajo.....	13
Figura 2. 5: Diversas tarjetas para conexión a la red.....	14
Figura 2. 6: Repetidor WiFi.....	15
Figura 2. 7: Bridge enlazando red.....	16
Figura 2. 8: Hub interconectado estaciones de trabajo.....	17
Figura 2. 9: Switch.....	17
Figura 2. 10: Router inalámbrico.....	19
Figura 2. 11: Contrafuegos en acción.....	20
Figura 2. 12: Cable coaxial.....	21
Figura 2. 13: Par trenzado de cobre o UTP.....	21
Figura 2. 14: Cable de fibra óptica.....	22
Figura 2. 15: Niveles del modelo OSI.....	25
Figura 2. 16: Funcionamiento de la capa física del modelo OSI.....	26
Figura 2. 17: Capa de enlace del modelo OSI.....	28
Figura 2. 18: Capa de red del modelo OSI.....	29
Figura 2. 19: Capa de transporte del modelo OSI.....	30
Figura 2. 20: Capa de sesión del modelo OSI.....	32
Figura 2. 21: Capa de presentación del modelo OSI.....	33
Figura 2. 22: Capa de aplicación del modelo OSI.....	34
Figura 2. 23: Arquitectura SDN.....	36

Figura 2. 24: Capa de aplicación SDN.....	38
Figura 2. 25: Capa de control SDN .....	40
Figura 2. 26: Dispositivo conectado en capa de infraestructura .....	42

### **Capítulo 3**

Figura 3. 1: Bloque 1 del hospital.....	49
Figura 3. 2: Cuarto de datos .....	51
Figura 3. 3: Ejemplo de red conectada al servidor .....	52
Figura 3. 4: Red de datos para llamado de enfermera de dos camas .....	53
Figura 3. 5: Red de datos CCTV.....	54
Figura 3. 6: Ubicación del sistema CCTV .....	54
Figura 3. 7: Control de accesos .....	55
Figura 3. 8: Accesos .....	56
Figura 3. 9: Módulo de intrusión.....	56
Figura 3. 10: Planteamiento de una unidad de intrusión.....	57
Figura 3. 11: Canalización aérea .....	59
Figura 3. 12: Red SDN con protocolo OpenFlow.....	62
Figura 3. 13: Switch OpenFlow comunicándose con un controlador .....	63
Figura 3. 14: Empaquetado en el Switch OpenFlow .....	64
Figura 3. 15: Inversión Redes normales vs SDN .....	69

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2. 1: Tráfico de internet estimado con el pasar de los años .....	10
Tabla 2. 2: Especificaciones para cada tipo de cables a utilizar .....	23
Tabla 2. 3: Campos de los paquetes de OpenFlow .....	46
Tabla 2. 4: Amplitud de los campos de OpenFlow.....	46

### Capítulo 3

Tabla 3.1: Simbología .....	50
Tabla 3.2: Lista de contadores seleccionados para mensajes.....	64
Tabla 3.3: Precios estimados de los equipos de datos .....	67
Tabla 3.4: Precios estimados de los equipos de datos usando SDN.....	68

## Resumen

Para el presente proyecto de titulación se analizará una red controlada por software (SDN) para una red de datos en un hospital situado en la ciudad de Guayaquil, la misma que servirá para controlar varios eventos que puedan ocurrir en dicha red, tales como pérdida de señal, interferencia, daños sectorizados o cualquier eventualidad a la que se encuentra expuesta una red de este tipo, todo controlado por medio de una aplicación que se denomina controlador. Nuestra red pasa a ser virtual y se elimina la necesidad de manipulación física en gran medida, gracias a esto la red puede funcionar a una capacidad preestablecida mientras los problemas que surgen se están abordando también se elimina el uso de enrutadores adicionales y para intervenir en algún fallo de red no hace falta recurrir a personal altamente calificado gracias a esto el costo del diseño de nuestra red se ve reducido enormemente beneficiando tanto al instalador como al usuario final que la vaya a administrar.

**PALABRAS CLAVE:** Redes, Software, Protocolos, Controladores, Imágenes, Administración.

## **Abstract**

The actual graduation Project will analyze a software controlled network (SDN) for a data network used in a hospital located in Guayaquil city, this network will be used to control every movement from patients to workers of the hospital, to be aware of a possible flaw of our system like signal loss, interference, damage by sectors or any possibility of damage this data networks are vulnerable, everything is controlled by an application that is named controller managed by the admin. Our network becomes a virtual network and we can forget about physical manipulation in a big way, thanks to this the network can work in a big capacity, meanwhile every kind of problems that arise are being approached, and also this kind of network eliminates the use of additional routers and to manage some failure of the network there is no need to get highly qualified personnel, thanks to this the cost of our design drops a lot, giving benefit to the installer and the final user which is going to administrate the network.

**KEYWORDS: Networks, Software, Protocols, Controllers, Images, Administration.**

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Al estar en un ambiente agitado como el de un hospital, se debe precautelar la eficiencia y la eficacia de un sistema de redes, ya que todos los equipos que transmiten datos estarán dependiendo de aquello, una pérdida de datos en un hospital puede ser contraproducente, así como un problema que se ha prolongado demasiado tiempo, por eso se propone SDN en esta rama. Por sus siglas en inglés SDN (Software Defined Networking) o redes definidas por software son redes a las cuales se les han desligado la manipulación por hardware y todo ha pasado a ser controlado por una aplicación ya sea en un ordenador o en algún dispositivo móvil. Con esto tenemos una gran alternativa para el manejo de nuestras redes, porque dejamos de controlar por medio de la manipulación podemos dejar de depender de personal costoso para esto, y no habría necesidad de estar presente en el lugar para identificar el problema, ahora todo se resume al uso de una aplicación la cual tiene por nombre controlador, en pocas palabras todo pasa a ser controlado por software como su nombre lo indica.

Las decisiones pasan a ser tomadas en un servidor central, separa la capa de datos (la capa de datos contiene la información que viaja en una red) de la capa de control que es la que decide como fluirá, a donde irá y cuando lo hará dicha información, cada una de las capas se encuentra automatizada,

se puede controlar cada una independientemente sin necesitar enrutadores o switches, así como personal calificado para el manejo de estos equipos.

## **1.2. Justificación del Problema.**

El presente proyecto de graduación, tiene como objetivo el análisis y acople al diseño de una red existente una red controlada por software, mediante la cual podemos evitar daños generalizados al tráfico de datos del lugar al que se va a implementar este sistema, en este caso en concreto en un hospital de Guayaquil, brindando seguridad, automatización y agilidad a dicho entorno que es lo que más se necesita últimamente.

## **1.3. Definición del Problema.**

En las redes de datos actuales se crea la necesidad de cubrir ciertas falencias en lo referente a coste y a mantenimiento de las mismas. Éste proyecto de titulación presenta una solución a esta necesidad, la cual plantea cubrir con un sistema de SDN por medio de un protocolo que permite controlar varios sectores de la red.

## **1.4. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.4.1 Objetivo General.**

Analizar una red de datos usando redes definidas por software SDN para obtener eficiencia de recursos en un hospital de la ciudad de Guayaquil.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- Analizar usos, ventajas y desventajas de las redes controladas por software
- Identificar una red de datos SDN con protocolo OpenFlow.
- Optimizar la eficiencia del uso de la red en un hospital sin necesidad de un número grande de personal.

#### **1.5. Hipótesis.**

Con el uso de SDN se busca aumentar la eficiencia de un sistema de redes de un hospital, ya que una pérdida del sistema puede ser fatal, en un hospital cualquier asunto debe ser tratado con suma delicadeza y es eso lo que se debe apuntar, mejorar la calidad y la implementación de servicios de redes en la edificación.

#### **1.6. Metodología de Investigación.**

El diseño de la investigación es analítico y documental, el cual presenta la red definida por software como posible solución al problema de la pérdida de datos ocasionada por fallas al servidor central o al administrador de la red.

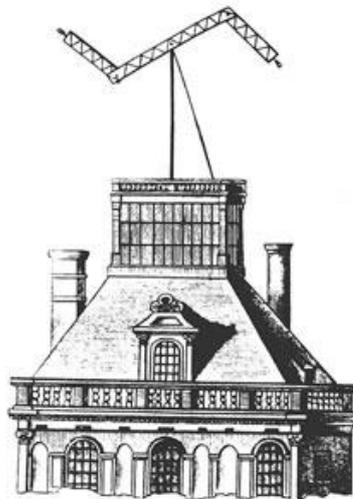
## PARTE I MARCO TEÓRICO

### CAPÍTULO 2

#### 2.1. Historia de las comunicaciones

Podemos datar el inicio de las redes de comunicaciones a comienzos del siglo XIX, cuando se intentaba tender una red de comunicaciones que conectara varias ciudades entre si y que fuese estable, la idea inicial fue que esta red cubriera un territorio nacional, o al menos fue lo que se planteó en dos países, Francia y Suecia (Alvy, 2008).

Los primeros sistemas que fueron instalados eran torres llamadas telégrafo óptico como se aprecia en la figura 2.1, con brazos, estos codificaban la información entrante en base a posiciones distintas su tasa de transmisión era de dos bits por segundo y, las torres y sus puestos estaban situados a diez kilómetros máximo, se mantuvieron así hasta aproximadamente la mitad del siglo XIX.



**Figura 2. 1: Telégrafo óptico sobre el Louvre, Francia**  
Fuente: (Alvy, 2008)

### **2.1.1 Comunicación por teléfono**

Años más tarde con Alexander Graham Bell logró patentar el teléfono, el cual fue inventado realmente por Antonio Meucci en 1876, con esto la comunicación pasó a ser más dinámica ya que los usuarios podían comunicarse en tiempo real, aunque su idea inicial variaba un poco de lo que conocemos hoy en día, ya que Graham Bell quería implementarlo como una especie de radio por cable, en donde los abonados pudiesen aparte de comunicarse, informarse de los sucesos acontecidos en el día a día (Merelo, 1995).

Se tienen registros de la primera red de teléfono en la ciudad de Boston, alcanzó el éxito luego de un choque de trenes en donde se usó el sistema para alertar a los doctores más cercanos que atiendan el problema. Para 1940 se pudo transferir datos exitosamente desde New Hampshire hasta Nueva York, este proyecto fue realizado por la universidad de Darmouth.

En la década de los 60 se comienzan a establecer las redes de conmutación de paquetes, la cual en lugar de transmitir un mensaje directamente como una señal, la fragmenta en partes que son los que llamamos paquetes que luego se re ensamblan al llegar al destinatario.

### **2.1.2 Conmutación de paquetes**

Este tipo de conmutación supuso un giro a la ya existente conmutación de circuitos el cual era el más usado para la época, en donde para poder

comunicarse a un destino, se establecía un circuito físico donde intervenía un operador para enlazar dichos lugares y que la llamada pudiese realizarse, esto se realizaba con interruptores físicos (Multics, 2017).

Tenemos ventajas al transmitir por paquetes la información, algunas de ellas serán listadas a continuación:

- Se puede usar la misma conexión por varios usuarios
- Se puede recibir información de encaminado por los paquetes, o sea en qué lugar han estado y hacia dónde van
- Al ser información digital puede ser fácilmente encriptada o comprimida, y al comprimirla podemos aprovechar aún más el ancho de banda disponible.
- Ya no es necesario reenviar toda la información de existir archivos corrompidos, solo se reenvían los paquetes dañados, ahorrando tiempo de espera.

En National Physics Laboratories se usó por primera vez una red experimental que usaba conmutación por paquetes, pero esta tecnología tardó en ser aplicada comercialmente y no fue sino hasta 1969 que llegó a estados unidos en donde se lo usaba principalmente para propósitos militares.

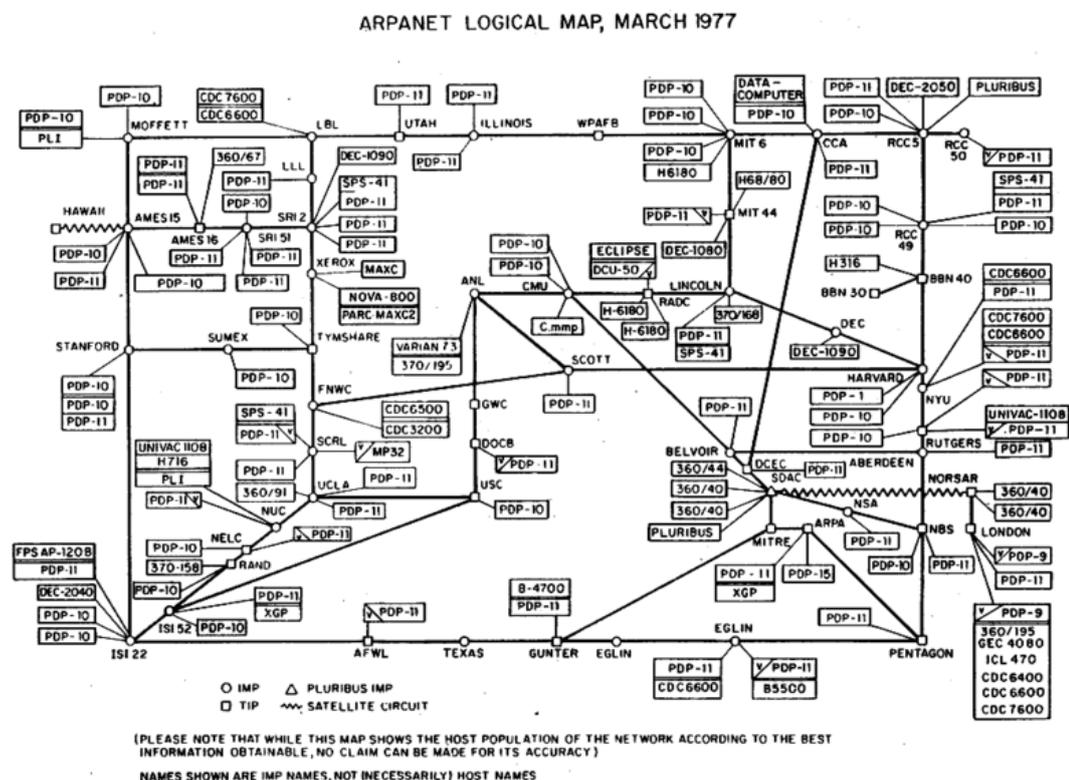
### **2.1.3 Orígenes de internet**

El internet nació como un sistema de defensa, creado por ARPA que en español quiere decir Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados, el cual tuvo su primer desarrollo en 1967, en donde se usaban dispositivos para que los ordenadores pudieran conectarse entre sí, se denominaron IMP (Information Message Processor por sus siglas en inglés) el ordenador poseía 12Kbytes en su memoria principal y gracias a ellos, pudieron comunicarse entre Stanford, Utah y Santa Barbara, los nodos mencionados anteriormente aún se encuentran activos, luego la red fue creciendo gracias a universidades y empresas que cooperaban con los sistemas de defensa (Julio, 2008).

Pero, internet no aparece sino hasta 1972, en una conferencia internacional representantes de varios países dialogaron para llegar a un acuerdo sobre una forma de enviar información por dicha red, y que todos pudieran acceder a ella.

Algo similar se hizo en el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía) en donde todos los países se pusieron de acuerdo en definir un prefijo telefónico y también definir tarifas entre sus compañías, para que así cualquier persona pudiese comunicarse vía telefónica con quien sea alrededor del globo; esto dio motivo para que también se pudiesen transmitir datos en grandes distancias.

Después de varias resoluciones los protocolos salieron a la luz, los cuales no son más que formas de codificar la información para ser envuelta en paquetes, las formas para codificar la información varían, hay muchas, así como hay muchas maneras para indicar errores, en pocas palabras lo que se denomina protocolo no es más que el formato y la forma que se le da a la información, en la figura 2.2 podemos observar el mapa lógico de ARPANET en el cual se observan las múltiples estaciones de trabajo unidas a ella.



**Figura 2. 2: Mapa lógico de ARPANET**  
 Fuente: (Multics, 2017)

Luego del desarrollo de ARPANET se subdividió MILNET, esta red es netamente militar, aunque fácilmente se vincula con internet, mientras tanto ARPANET pasó a ser el pilar fundamental de la gran red que conocemos hoy en día, ya que poco a poco recibía mensajes que la vinculaban a la red

mundial, eventualmente con el aumento de abonados, ya que el mundo comenzó a ver el potencial que tenía esta interconexión global su éxito fue inevitable, el tráfico de datos fue creciendo y la información no daba marcha atrás todo pasaba por ella. En la tabla 2.1 observamos un crecimiento estimado de internet.

**Tabla 2. 1: Tráfico de internet estimado con el pasar de los años**

Año	Tráfico global de Internet
1992	100 GB por día
1997	100 GB por hora
2002	100 GB por segundo
2007	2000 GB por segundo
2014	16144 GB por segundo
2019	51794 GB por segundo

Fuente: (Carrera, 2015)

## 2.2. Componentes básicos de una red

Una red simple es la que conecta dos computadoras lo cual les permite compartir archivos entre ellas, a medida que la complejidad aumenta, se conectan muchas más estaciones, como las de una empresa o una multinacional que tiene compañías a lo largo del globo, se pueden utilizar varios sistemas para la interconexión, pero depende del que se utilice ya que varias marcas ofrecen variedad de tasas de transmisión de datos, si no se elige correctamente se terminará con un sistema con una tasa de transmisión baja la cual no cumpliría con las expectativas del cliente (Introducción a redes, 2009).

Cuando tenemos definido como instalar la conexión se procede con la instalación de un sistema operativo de red, los cuales son los siguientes:

- Sistema punto a punto: Permite que los usuarios compartan recursos de sus estaciones y también pueden aprovechar los recursos de otras computadoras, el usuario define que compartir.
- Sistema con servidor dedicado: Con este sistema en cambio definimos una estación de trabajo como el servidor, la desventaja de este sistema es que esa estación no puede ser usada para otra tarea adicional, la ventaja en cambio es que tenemos acceso a la información en toda la red, siempre y cuando todas las estaciones estén conectadas con dicho servidor y no exista una ruta con accesos corruptos.

### **2.2.1. Servidor**

Como se observa en la figura 2.3, se encargan de contener el sistema operativo que va a utilizar la red, básicamente es una computadora que ofrece todos los servicios de la red a las demás computadoras conectadas a ella las cuales son llamadas clientes, el servidor también puede ser una aplicación que hace las veces de servidor central, provee servicios tales como: almacenar archivos y acceder a ellos desde una computadora distinta y las aplicaciones que ayudan al usuario final (Rivas, 2014).

Las estaciones de trabajo o computadoras personales pueden ser tomadas como rutas para llegar a una estación distinta, cada una con su propio sistema operativo.



**Figura 2. 3: Servidor de Rack CISCO**  
Fuente: (CISCO, 2015)

### **2.2.2. Estaciones de trabajo**

Se conectan a través de cables por una placa que facilita las conexiones de red, cuando se conectan la primera estación termina siendo nodo de la última y puede ser un cliente también, se pueden dividir entre terminales inteligentes y terminales “tontos” los terminales denominados “tontos” son los que sirven de almacenamiento y de recursos, para el resto de terminales inteligentes, los cuales son los encargados de procesar sus propias tareas, por eso los terminales usados para estos fines normalmente son los más rápidos y sofisticados, mientras que los “tontos” son vistos más por su

capacidad de almacenamiento y su velocidad de transferencia de datos, que es para lo que son diseñados (Rivas, 2014).

Una estación de trabajo común puede ser apreciada en la figura 2.4 a continuación.



**Figura 2. 4: Estación de Trabajo**  
**Fuente: (E-works, 2010)**

### **2.2.3. Tarjeta de conexión a la red**

Esta tarjeta es necesaria para que un ordenador pueda conectarse a una red, y debe ser soportada por el mismo sistema, pueden usarse varios, tipo ethernet, token ring etc. La tarjeta de red nos facilita la conexión por cable y vuelve posible la compatibilidad a nivel físico, se debe asegurar que la tarjeta funcione en la estación en la que se quiere instalar y que el controlador adecuado esté disponible para poder hacer uso de sus capacidades al 100% y que no surjan inconvenientes a futuro, como fallos en la red o archivos corruptos que son los problemas más usuales en este ramo (Rivas, 2014).

En la figura 2.5 podemos ver varios modelos de tarjetas de red que se usan comúnmente.



**Figura 2. 5: Diversas tarjetas para conexión a la red**  
**Fuente: (Karya, 2015)**

#### **2.2.4. Repetidores**

Este elemento se encarga de recibir una señal baja, o débil, y la retransmite a un nivel más alto, con el propósito de cubrir una distancia mayor sin perder en gran medida la calidad de la señal. Puede haber repetidores inalámbricos como alámbricos, es recomendable usar los inalámbricos en línea de vista para que la señal que les llega no esté atenuada y se retransmita sin problemas, de esta forma se puede ganar más cobertura sin hacer una implementación grande, simplemente con un equipo instalado (Rivas, 2014).

Los repetidores inalámbricos nos libran del uso de líneas de transmisión físicas que muchas veces son un obstáculo para algunas implementaciones que suelen ser usadas por lo general en áreas abiertas.

Como se puede observar en la figura 2.6 un repetidor inalámbrico que cumple las funciones anteriormente descritas.



**Figura 2. 6: Repetidor WiFi**  
**Fuente: (Qbik, 2006)**

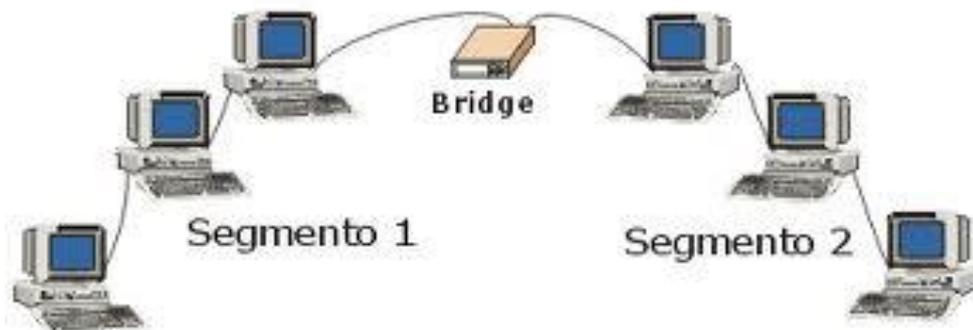
### **2.2.5. Bridges**

Un bridge como se ve en la figura 2.7, interconecta dos segmentos de la red, o así mismo puede dividirla en varias partes; conecta a la red como si fuera una sola, usando la segunda capa del modelo OSI o capa de enlace de datos (Rivas, 2014).

Existen dos tipos de bridge:

- Bridge remoto o también conocido como de área extensa: Le dan forma a una red extensa en área usando líneas de par telefónico, pueden enlazar redes locales, conectándose en parejas.

- Bridges locales: Ayudan a conectar dos redes que se encuentran a poca distancia de forma física.



**Figura 2. 7: Bridge enlazando red**  
Fuente: (Hunda, 2016)

### 2.2.6. Hubs

El hub visto en la Fig. 2.8 funciona con una señal de entrada, éste la recibe y repite la señal por los puertos que tiene, todas las estaciones conectadas al hub tienen acceso a los datos emitidos por este logrando el uso eficiente de la red y sus recursos disponibles para él trabajo, tenemos tres tipos de hub (Rivas, 2014):

- Activo: Requiere alimentación externa, concentra las conexiones físicas, ayuda a regenerar la señal, también amplifica las señales y anula el ruido.
- Pasivo: Al contrario del hub activo, este no requiere alimentación eléctrica y solo sirve para interconectar estaciones.

- Inteligente: Se los llama también “Smart hubs” contienen microprocesadores que los ayudan dirigiendo el tráfico de una red inteligentemente.



**Figura 2. 8: Hub interconectado estaciones de trabajo**  
Fuente: (Hunda, 2016)

### 2.2.7. Switch o conmutador

Son muy parecidos a los bridges y a los hubs, interconectan varios segmentos de la red (dos o más) en mayor medida que los hubs, tomando en cuenta las direcciones MAC usadas en las tramas de destino. Podemos apreciarlo en la figura 2.9. Los switches nos ayudan a incrementar el volumen de nuestra red (Rivas, 2014).



**Figura 2. 9: Switch**  
Fuente: (Unknown, 2012)

### **2.2.8. Enrutador o router**

Como su nombre lo indica define una ruta, o señala un camino que se considera el mejor para transmitir los mensajes de una red entera, el camino es escogido dependiendo del protocolo que se esté usando en ese momento, posee procesadores y memorias con alta capacidad, así como su propio firmware (Rivas, 2014).

Usando el firmware podemos configurar las distintas propiedades de la transmisión inalámbrica, así como las estaciones que deseemos que se conecten a nuestra red y así mismo negar el acceso a la red al resto de computadores que no queremos autorizar. Posee las siguientes características:

- Su procesador integrado resuelve la toma de decisiones automáticamente, se lo puede denominar dispositivo inteligente.
- Se puede percatar si otros enrutadores cercanos están funcionando, generando una tabla de enrutamiento.
- Las redes que están conectadas al enrutador son reconocidas y éste siempre tomará una dirección lógica.
- Puede conectarse con otros routers o interconectar redes adicionales.

Los routers poseen por lo general una forma característica, como se puede observar en la figura 2.10 en un modelo de enrutador inalámbrico

comúnmente usado en el hogar u oficinas de fácil adquisición y relativamente económico.



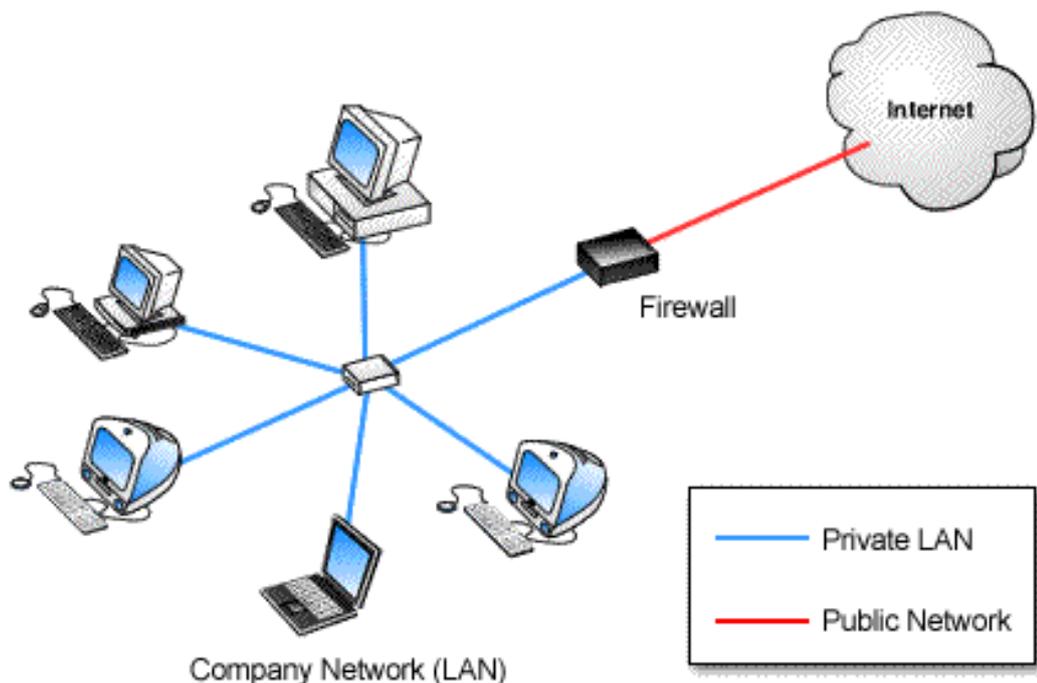
**Figura 2. 10: Router inalámbrico**  
Fuente: (NETGEAR, 2017)

### **2.2.9. Firewall**

Traducido al español como “contrafuegos”, su función es filtrar los datos entrantes, ofrece seguridad, con esto podemos literalmente crear una muralla que aísla nuestra estación de trabajo de los demás que se encuentren en la red, se puede programar el contrafuego para tener excepciones y permitir el tráfico de sitios de confianza. El contrafuego puede ser usado tanto en hardware como en software (Rivas, 2014).

Un contrafuego analiza el contenido de la información que va a pasar a través de la red que se esté utilizando, y en base a esto y a una tabla de reglas y excepciones que el usuario define, toma decisiones para admitir o negar el tráfico en dicha red, se puede ubicar como un contrafuego general para una

red entera o solamente para una estación de trabajo, por lo general se usan en hardware para redes, como se puede apreciar en la siguiente figura 2.11.



Company Network (LAN)  
**Figura 2. 11: Contrafuegos en acción**  
Fuente: (Carmona, 2009)

### 2.2.10. Cables

Existen tres tipos de cableado que son los más usados actualmente los cuales son los siguientes:

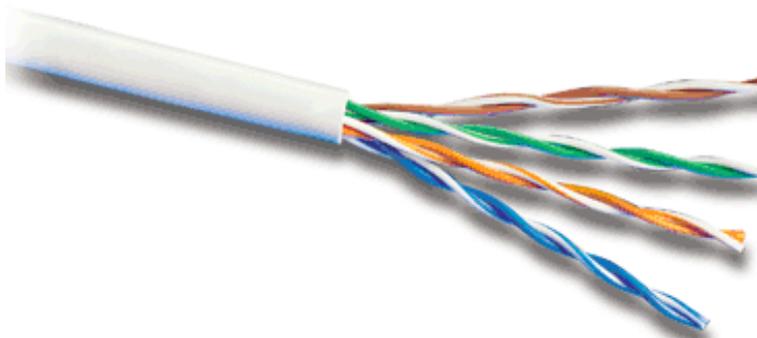
- Cable coaxial Figura. 2.12: compuesto por una malla plana y trenzada que funciona como puesta a tierra, así como el hilo conductor que está hecho de cobre que se encuentra en el núcleo del cable y todo esto está aislado por una capa gruesa de plástico y la cobertura negra que aísla a todo el cable del exterior de las condiciones climáticas

exteriores, ya que la lluvia puede alterar enormemente la transmisión de señales por eso se protege.



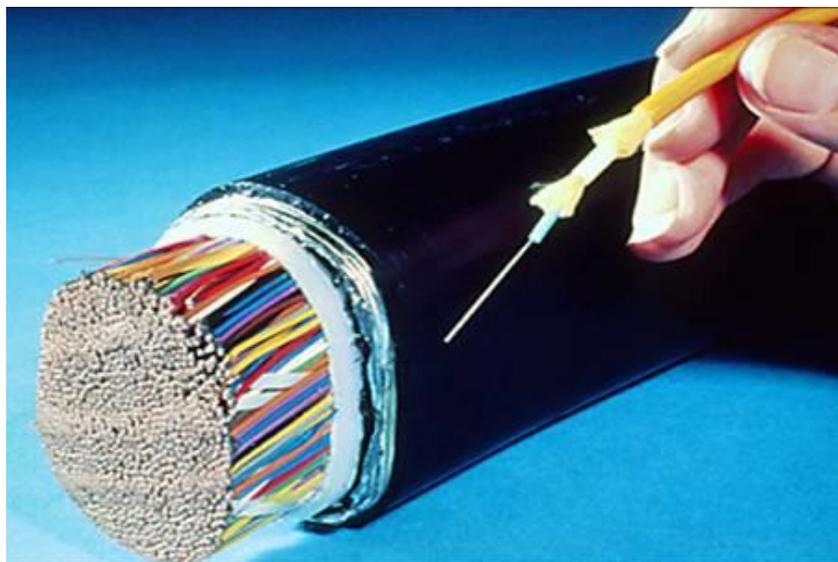
**Figura 2. 12: Cable coaxial**  
Fuente: (Unknown, 2012)

- Par trenzado de cobre Fig. 2.13: Como su nombre lo indica, son dos hilos de cobre que han sido trenzados, ambos están aislados entre sí, su ventaja es que no necesita personal altamente calificado para instalar, también tiene cierta inmunidad a la interferencia y el óxido dependiendo del tipo de cable que se use, ya que son tres tipos, UTP, FTP y STP cada uno ofreciendo más protección que el otro.



**Figura 2. 13: Par trenzado de cobre o UTP**  
Fuente: (Unknown, 2012)

- Fibra óptica Fig. 2.14: No se ve afectada por interferencias, puede ser colocado cerca de líneas de potencia eléctrica sin afectación alguna, todo esto gracias a que lo que se ve transmitido por cada una de las fibras es luz, la fibra óptica está compuesta de un núcleo óptico interno y un núcleo óptico externo, ambos refractan la luz de formas diferentes y, a pesar de ser un método de cableado caro, nos ofrece ventajas que compensan su costo, tales como tasas de velocidades altas es inmune a interferencias, al transmitir luz no irradia señales magnéticas y está diseñado para distancias grandes, gracias a esto se necesitan menos repetidores y por ende los costos en la instalación se ven enormemente reducidos (Rivas, 2014).



**Figura 2. 14: Cable de fibra óptica**  
**Fuente: (Unknown, 2012)**

En la tabla 2.2 podemos observar las principales diferencias entre los tipos de cables, en el par trenzado tenemos UTP el cual no posee malla protectora, FTP que posee una cubierta protectora y STP la cual tiene aislamiento en cada uno de los pares de cobre.

**Tabla 2. 2: Especificaciones para cada tipo de cables a utilizar**

	Cable Coaxil	Par Trenzado			Fibra Óptica
		UTP	FTP	STP	
Velocidad	10Mbps	100Mbps	100Mbps	100Mbps	1Gbps
Distancia	Fino:200 metros Grueso:500 metros	100 metros	110 metros	300 metros	De 2km a 40km
Inmunidad a interferencias electromagnéticas	Si, debido a su malla que se encuentra sobre el aislante.	No, ya que no presenta una malla conductora conectada a tierra.	Baja, debido a que solo hay un apantallamiento global y puede haber interferencias entre los pares.	Si, porque presenta mallas en cada par trenzado y a parte un apantallamiento global para todos los cables.	Si, porque las interferencias electromagnéticas no influyen ya que la fibra óptica envía información mediante señales en base a la transmisión de luz (rayos ópticos).

Fuente: (Tecno, 2012)

### 2.2.11. Software de la red

El software contiene varios programas que nos sirven para interconectar varios equipos, así como implementos, se suman los drivers o controladores que nos ayudarán a que el sistema reconozca los diversos complementos que añadamos a la red. El software hace que las estaciones puedan comunicarse y compartir sus archivos por medio de ella y a la vez se controla la seguridad ya no solo en estaciones individuales, sino que, como un conjunto, una red.

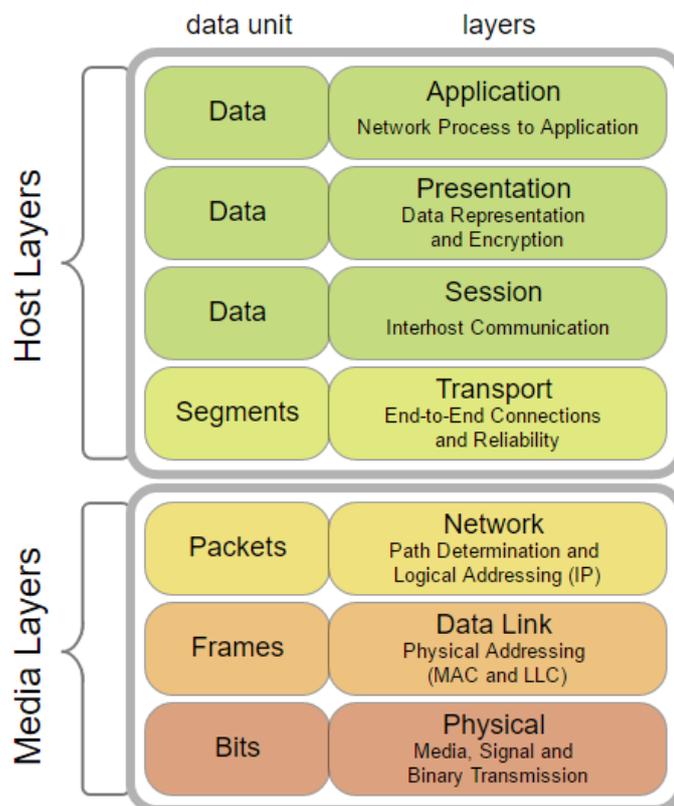
### **2.3. Modelo OSI**

Open Systems Interconnection por sus siglas en ingles surge en el año de 1977 cuando la ISO, organización internacional de estandarización, reconoce una necesidad urgente de poseer varios estándares para las redes de informática heterogéneas creando un subcomité nuevo para regular la interconexión de sistemas abiertos gracias al crecimiento rápido de estas tecnologías (Zimmerman, 1980).

Las redes y su desarrollo se daba en una forma desmedida y las empresas aprovechaban las conexiones así como sus tecnologías, llegando al punto en el que un sistema usado por una compañía no era el mismo usado por otra, por ende una interconexión no era posible, por las discrepancias entre los fabricantes, rápidamente la necesidad de interconectar sistemas de distintos fabricantes era vital, lo cual eventualmente llevó a la creación de un modelo que fuera capaz de lograr este cometido, llegando así el modelo OSI en el año de 1980 el cual facilitaba la tarea de que estos sistemas pudiesen “entenderse” los unos a los otros inclusive cuando las tecnologías no tengan coincidencia alguna, sin importar la ubicación o el lenguaje que se usara, todos deberían seguir las normas dictadas para que se puedan comunicar.

El modelo OSI, define la red dividiéndola en siete capas, también llamados niveles como puede verse en la figura 2.15 van del nivel superior a inferior, en donde cada una de ellas cumple una función específica para así poder mostrar la información al usuario de una forma legible y relativamente

simplificada, lo que ayuda a comprenderla sin requerir de gran experticia en el manejo de la informática.



**Figura 2. 15: Niveles del modelo OSI**  
**Fuente: (Saga, 2016)**

### 2.3.1. Capa física

Realiza transmisiones por medios físicos, se refiere a cualquier interfaz que transmita información por un medio tangible, y traslada señales a las diferentes capas que se encuentran sobre ella, es la capa o nivel más bajo del modelo OSI (Claros, 2012). Sus funciones son listadas a continuación:

- Define componentes como conectores, líneas de transmisión y elementos que se usarán para transmitir los datos.
- Maneja las señales del tipo eléctrico en las líneas y enchufes
- Nos da la garantía de que la conexión se realice, pero no se asegura de ser fiable.
- Estados de señales representadas por binarios.

En la figura 2.16 podemos apreciar cómo se puede establecer un enlace de datos por medios físicos gracias a la primera capa del modelo OSI.

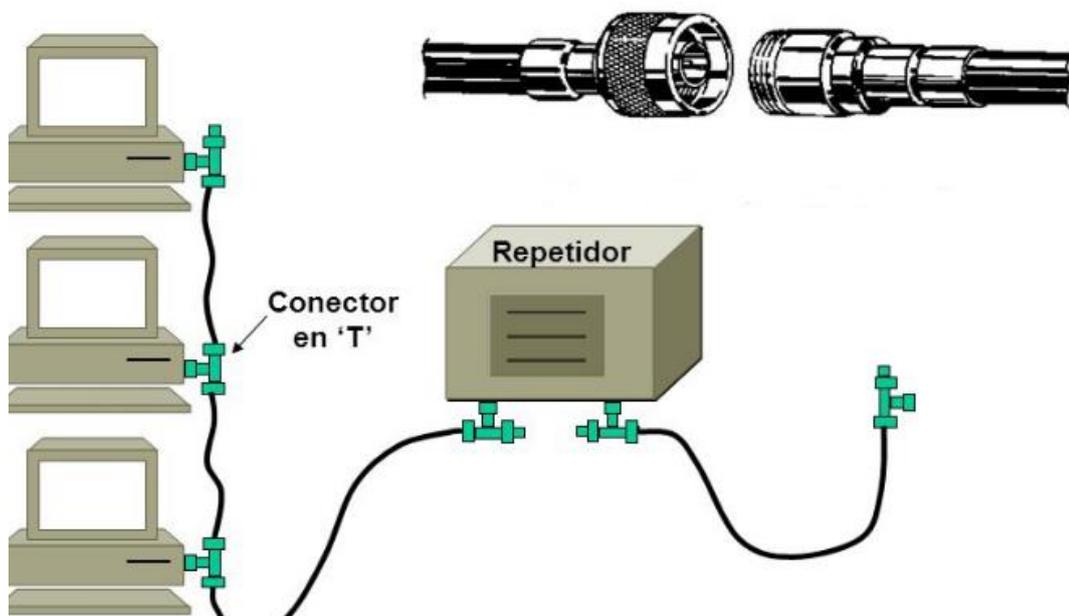


Figura 2. 16: Funcionamiento de la capa física del modelo OSI  
Fuente: (Martinez, 2015)

### 2.3.2. Capa de enlace

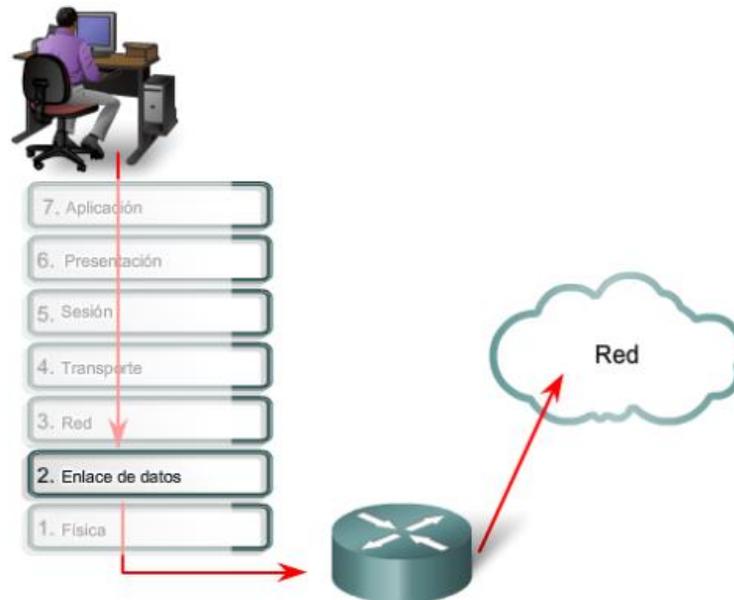
Esta capa se encarga de detectar errores, también controla el flujo de datos, detecta errores que se puedan encontrar, nos garantiza el acceso al

medio de comunicación, tramas ordenadas, en resumen, el direccionamiento físico es controlado por esta capa (Claros, 2012).

Es la segunda capa del modelo y regula la forma en que se van a conectar las estaciones de trabajo, aparte es un pilar fundamental para la creación de los protocolos MAC e IP los cuales son los protocolos básicos de este modelo el cual proporciona:

- Transmisión de tramas en secuencia.
- Cuando no se encuentra búfer de trama en disponibilidad se manda una señal al nodo que transmite para que no siga con la transmisión.
- Iniciación del vínculo y finalización del mismo entre dos nodos que se encuentren transmitiendo.
- Ayuda a confirmar y a esperar la confirmación de la trama, así como ayuda en la detección de errores y corrección de los mismos cuando éstos se producen en la capa física.
- Delimita la trama y a su vez reconoce estos límites.
- Comprueba los errores que se encuentren en la trama.
- Analiza e indica si el nodo a usarse posee los privilegios para pasar al nivel físico.

En la siguiente figura 2.17 vemos un ejemplo gráfico de como los datos son llevados por medio de un controlador a la capa física y se detectan los errores de transmisión que puedan haber.



**Figura 2. 17: Capa de enlace del modelo OSI**  
**Fuente: (Flores, 2013)**

### 2.3.3. Capa de red

Identifica la manera en que está enrutada la red o las redes, cada unidad de datos es denominada como “paquetes” y se pueden clasificar de dos formas:

- Protocolos de enrutamiento: nos permite que nuestros paquetes seleccionen las rutas.
- Protocolos enrutables: viajan anexados a los paquetes (IP)

Lo que se quiere lograr con esta capa es llevar los datos del punto de origen, al destino programado, aunque no se encuentren los puntos conectados directamente, para esto utilizamos enrutadores (routers) los cuales funcionan en esta capa, también se usan firewalls en este nivel y se determina la ruta que los datos usarán para llegar a su destino final, también

el direccionamiento lógico se lleva a cabo aquí, como se puede observar en la figura 2.18 que a cada elemento de red se le asigna una dirección IP (Claros, 2012).

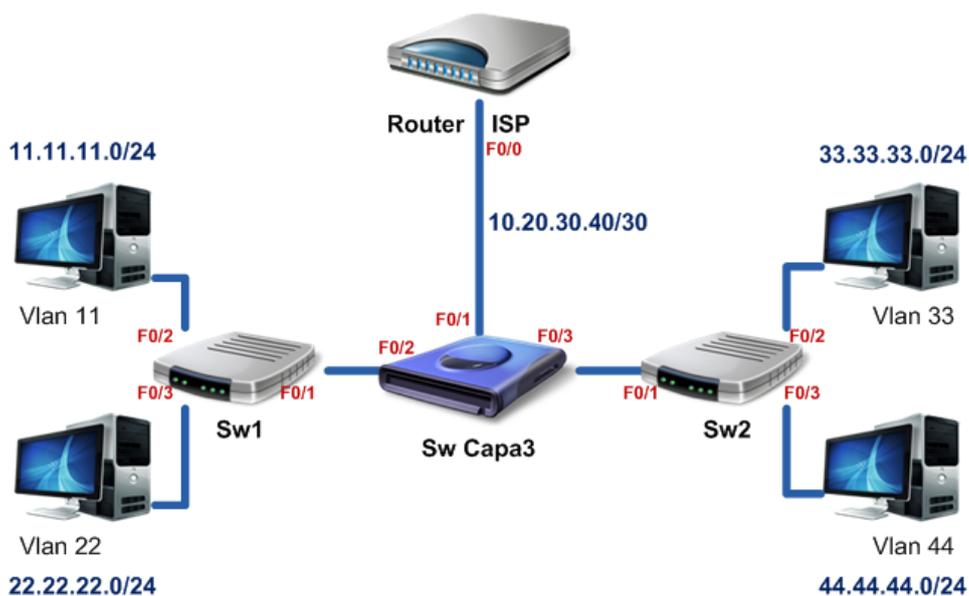


Figura 2. 18: Capa de red del modelo OSI  
Fuente: (Collantes, 2011)

#### 2.3.4. Capa de transporte

Nos da la garantía de que los mensajes que enviamos se entregarán sin errores, con una secuencia definida y sin estar duplicados ni con pérdidas, ésta capa retira la responsabilidad de las capas superiores en lo referente a transferencia de datos. Ésta capa nos proporciona los siguientes beneficios:

- Los mensajes van segmentados, quiere decir que se dividen en pequeñas unidades hasta que sea lo suficiente como para ser transmitidas a la capa de red y la capa de transporte se encarga de reensamblar el mensaje.

- Garantiza la entrega de los mensajes, así como su confirmación de recepción.
- Controla el tráfico de los segmentos de mensajes, cuando no hay búfer disponible se indica al emisor que no siga enviando mensajes.

Se encuentran limitaciones para el tamaño de los mensajes que se pueden enviar por la capa de red, por esto se dividen en unidades más pequeñas, cada una con un encabezado para poder identificarlas, los encabezados incluyen marcadores, tanto de inicio y de fin de los mensajes a enviar, para que en la capa de transporte del receptor se reconozcan los límites del mismo, y, si no se mantiene la secuencia, se ubica la información en la que va ubicada en la secuencia para que el receptor con su capa de transporte pueda reordenarlas correctamente antes de enviar el mensaje completo a otra capa de nivel superior ver figura 2.19 (Claros, 2012).



**Figura 2. 19: Capa de transporte del modelo OSI**  
**Fuente: (Eagle90, 2009)**

### **2.3.5. Capa de sesión**

Permite establecer y controlar la comunicación o diálogo entre aplicaciones de los sistemas receptores, muchas veces los servicios ofrecidos por esta capa pueden ser ignorados, pero en muchas otras es imposible dejarlos de lado. Los servicios proporcionados por esta capa se listan a continuación:

- Controlar el diálogo, que se puede dar tanto en full-duplex o half-duplex.
- Agrupar los datos, los cuales se marcan para definirlos en grupos.
- Se pueden proporcionar puntos de comprobación, el procedimiento consiste en que si existe un fallo entre estos la capa puede volver a transmitir los datos, pero desde aquel punto de comprobación de donde se detectó el fallo en lugar del inicio.

La capa de sesión ayuda a proveer organización y a obtener una mejor sincronización del dialogo entre capas y controla los datos que se intercambien, permite que los usuarios de estaciones de trabajo diferentes puedan establecer sesiones entre sí (Claros, 2012).

Podemos ver un ejemplo grafico en la figura 2.20 en donde se representa la función principal de la capa de sesión.



Figura 2. 20: Capa de sesión del modelo OSI  
Fuente: (Pineda, 2009)

### 2.3.6. Capa de presentación

Se encarga de representar la información, con esto se logra que a pesar de que distintas estaciones tengan representaciones de datos distintas, ya sean imágenes, números, sonidos o caracteres, estos datos puedan llegar de una forma reconocible a su destino (Zimmerman, 1980).

La capa de presentación se centra en lo que contiene la información, se tratan con cuidado la sintaxis de lo que se transmite, porque las estaciones de trabajo u ordenadores que se encuentran en una red tienen, o pueden tener formas diferentes de manejar esta información, en resumen, la capa de presentación se encarga de revisar y manejar los datos y sus estructuras y convertirlas de ser necesario para que otro sistema pueda interpretarla de la forma correcta, cumple la función de traductor. Se encarga de proveer cifrado para la información, comprime los datos y le da un formato acorde a la estación de destino para su correcta interpretación.

La capa de presentación muestra los datos a la aplicación de una forma en que esta pueda reconocerla, como se puede ver representado en la figura 2.21.

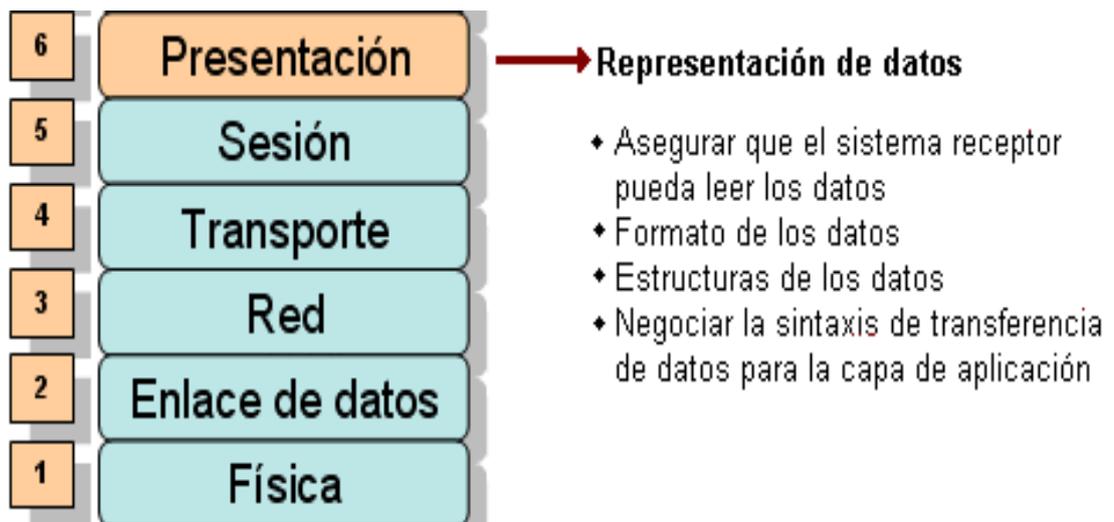


Figura 2. 21: Capa de presentación del modelo OSI  
Fuente: (Daemon, 2015)

### 2.3.7. Capa de aplicación

Esta capa provee acceso a las demás capas, dándole la posibilidad a las aplicaciones de acceder a sus servicios y se encarga de escoger protocolos que utilizarán dichas aplicaciones para transmitir datos (Zimmerman, 1980).

El usuario no suele actuar directamente en el nivel de aplicación, lo que hace el usuario es utilizar programas los cuales sí usan este nivel, dichos programas actúan de intérpretes para el usuario dado que eliminan la posibilidad de que el mismo usuario tenga que ser testigo de la complejidad que hay de por medio, el usuario no codifica la información, solo la envía.

En la figura 2.21 podemos observar que la capa de aplicación nos brinda la interfaz adecuada para poder usar varios elementos en la red.

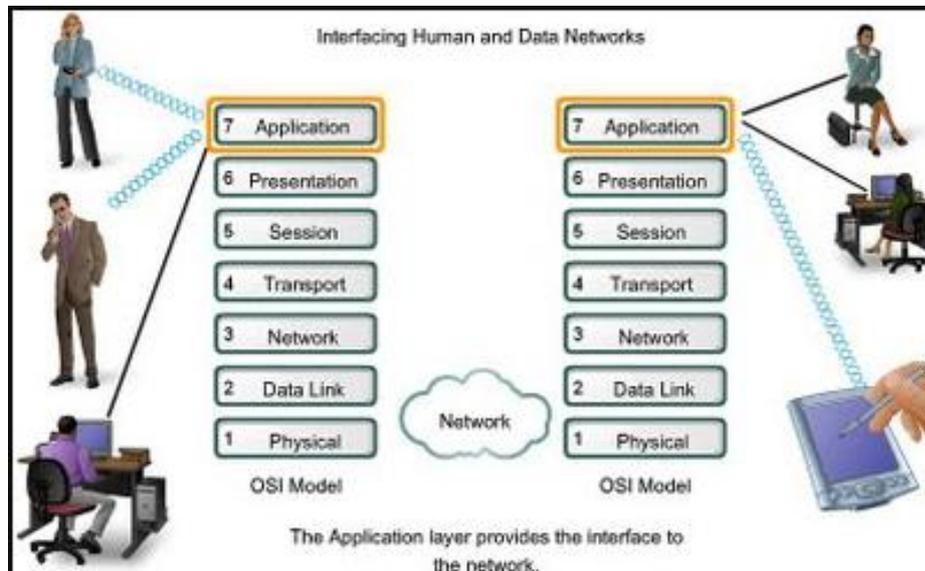


Figura 2. 22: Capa de aplicación del modelo OSI

Fuente: (Quezada, 2007)

#### 2.4. Redes definidas por software SDN

SDN se propone como una solución al creciente cambio de los dispositivos que se usan en una red, normalmente las diferencias entre fabricantes han sido un obstáculo al que siempre había que vencer, concibe una interfaz que se puede interconectar con software de terceros (Carrera, 2015).

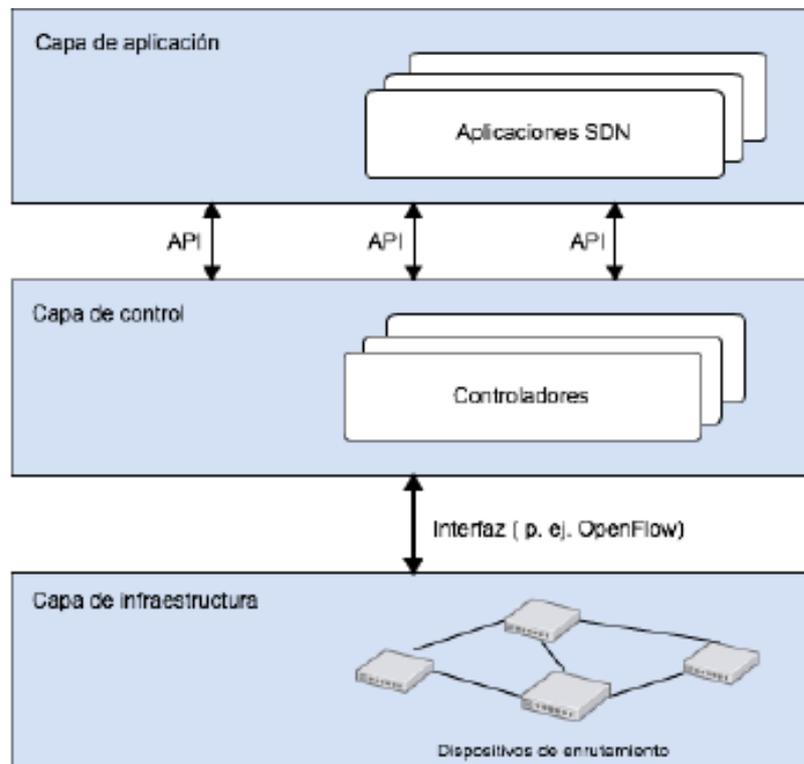
La Open Networking Foundation por sus siglas en inglés ONF fue creada en 2011 con el objetivo de promover las redes definidas por software desarrollando estándares open source (abiertos). Las redes definidas por software tienen una idea clara, la cual consiste en llevar el control desde el

hardware o los elementos físicos de la red como lo son los conmutadores o routers y unirlos en un punto en común el cual es externo a esta red física y es usada en una estación de trabajo, es un software al que se denomina controlador.

El controlador se encarga de tomar la decisión de reenviar y de armar tablas de enrutamiento que normalmente usan los dispositivos de la red y hace el proceso más simple que el que se usa actualmente, la red está controlada en tan solo un punto, lo cual facilita la tarea de configurar cualquier equipo a través de softwares, los cuales son de gestión estándar y no tienen fabricante específico, gracias a esto la red se transforma en un sistema totalmente abierto y de fácil acceso para el controlador.

Se obtiene una visión de la red entera, al intercambiar constantemente información con las capas del sistema las cuales son la capa de aplicación, la capa de control y la capa de infraestructura, estas capas ayudan en el intercambio y el manejo de información en base al controlador el cual provee los requisitos para procesar la información tanto de hardware como de software.

En la siguiente figura 2.23 podemos observar cómo se compone la arquitectura de una red SDN las cuales son enlazadas con las demás capas por la interfaz de aplicación programática y a su vez con la interfaz la que puede ser usada con un protocolo específico.



**Figura 2. 23: Arquitectura SDN**  
**Fuente: (Cruz, 2015)**

### 2.4.1. Capa de aplicación

La capa de aplicación o aplicaciones usadas en las redes definidas por software pasan sus peticiones a través de un API (Application Programmatic Interface) o Interfaz de Aplicación Programática, la cual le especifica a los sistemas o software como interactuar con cada uno. Estos API conectan la capa de aplicación y la capa de control y ayudan a cumplir lo que el usuario necesite. A continuación, se listan ejemplos de aplicaciones usadas en SDN:

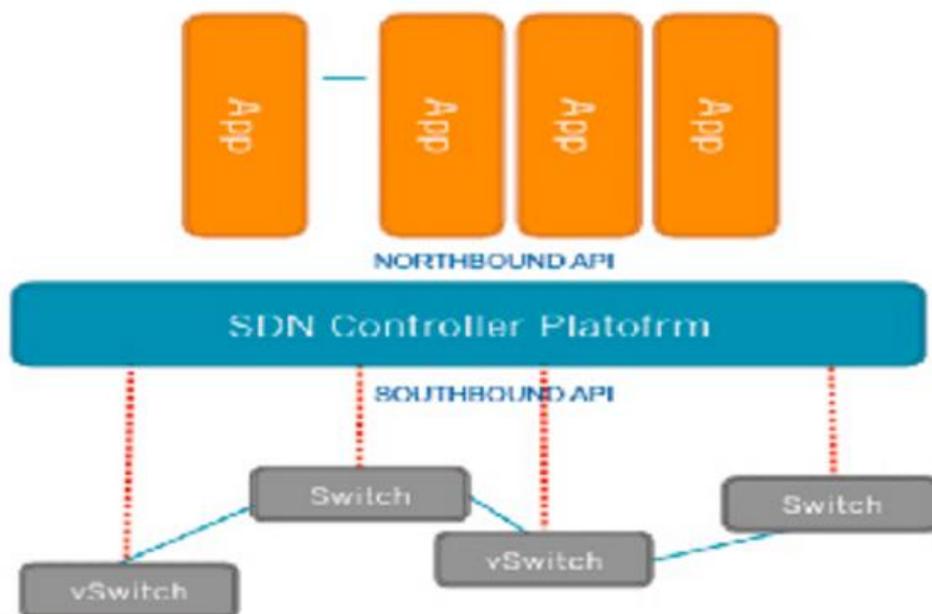
- Enrutamiento adaptable, normalmente fijar un enrutamiento es relacionado con algo complejo, el cual necesita personal calificado, así

como de una puesta a punto lenta. Mejora la integración y la calidad de servicio (QoS).

- Provee servicio ininterrumpido, las redes de distintos dispositivos con tecnologías heterogéneas tienen un punto de control común usando redes inalámbricas.
- Usar traceroute o tcpdump que son herramientas típicas para el mantenimiento de redes no ayuda a mantener la red extensa automáticamente porque tienen un alto grado de error humano, con las redes definidas por software tenemos un control central de la configuración de la red, lo cual facilita usar otras aplicaciones de diagnóstico la cual nos indicará la fuente del problema a tratar.
- Para brindar seguridad en la red, normalmente se usan firewalls o servidores proxy, implementar esto es una tarea grande para un administrador de red. Las redes definidas por software analizan el patrón que tiene el tráfico de datos para detectar problemas eventuales, como ataques DDoS, o llevar datos sospechosos a sistemas que prevengan intrusiones, bloquear el tráfico de la red y brindar privacidad al usuario.
- Redes virtuales, se separa la red física en varias virtuales y estas son asignadas a varios usuarios, o estaciones de trabajo, usando túneles, esto se vuelve una tarea pesada. Usando SDN el controlador realiza la configuración pertinente usando aplicaciones para virtualizar la red, haciendo del proceso algo mucho más sencillo y menos costoso, ya que se puede hacer uso de aplicaciones open source.

- Se puede conectar varias redes vía internet, pero requieren una conexión estable sin importar la ubicación para poder conservar una calidad de servicio buena, se usa para comunicar máquinas virtuales usando la red definida por software simplemente instalándolo (Open Networking Foundation, 2012).

En la figura 2.24 podemos apreciar cómo funciona la capa de aplicación controlada por una plataforma definida por software.



**Figura 2. 24: Capa de aplicación SDN**  
Fuente: (Meltzer, 2012)

### 2.4.2. Capa de control

En SDN el controlador es el elemento más importante ya que gestiona las dos capas restantes de aplicación y la capa de infraestructura usando dos interfaces y monitorea toda la red ofreciendo una visión global (Carrera, 2015).

Se consigue el estatus de la red y dependiendo de lo que exijan las aplicaciones las reglas para enviar y reenviar información se ven actualizadas ya que pueden ocurrir cambios como cuando luego de un fallo se debe recuperar la información, o el movimiento (migración) de máquinas virtuales. Se deben evitar agujeros de seguridad o bucles porque podrían sobrecargar el procesador del controlador.

Con un lenguaje de alto nivel se logran comunicar las aplicaciones definidas por software usando varios lenguajes de programación, y, el estado de la red es comunicado a las aplicaciones para informarles por donde es mejor encaminar los paquetes a fin de que la calidad del servicio no se vea afectada.

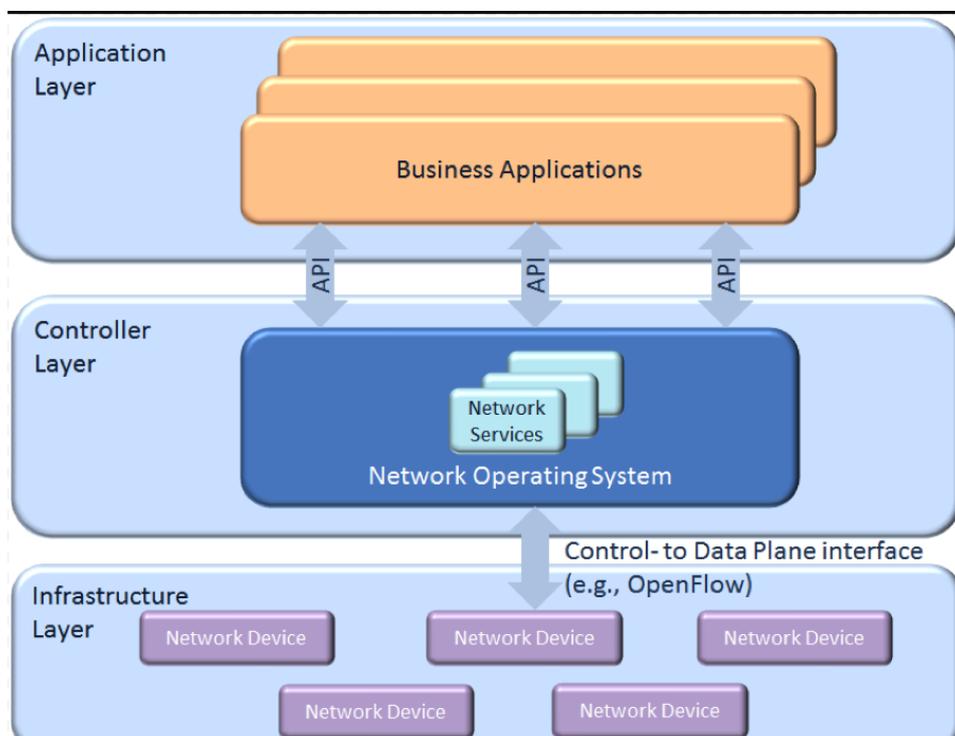
El controlador debe ser capaz de comunicarse con sus homólogos al no haber un controlador estándar, y, al tener una red grande las opciones aumentan y se debe tomar decisiones rápidamente, por esto se deben tener controladores de respaldo para evitar congestiones.

Los controladores reúnen las siguientes características en su uso habitual en la red:

- Las aplicaciones y controladores por lo general tienen comunicación constante y a raíz de esto pueden ocurrir conflictos en la configuración por lo que se puede solucionar usando software para evitarlo.

- El controlador posee un rendimiento estándar dependiendo de la estación que se esté usando, como tratamos con software podemos hacer que el rendimiento mejore procesando la información por lotes, esto sin que el usuario deba intervenir.
- Podemos observar y comparar el rendimiento entre controladores con software.

En la figura 2.25 podemos apreciar como la capa de control se comunica por medio de interfaces de aplicación programática con la capa de aplicación y por interfaces de control con la capa de infraestructura, la capa de control debe ser capaz de comunicarse con ambas.



**Figura 2. 25: Capa de control SDN**  
Fuente: (Lobos, 2013)

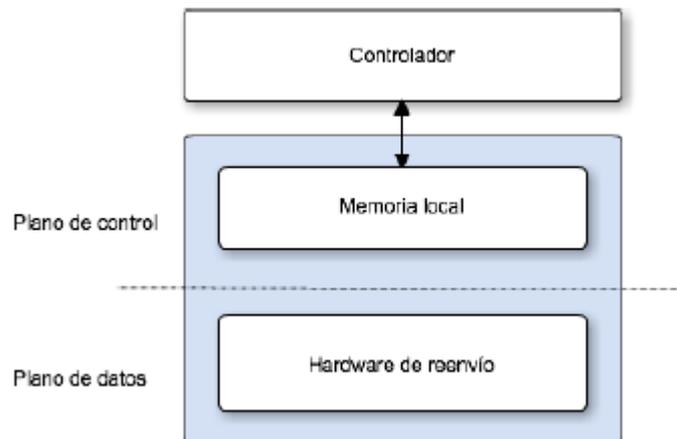
### **2.4.3. Capa de infraestructura**

Es la que reúne el hardware necesario para realizar la conmutación que forma la red y con sus dos componentes realiza dos tareas detalladas a continuación (Cruz, 2015):

- Tarea de control, recogiendo el estado actual de la red y le informa al controlador, éste indica las reglas para el reenvío de los paquetes, la información se almacena temporalmente, si la información es insuficiente los paquetes son descartados.
- Tarea de datos, la capa de control toma decisiones, éstas decisiones se basan en los paquetes que reenvía el procesador, se identifica el reenvío que debe de coincidir con el paquete principal, éste proceso se hace usando como base las direcciones MAC o la dirección IP.

Dichas tareas hacen que el sistema se revise a sí mismo, chequeando su estado y su prestancia para poder enviar los paquetes que se le piden, también descarta posible información que le haya llegado de forma incompleta para evitar saturación de la red y una espera innecesaria.

En la figura 2.26 podemos ver qué sucede cuando se conecta un dispositivo al controlador SDN en su capa de infraestructura, pasando por el plano de control, en donde es guardado en una memoria local y en el plano de datos en donde se planea su reenvío.



**Figura 2. 26: Dispositivo conectado en capa de infraestructura**  
**Fuente: (Cruz, 2015)**

Cuando un elemento SDN recibe un paquete el primer paquete entrante es enviado al controlador para que su cabecera sea revisada en búsqueda de cualquier error que pudiese contener, cuando los demás paquetes llegan, se vuelven a enviar de acuerdo a una tabla que se fija, esta tabla indica el orden de llegada y así mismo el orden en que los archivos deben ser enviados, en resumen, el proceso es más sencillo y cuesta menos usar uno de estos dispositivos (Open Networking Foundation, 2013).

Las tablas modificables de SDN hacen que nuestra información pueda seguir un patrón definido para así evitar rutas congestionadas o dañadas en donde quizás la información llegue con pérdidas.

A continuación, se detallan ejemplos de implementación de SDN:

- Implementado en una estación de trabajo (PC) se usa un software que es instalado en un sistema operativo, por ejemplo: Windows o Linux, los

softwares que se usan son Pantou, Open vSwitch entre otros. Existe una desventaja al usarlos en un pc la cual es una velocidad de procesamiento de paquetes lenta ya que hay pocos puertos a las tarjetas de red, pero esto puede ser solucionado usando conmutación virtual.

- Implementado en hardware de una red abierta, no depende del fabricante y su plataforma se puede programar para la construcción de redes para la investigación, por lo general se usa para experimentos con otros dispositivos.

#### **2.4.4. Posibles usos de SDN**

SDN puede abarcar un amplio margen de aplicaciones y entornos de red, nos ofrece un control mucho más personalizado eliminando mediadores y así simplificamos el crecimiento y desarrollo también la implementación de servicios, protocolos y cualquier función que se pueda presentar a futuro (Lobos, 2013). Las aplicaciones de SDN son las siguientes:

- En data center, es conocido que los data centers consumen bastante energía eléctrica, usando redes definidas por software se puede mejorar la eficiencia del uso de energía, redirigiendo el tráfico para que solo se use una parte de la red sin que esto tenga efecto en la eficiencia de la misma.
- En empresas, es vital mantener una buena gestión de la red en estos entornos, se puede usar SDN para manejar mediante programación

políticas de red empresariales. SDN se encarga de cumplir las funciones de firewall, control de accesos o equipos NAT (Network Address Translation, la cual sirve para reducir el uso de IPs en una empresa).

- En redes ópticas, se encarga del tráfico de datos de la red, leyéndolos por medio de flujos, nos permite integrar varios tipos de tecnologías de red independientemente del fabricante, el control de la red mejora y promueve una administración flexible de la red, de esta forma terceros pueden también administrar y controlar sistemas, implementando servicios nuevos en las redes virtuales.
- Pequeñas y medianas empresas y hogares, se ha proyectado usar SDN en redes de menor magnitud, como las que podemos encontrar en empresas pequeñas o una red de hogar, como los dispositivos de redes de costo bajo se están volviendo más accesibles, los equipos se vuelven cada vez más complejos, por ende, la preferencia está apuntando a SDN.
- Redes de acceso inalámbricas, SDN aplicada en redes móviles, es de interés académico mayormente y la industria está poniendo su mira en esto también, con SDN se podría hacer más simple administrar una red móvil y así hacer posible proveer servicios nuevos, sería como pavimentar el camino para redes de quinta generación.

## **2.5. Software OpenFlow**

OpenFlow está considerado de los primeros estándares para SDN, ayuda a que el controlador SDN pueda interactuar de forma directa con la plataforma de redistribución de los elementos de la red lo cual facilita la comunicación con enrutadores y switches ya sean estos físicos o virtuales (The Open Networking Foundation, 2009).

Para trabajar con OpenFlow primero el controlador SDN el cual es el cerebro de la red debe reconocer el protocolo OpenFlow, y a su vez notifica los cambios al switch o elemento que se use ya sea físico o software, para dividir el tráfico, el control se mejora para un rendimiento óptimo y probar mejores aplicaciones y configuraciones.

### **2.5.1. Beneficios de OpenFlow**

Este protocolo de SDN nos ofrece múltiples beneficios, nos permite programarlo, es decir, manipular el código para cambiar la estructura del procesamiento de los datos, nos permite innovar en un tiempo más corto, y acelerar el cambio en la tecnología ofreciendo nuevas y mejores opciones, también nos proporciona inteligencia centralizada, que hace más fácil el control de los dispositivos, mejora el rendimiento y simplifica el hecho de proveer órdenes (The Open Networking Foundation, 2014).

También provee nuevos campos para transmitir datos, tales como los puertos de ingreso, ethernet con sus fuentes y tipos, nos permite identificar

diversos puertos de entrada y dar prioridad a otros, así como puertos para el tipo de servicio (ToS), el funcionamiento de estos campos se puede ver detallado en las siguientes tablas, Tabla 2.3 y Tabla 2.4, siendo el puerto de ingreso dependiente de la implementación que se le dé al sistema, pudiendo usar más bits o menos bits. En la tabla 2.3 podemos observar cuales son los campos, o los encabezados con los cuales OpenFlow etiqueta los paquetes de datos que se van a usar.

**Tabla 2. 3: Campos de los paquetes de OpenFlow**

Ingress Port	Ether source	Ether dst	Ether type	VLAN id	VLAN priority	IP src	IP dst	IP proto	IP ToS bits

**Fuente: (The Open Networking Foundation, 2009)**

En la tabla 2.4 vemos como estos campos necesitan cierta cantidad de bits para poder ser enviados, con excepción del puerto de ingreso el cual depende de la información a enviar.

**Tabla 2. 4: Amplitud de los campos de OpenFlow**

Campo	Bits
Puerto de Ingreso	Dependiente de implementación
Dirección de fuente Ethernet	48
Dirección de destino Ethernet	48
Tipo Ethernet	16
ID Vlan	12
Prioridad Vlan	3
Dirección de fuente IP	32
Dirección de destino IP	32
Protocolo IP	8
Bits de Tipo de servicio (ToS) IP	6

**Fuente: (The Open Networking Foundation, 2009)**

**Elaborado por: El autor**

## **PARTE II APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 3**

#### **RED DE DATOS DE UN HOSPITAL**

##### **3.1. Aspectos a considerar**

En un hospital hay varios puntos clave a los que se debe acceder al momento de construir una red de datos, tales como la disponibilidad del servicio, no se puede dar el lujo de perder el control de la red de datos ya que algunos dispositivos, actualmente varios de ellos son vitales para el manejo del mismo, y como se plantea un edificio inteligente que integre varios aspectos, lo mismo debe procurar aplicarse en la red.

La pérdida de uno de estos sería como perder alguno de nuestros sentidos y, en un edificio en donde se trata con la vida de personas esto no puede darse, por ende la estabilidad y la eficiencia de dichos elementos de la red y de lo que se encuentra instalado es de suma importancia añadido a varios servicios esenciales que deben tenerse en cuenta, y, estos a su vez se integran con el resto de servicios en una sola red o en varias redes controladas por una sola estación que es la que monitorea usando SDN con su software asignado por ejemplo OpenFlow. Los servicios básicos que se brindan se listan a continuación:

- Voz: Cualquier servicio que transmita tonos vocales y que se base en esto para funcionar, generalmente usando voz sobre IP.

- Red, o servicio de red que engloba la mayoría de servicios, como telefonía, consultas externas, intercomunicadores etc.

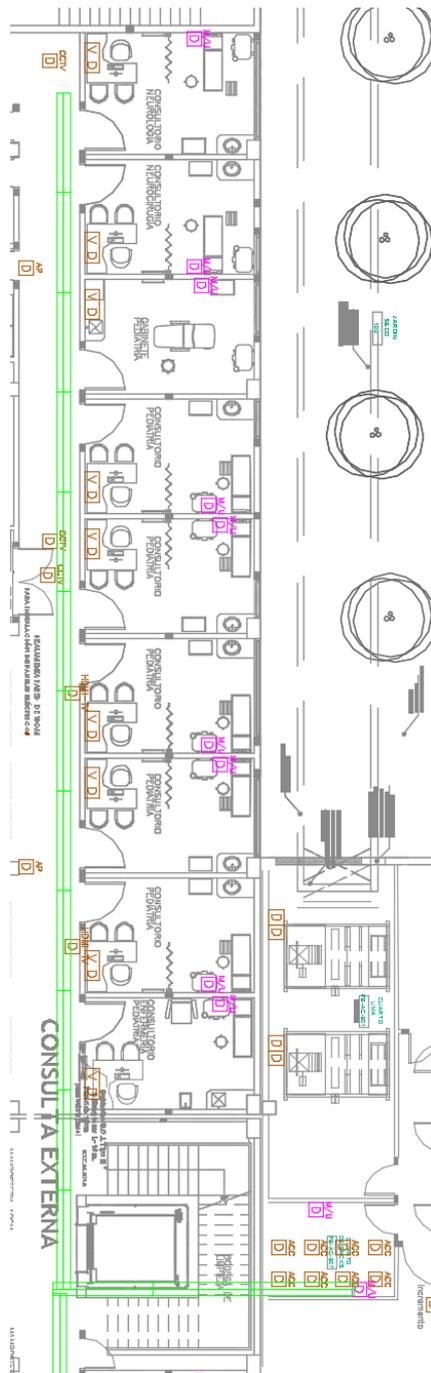
Para los servicios de datos en cambio se brindan servicios como, detección de incendios que incluye luces estroboscópicas y las sirenas, así como los detectores de humo; llamado de enfermeras, servicio de transmisión de señales para los televisores vía VGA o HDMI y relojes digitales.

Para nuestro propósito se conectan los ordenadores en una red común, ya que lo que se pretende es centralizar las bases de datos y distribuir todos los procesos, se quiere lograr un control amplio de todo el hospital en una sola área de trabajo, se incluye el sistema operativo a instalar, el cual será el de preferencia del contratista o el contratante del servicio y los protocolos que van con estos.

### **3.2. Red de un hospital**

La red instalada en la actualidad en dicho hospital es una red de datos “tonta” una red meramente física que interconecta todos los bloques que conforman la edificación, en total 9 bloques con sus respectivos 4 pisos cada uno, esto sería un poco grande para abordarla aquí, así que se decidió tomar una muestra en un solo bloque con su respectivo cuarto de datos que es donde descansan los equipos y el personal que se hará cargo de manejar esta red por medio del software utilizado y los puntos para la conexión de las estaciones de trabajo pertinentes, ésta red tiene sus beneficios y sus contras,

los cuales se definirán más adelante; a continuación podemos ver una imagen mostrando dicho bloque y los puntos que se ha mencionado anteriormente.



**Figura 3. 1: Bloque 1 del hospital**  
Elaborado por: El autor

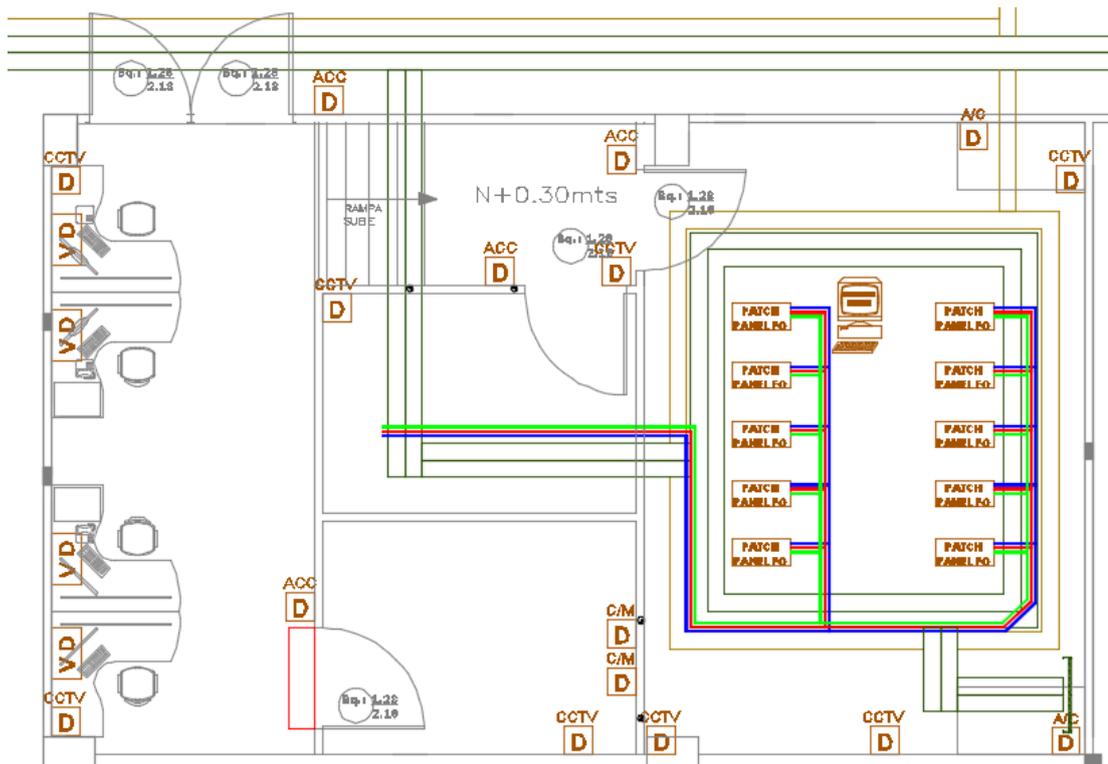
Como se ve en la figura anterior Figura 3.1, tenemos variedad de puntos de datos instalados los que serán las estaciones de trabajo, los cuales se dividen en varios campos como se puede ver en la siguiente Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Simbología

<b>SIMBOLOGÍA</b>	
<b>SÍMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
D	Salida para datos
V D	Salida para punto de voz o datos
AP D	Salida de datos para access point
CCTV D	Salida de datos para CCTV
ACC D	Salida de datos para control de accesos
M/U D	Salida de datos multiuso
PR D	Salida de datos en techo para proyector
HDMI-TV D	Salida de datos para TV-HDMI
IP-TV D	Salida de datos para IP-TV
ENFER. V D	Salida de datos y voz para Llamado de Enfermería
ENF. D	Salida de datos para Llamado de Enfermería
INT. D	Salida de datos para Intrusion
MI D	Salida de datos para Microfono

Elaborado por: El autor

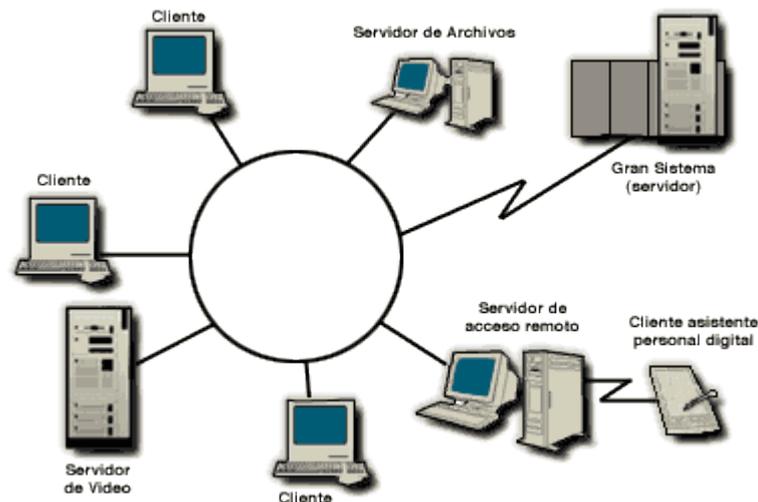
Para éste caso propuesto nos vamos a centrar en una pequeña red de un cuarto de datos perteneciente al edificio en donde se puede observar como desde la data center se distribuyen el cableado de datos hacia los distintos cuartos mediante canalización aérea.



**Figura 3. 2: Cuarto de datos**  
Elaborado por: El autor

En la figura 3.2 se puede apreciar que en él se encuentran las estaciones de trabajo, con su data center que es de donde provienen todos los cables los cuales van a comunicar las estaciones de trabajo, en esta data center existe una computadora que monitorea sus actividades. En esta red tenemos un servidor dedicado, mas no jerarquía de equipos, ya que los mismos equipos pueden controlar y acceder a la información que se encuentra en el servidor, mas no podrán los equipos de afuera de esta red, catalogándola

en una red de igual a igual. Cada una con su sistema operativo funcional el cual ayudará a reconocer los dispositivos de red.



**Figura 3. 3: Ejemplo de red conectada al servidor**  
Elaborado por: (Público, 2012)

Como vemos en el ejemplo de la figura 3.3 es lo que se busca con nuestra red, conectar a varios dispositivos entre sí para dinamizar la comunicación.

Actualmente podemos interconectar estas redes con demás redes en el planeta, ampliando el panorama para las comunicaciones entre servidores, así como su uso, en las diversas áreas del hospital necesitamos que los equipos permanezcan conectados y que la comunicación no se interrumpa, ya que si llega a suceder esto, muchos de los equipos quedarían inutilizados, no se puede dejar sin comunicación estas áreas y si llegara a pasar debemos intervenir en el problema cuanto antes, esto genera una serie de molestias ya que todo el cableado y muchos equipos usados para el montaje de esta red

están sobre un tumbado debiendo enviar personal a trabajar en eso, interrumpiendo la circulación normal en los pasillos del hospital.

En la figura 3.4 observamos cómo se consiste la red de datos para un llamado de enfermeras que está planteado para tener botones cerca de una cama y módulos ubicados en la habitación para alertar cualquier emergencia inmediatamente y cuando se lo requiera, así como un intercomunicador afuera de la habitación para informar a las enfermeras o a los médicos residentes cualquier anomalía presentada o propiamente dicho emergencia.

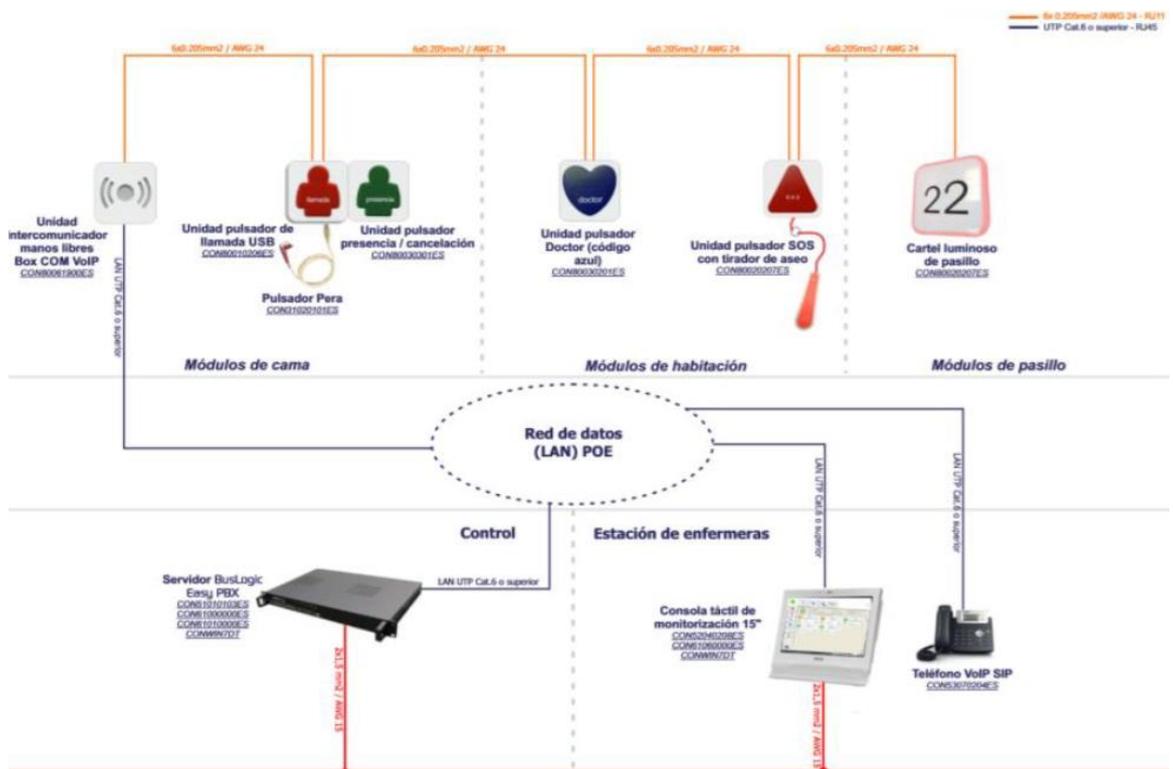
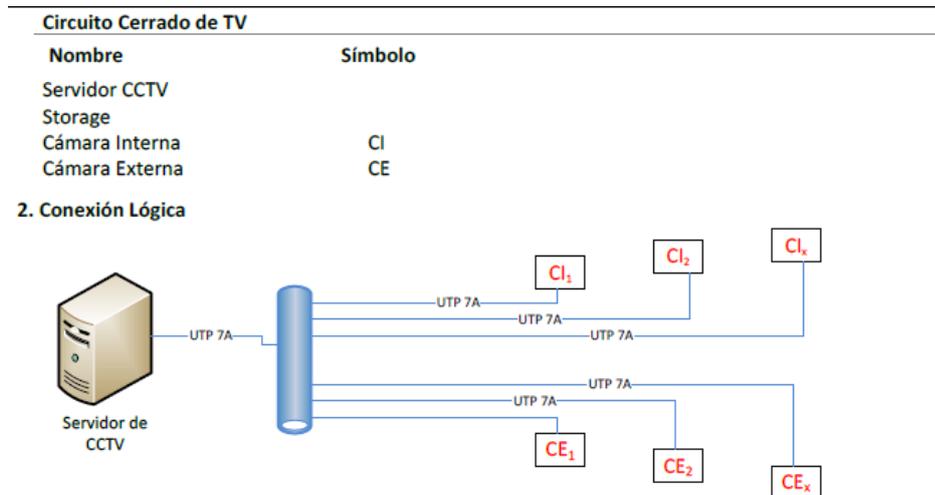
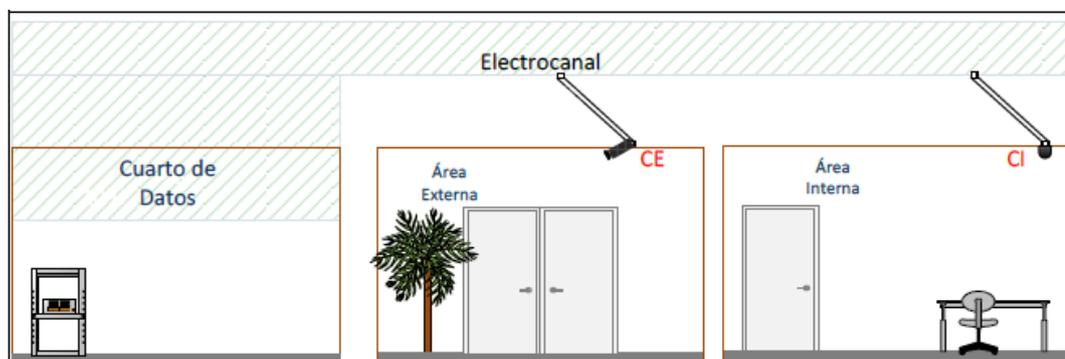


Figura 3. 4: Red de datos para llamado de enfermera de dos camas  
Elaborado por: (ELOT, 2015)



**Figura 3. 5: Red de datos CCTV**  
Elaborado por: (ELOT, 2015)

En la figura 3.5 podemos observar el estado de una red de datos de circuito cerrado de televisión los cuales parten desde su respectiva cámara llegan a un módulo para su almacenamiento y de ahí pasan al servidor CCTV el cual distribuye los datos al resto de la red y a sus estaciones pertinentes, cualquier daño en este sistema nos quitaría visión de un área determinada y repararlo toma tiempo, al ser un solo camino al servidor es posible que se pierda la señal en más de una cámara, en la figura 3.6 se observa cómo se encuentran.



**Figura 3. 6: Ubicación del sistema CCTV**  
Elaborado por: (ELOT, 2015)

Describiendo los demás sistemas del hospital en la figura 3.7 y 3.8 podemos ver el sistema de accesos, el cual brinda seguridad y acceso sólo a personal autorizado mediante el uso de pulsadores, cerraduras magnéticas, lectores de tarjeta y biométricos, si este sistema llega a fallar el acceso no será posible, a menos que se instalen barras para la apertura manual de dichas puertas a lo cual debe prestarse especial atención ya que eso facilitaría la apertura de las puertas y el objetivo es mantenerlas cerradas a personal no autorizado.

#### Control de Accesos

Nombre	Símbolo
Servidor de Accesos	
Controladora de Puerta	AC
Fuente de Controlador de Puerta	
Boton Pulsador	AP
Cerradura Electrica	AE
Contacto Magnetico	IC
Lector de Tarjetas	AT
Lector Biométrico	AB

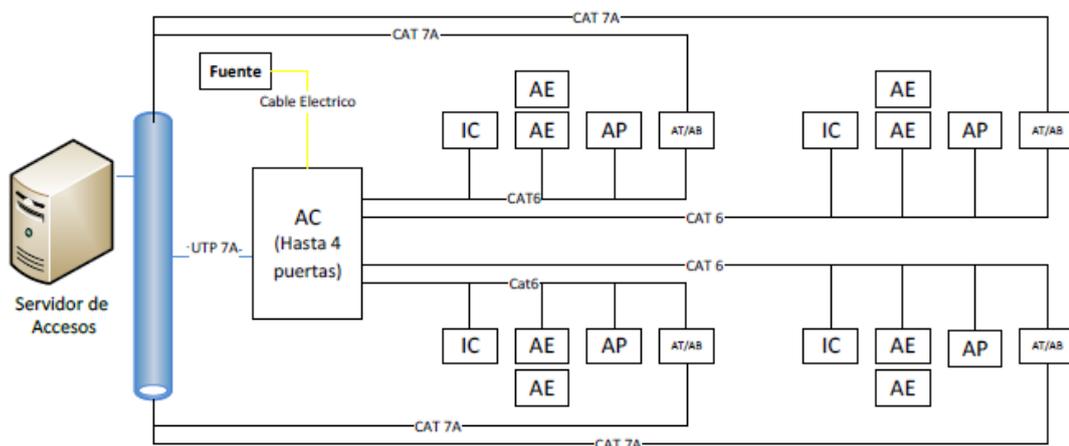
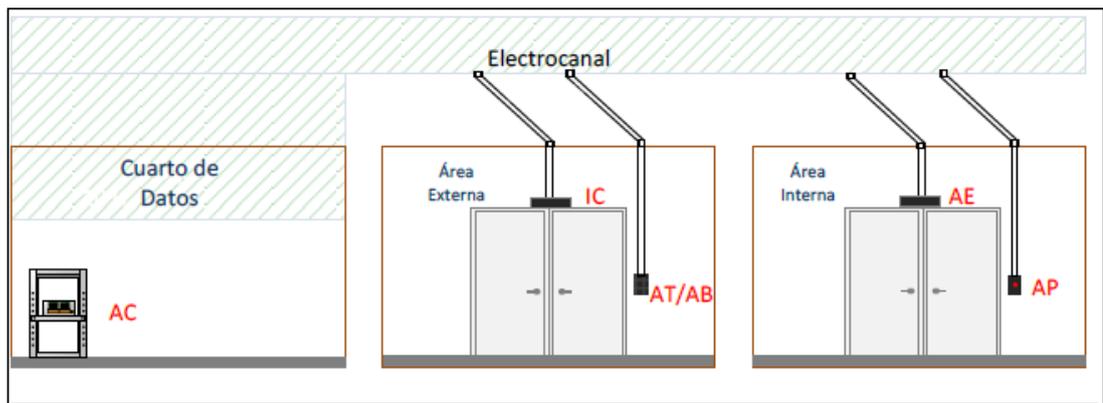
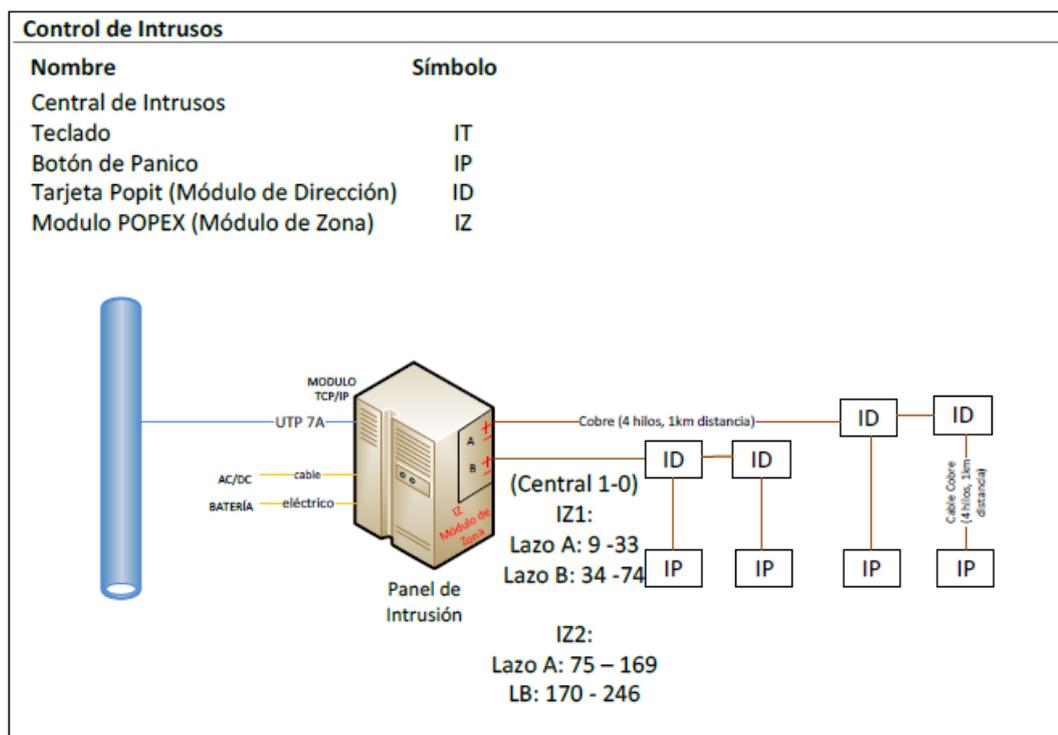


Figura 3. 7: Control de accesos  
Elaborado por: (ELOT, 2015)

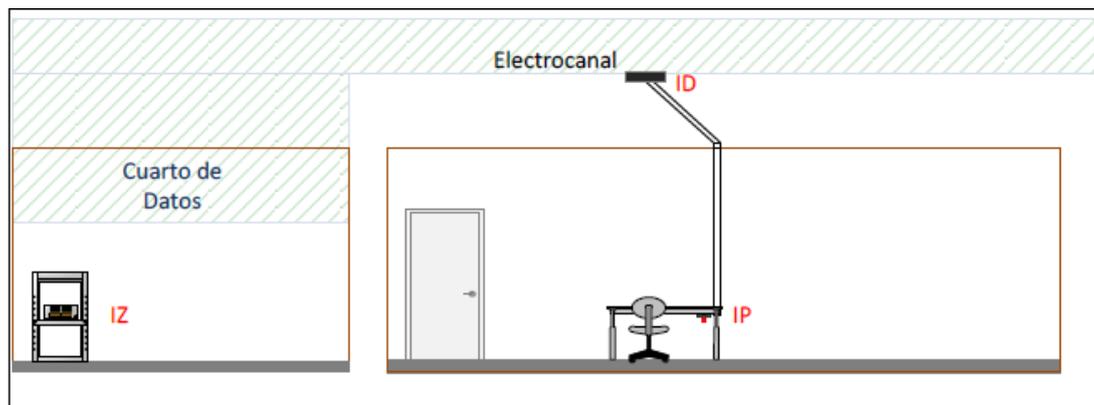


**Figura 3. 8: Accesos**  
Elaborado por: (ELOT, 2015)

Para el sistema de control de intrusos (Fig. 3.9) se plantea una conexión de red y se compone por varios módulos de zona, cada módulo soporta hasta 8 elementos de seguridad, los que llevan botones de pánico y su tarjeta popit (sensores).



**Figura 3. 9: Módulo de intrusión**  
Elaborado por: (ELOT, 2015)



**Figura 3. 10: Planteamiento de una unidad de intrusión**  
 Elaborado por: (ELOT, 2015)

En la figura 3.10 se puede apreciar cómo va instalado el botón para alertar de una posible intrusión al sistema de seguridad más cercano, la señal se la envía al cuarto de control el cual la redirige o a las casetas de seguridad para una acción inmediata, o a la estación de policía más cercana ante cualquier eventualidad.

### **3.2.1. Ventajas de las conexiones en red comunes**

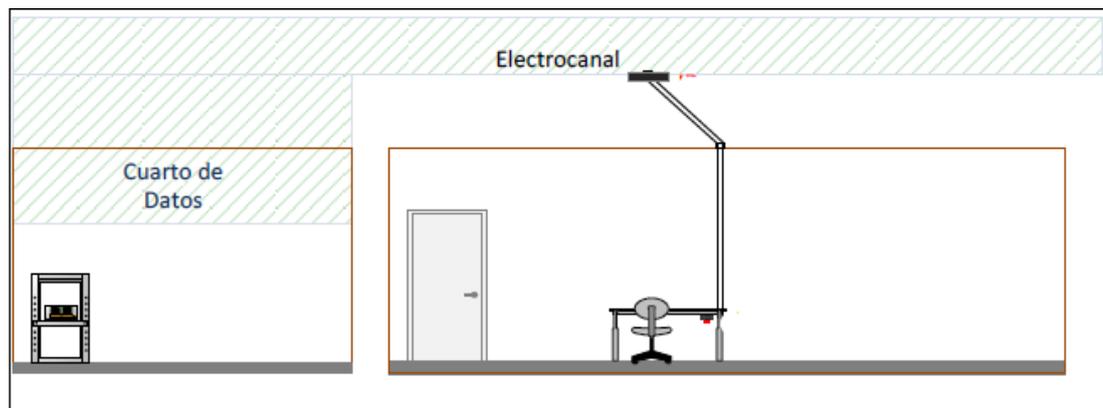
Como ya conocemos las redes de datos comunes poseen varias ventajas y facilidades que nos son brindadas aparte de compartir información con las estaciones enlazadas y sus recursos de varias de estas, entre otras listamos las siguientes:

- Ampliar el uso de las impresoras para que puedan ser usadas en varias estaciones.
- Pasar datos entre usuarios sin usar periféricos, simplemente por la conexión de red, ganando tiempo

- Centralizar programas requeridos, el programa queda instalado en un servidor central y todos pueden usarlo simultáneamente.
- Crear respaldos de seguridad, para cualquier archivo, estación, o sistema operativo que requiera usar este recurso, ahorrando molestias y servicio técnico para reparar una estación de trabajo.

Con el advenimiento de internet también se ha alargado el alcance de la red, por motivos de seguridad es recomendable encriptar la información, pero saltándonos esto es un recurso sumamente útil para las empresas y sus empleados que se encuentren fuera de la ciudad o incluso del país y que necesiten ponerse en contacto con algún área de la misma también se incluyen éstos usos que actualmente han llegado a facilitarnos nuestras labores diarias de una forma sin precedentes y con costes relativamente módicos los cuales motivan a seguir implementando aplicaciones para su uso y mantener su alcance, algunas de esas facilidades se encuentran listadas a continuación:

- Compartir información desde cualquier punto del planeta.
- Comunicación vía e-mail en todos los lugares del mundo ahorrando tiempo y dinero.
- Como se mencionó anteriormente, la plataforma puede ser usada mediante un nombre de usuario y contraseña y así poder controlar una estación de trabajo con internet.



**Figura 3. 11: Canalización aérea**  
Elaborado por: (ELOT, 2015)

El acceso al electro canal es lo que complica el mantenimiento en los sectores de red indicados, si el problema se vuelve mayor, los inconvenientes para su reparación serán mucho mayores como se puede observar en la figura 3.11 el electro canal se encuentra sobre un tumbado volviendo el acceso a este algo complicado.

### **3.2.2. Desventajas de una red de datos común**

Como cualquier sistema, las redes de datos no están exentas de problemas a pesar de brindarnos varias ventajas, las desventajas serán analizadas a continuación:

- El mantenimiento es costoso, dependiendo de la magnitud de la red aumenta aún más el coste, al ser el hospital una obra grande, necesita una red grande, por ende, el mantenimiento tiene la misma tendencia.

- Si perdemos el servidor por algún problema ya sea de hardware o software, nuestra red quedaría inutilizada hasta que ese problema sea resuelto.
- Dependiendo del uso de la red, se puede estar expuesto a ataques.
- El punto anterior influye en éste, para evitar los ataques de hackers o virus, se debe invertir en seguridad, lo que influye en el costo.
- No se obtiene mayor privacidad en los archivos.
- Su puesta a punto es costosa.
- Las estaciones de trabajo tienen que ser actualizadas cada cierto tiempo, mientras se mantenga actualizada la red, para evitar estancamientos y lentitud en la transferencia de datos.

Como podemos ver en los puntos anteriores, el ensamblado de una red no es tarea fácil, incurre una inversión grande para mantenerla a flote y que funcione óptimamente, el gran problema de todo es mantener los servidores funcionando y sin errores, ya que si perdemos esto es como perder el corazón de la red, la fuente de control de todos los sistemas, porque cada uno de los sistemas que han sido descritos aquí, son controlados por esta red.

Se perdería el control en los sistemas de accesos, intrusión, llamado de enfermeras, que son vitales para las funciones respectivas de un hospital, sin estos no se precautelaría en la seguridad de los pacientes que estén dentro del edificio.

### **3.3. Planteamiento de la red SDN**

Se intenta analizar los usos y beneficios de la red SDN para el hospital, y así mejorar el rendimiento de los equipos tal como su duración y su reacción ante posibles fallas.

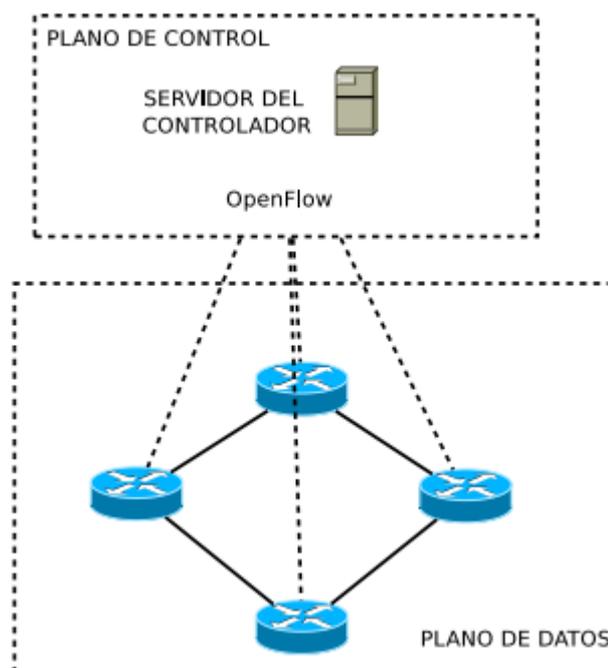
#### **3.3.1. Beneficios de SDN**

Los beneficios que nos ofrecen las redes definidas por software SDN se listan a continuación:

- Abarata costes en relación al hardware de red.
- Reduce el equipo necesario para montar la red.
- Las actualizaciones se realizan de una manera más eficaz al ser software, con una actualización es más que suficiente, en lugar de comprar equipo mejorado.
- Motiva el uso de algoritmos de enrutamiento, así como su innovación y el uso de la capacidad de la red es mayor.
- Hace posible que se usen algoritmos con complejidad más alta y mucho más exigentes.
- Aumenta las posibilidades para las innovaciones e investigadores independientes desarrollen en este campo.
- Control centralizado de la red.
- Se puede gestionar de una forma eficaz el ancho de banda de la red, delimitando y controlándolo para diversos propósitos.

- El coste es menor al instalar los equipos, así como en el mantenimiento, ya que los problemas pueden ser intervenidos con rapidez y con conocimiento del lugar que los ocasiona.

Luego de los diversos puntos que han sido tomados en cuenta con anterioridad, nos podemos percatar que SDN nos libera de muchos inconvenientes anteriores que poseíamos con las redes comunes, así como sus costos de montaje y mantenimiento que son los que más preocupan a la hora de instalarla, también la estabilidad, ya que el código versátil de SDN nos permite poder modificarlo para enrutar paquetes de datos de una forma específica y por diversos caminos para evitar la congestión de la red.

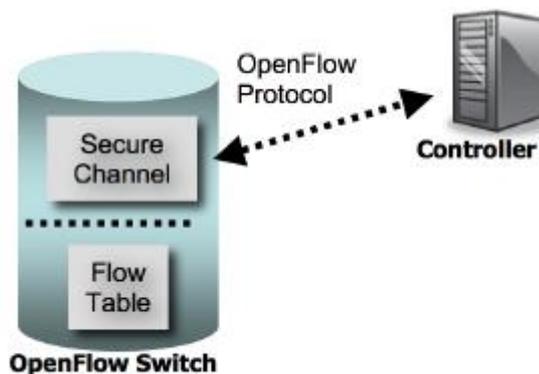


**Figura 3. 12: Red SDN con protocolo OpenFlow**  
Elaborado por: (González, 2014)

Por ejemplo, como se puede ver en la figura 3.12, se están usando routers OpenFlow los cuales tienen su protocolo preinstalado lo cual les ayuda a poder reconocer y comunicarse con los diversos elementos que se encuentren en la red.

Los elementos de red que usan el protocolo OpenFlow son capaces de, reenvío de los paquetes de un flujo a un determinado puerto (González, 2014), puede añadir paquetes a capsulas o encapsularlos y enviarlos hasta el controlador y también, si un paquete no es apto, puede ser descartado.

OpenFlow posee todos los beneficios que una red SDN puede proveer, basándose en tablas de flujos y montando un camino específico para los datos.



**Figura 3. 13: Switch OpenFlow comunicándose con un controlador**  
Elaborado por: (The Open Networking Foundation, 2009)

Con el protocolo OpenFlow se puede establecer un canal seguro a través de la red virtual con un controlador como se observa en la figura 3.13, el switch o elemento de red que esté a cargo de usar el protocolo asignará una tabla de flujos para cada paquete, dándole su valor en bits para el

encabezado que se llegue a utilizar y por consiguiente transmitir. Y en la figura 3.14 podemos observar cómo se encapsulan los paquetes para su envío y en la tabla 3.2 observamos el número de bits usado para cada paquete.

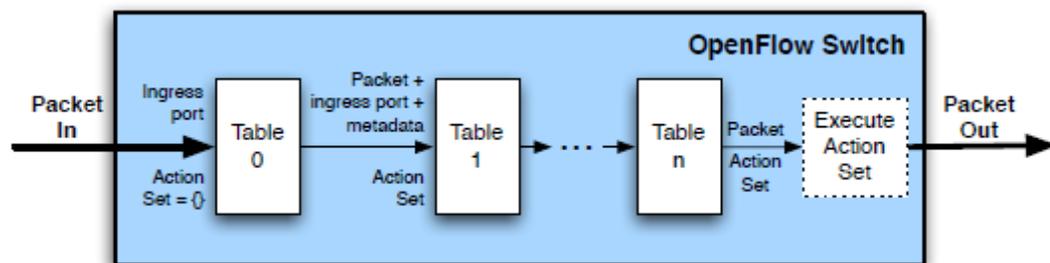


Figura 3. 14: Empaquetado en el Switch OpenFlow  
Elaborado por: (The Open Networking Foundation, 2011)

Tabla 3.2: Lista de contadores seleccionados para mensajes

Contador	Bits
Por tabla	
Entradas Activas	32
Muestras de Paquetes	64
Coincidencias de Paquetes	64
Por flujo	
Paquetes Recibidos	64
Bytes Recibidos	64
Duración (Segundos)	32
Duración (nanosegundos)	32
Por puerto	
Paquetes Recibidos	64
Paquetes Transmitidos	64
Bytes Recibidos	64
Bytes Transmitidos	64
Drops a Recibir	64
Drops a Transmitir	64
Errores en recepción	64
Errores al transmitir	64
Errores de alineamiento en recepción	64
Errores en recepción de Overrun	64
Errores recibidos	64
Colisiones	64
Por espera	
Paquetes de Transmision	64
Bytes de transmisión	64
Errores de overrun en transmisión	64

Fuente: (The Open Networking Foundation, 2009)  
Elaborado por: El autor

### 3.3.2. Desventajas de SDN

Cualquier elemento por más bueno que sea tendrá sus puntos malos, la idea es equilibrar y que los beneficios sean más que las desventajas, en éste apartado trataremos ese tema y se enlistarán las desventajas del sistema de redes definidas por software. Enlistando las desventajas tenemos a continuación:

- SDN es una tecnología aún en desarrollo, estando en sus etapas iniciales genera mucha incertidumbre acerca de su uso.
- La versatilidad de SDN nos ayuda a abaratar costos en lo que a elementos de red se refiere, pero también requiere de estaciones de trabajo que tengan una capacidad grande ya que no hay un servidor fijo y la tasa de transmisión de datos es alta.
- El código es abierto, pudiendo caer en manos equivocadas que lo adulteren y por ende los que lo usen estarían vulnerables a ataques a su propia red.
- OpenFlow no está libre de ataques de hackers o de virus informáticos, la implementación de seguridad informática adicional aún es prioritaria.
- No existe una distribución amplia de equipos SDN hasta el momento.
- Si la base de datos es grande el rendimiento de la red virtual será menor, ya que cada estación tiene que monitorear el contenido de los datos que se planean buscar.

Si bien SDN se encamina como una opción a implementación de redes viable y sobre todo más económica que una red normal, posee aspectos que debemos ver antes de tomar la decisión final de cambiarnos a su uso, es una aplicación que se encuentra en desarrollo y por ahora las que más pueden tratar con su código son sus fundadores y personas afiliadas a la ONF que es la que la desarrolla.

### **3.3.3. Comparativa con las redes comunes**

Como se pudo apreciar anteriormente, ambas configuraciones para la red tienen tanto sus ventajas como sus desventajas, en esta sección se ha planteado comparar la inversión para cada una de ellas, tomando en cuenta un presupuesto promedio entre ambas, para demostrar que tan viable es el uso de cualquiera de las dos, económicamente hablando.

Para esto hemos tomado en cuenta los elementos básicos de una red, y los precios promedio que estos tienen en el mercado, se va a plantear la comparativa de precios y podremos tomar una decisión pensando en el dinero disponible, por lo dicho con anterioridad, las redes SDN por su versatilidad y porque suplen varias funciones de los equipos de una red normal, parecen la opción más económica, pero esto es en parte cierto, ya que apenas está naciendo la posibilidad de usarla, y sus equipos no están totalmente orientados a su uso, los fabricantes solo dejan la posibilidad que el protocolo pueda usarse en éstos equipos.

En la tabla 3.3 podemos observar una base de precios promedio para los equipos principales de una red de datos.

**Tabla 3.3: Precios estimados de los equipos de datos**

Precios para equipos de datos				
	Unidad	Cantidad	Precio	Costo Final
Central telefonica IP	u	2	5600,6	11201,2
Firewall	u	1	1000	1000
Servidor	u	1	2500	2500
Switch	u	1	2300	2300
Router	u	3	1209,73	3629,19
Bridges	u	3	500	1500
Estaciones de trabajo	u	10	1500	15000
Repetidor	u	2	600	1200
Rack	u	1	900	900
Cableado	m	50	10	500
Canalizacion	m	100	30	3000
<b>TOTAL</b>				<b>42730,39</b>

**Elaborado por: El autor**

Podemos percatarnos de algunos de los elementos usados para la red, se han listado los principales para tener una idea de la inversión en esta área, la cual representa un gasto fuerte, y con justa razón ya que la red de datos es como el cerebro del edificio, ésta ayuda a mantener en comunicación constante todas sus áreas y las estaciones de trabajo, así como los distintos sistemas que conlleva.

Es un área crítica del hospital que necesita estar constantemente monitoreada en caso de que ocurra algún fallo ya sea en los centros de datos o en alguna sección de esta red, podría ser alguna intrusión o alguna falla en las líneas de transmisión, todo esto debe estar bajo control.

En la siguiente tabla 3.4 podremos observar la diferencia de precios entre las redes de datos normales y las redes SDN.

**Tabla 3.4: Precios estimados de los equipos de datos usando SDN**

Precios para equipos de datos SDN				
	Unidad	Cantidad	Precio	Costo Final
Central telefonica IP	u	2	5600,6	11201,2
Servidor	u	1	2500	2500
Switch OpenFlow	u	1	4000	4000
Router	u	1	1209,73	1209,73
Estaciones de trabajo	u	10	1500	15000
Rack	u	1	900	900
Cableado	m	50	10	500
Canalizacion	m	100	30	3000
<b>TOTAL</b>				<b>38310,93</b>

**Elaborado por: El autor**

A diferencia de las redes de datos normales, podemos observar que en SDN no se incluye el contrafuego esto se debe a que el protocolo OpenFlow ya cuenta con su propia seguridad para las estaciones de trabajo, si una estación llegase a infectarse o a ser atacada, solo esta estaría en peligro, mas no el resto de la red, se reduce el uso de los routers, ya que por medio de la red virtual podemos interconectar a más estaciones de trabajo sin mayores problemas y evitándonos cableado extra entre las estaciones de datos.

Podemos percatarnos que la diferencia de precios no es tan grande, y que la necesidad de equipos se mantiene por un margen pequeño, a pesar de los cambios pequeños, de todas formas haciendo un gráfico comparativo podemos darnos cuenta de la diferencia de ambos en el aspecto económico,

la cual se puede apreciar en la figura 3.15, éste margen de precios da lugar a la duda si será o no válido hacer la instalación de una red SDN en un edificio, o institución, ya que una red común si bien es cierto que cuesta un poco más, puede realizar los mismos procesos, aunque tiene más vulnerabilidades que pueden ser explotadas.



**Figura 3. 15: Inversión Redes normales vs SDN**  
Elaborado por: El autor

## **CAPÍTULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **4.1. Conclusiones.**

Las redes comunes si bien brindan los beneficios de interconectar varias estaciones de trabajo, también poseen muchas desventajas, la más grave es si se pierde comunicación con el servidor, se puede corregir, pero toma tiempo y dinero, lo cual es prioritario evitar en un hospital, en donde muchas vidas dependen del correcto funcionamiento de estos dispositivos.

Las redes SDN poseen bastantes beneficios, su único problema es que aún son una opción muy arriesgada, debido a su poca implementación y que es un estándar joven el cual se sigue optimizando y desarrollando para poder ser aplicado con éxito, pero requiere estaciones de trabajo lo suficientemente poderosas como para captar el flujo de datos de la red.

Las mejorías en eficiencia con SDN se pueden comprobar debido a que su instalación no supone gran dificultad, así como su uso y su mantenimiento, solo se requiere de poco personal para usarla, y un puñado de elementos con el protocolo indicado reemplaza a varios routers de una red tradicional.

SDN puede ser viable para un hospital por ser de mantenimiento rápido, pero aún posee limitaciones en cuanto a implementación.

Las diferencias en precios para su implementación no son tan alejadas por ende aún se suelen elegir redes comunes sobre las controladas por software.

#### **4.2. Recomendaciones.**

A pesar de que SDN está en una fase experimental es recomendable esperar nuevos avances en esta rama, el código inicial está en constante transformación y es posible que en un par de años su uso sea confiable para empresas o para redes grandes, ya que, de momento se ha probado en redes pequeñas sin muchos problemas.

Utilizar estaciones de trabajo con procesador de última generación y con suficiente memoria RAM (se recomienda mínimo 4gb) para poder general las rutas virtuales de la red, ya que de la velocidad de procesamiento del servidor dependerá la velocidad de la transmisión de datos en la red.

Al ser código abierto, se deben tomar las medidas respectivas para la seguridad de la red para evitar infecciones o ataques de hackers que pueden dañar nuestra red virtual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. (22 de Noviembre de 2007). *Criterios de diseño de las infraestructuras de transmisión y comunicación*. Obtenido de RedIRIS: <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/53/enfoque2.html>
- Alvy. (6 de Enero de 2008). *El telégrafo óptico: el equivalente a internet de hace siglos*. Obtenido de [microsiervos.com](http://www.microsiervos.com): <http://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/telegrafo-optico.html>
- Angeles, A. d. (2013). *Archive*. Obtenido de [https://archive.org/stream/redes\\_definido\\_por\\_software/47\\_xe1guu\\_Angel\\_de\\_Angeles\\_SDN\\_17ABR13\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/redes_definido_por_software/47_xe1guu_Angel_de_Angeles_SDN_17ABR13_djvu.txt)
- Ávila, A. M. (15 de Octubre de 2015). *Redes definidas por software una tendencia en alza*. Obtenido de [sicrom](http://www.sicrom.com): <http://www.sicrom.com/blog/redes-definidas-por-software-sdn/>
- Carmona, L. (26 de Junio de 2009). *Tecnología e informática*. Obtenido de [informatica 11: http://informatica11-nsmm.blogspot.com/2009/06/componentes-basicos-de-una-red.html](http://informatica11-nsmm.blogspot.com/2009/06/componentes-basicos-de-una-red.html)
- Carrera, D. A. (2015). *Redes Definidas por Software (SDN): OpenFlow*. Obtenido de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62801/SERRANO%20-%20Redes%20Definidas%20por%20Software%20\(SDN\)%3A%20OpenFlow.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62801/SERRANO%20-%20Redes%20Definidas%20por%20Software%20(SDN)%3A%20OpenFlow.pdf?sequence=3)

- Cesar. (Enero de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/cesar270972/modelo-osi-presentation-954296>
- CISCO. (2015). *Cisco UCS S3260 Storage Server*. Obtenido de Cisco: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/servers-unified-computing/ucs-s3260-storage-server/index.html>
- CISCO. (s.f.). *CISCO*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/es\\_uy/solutions/software-defined-networking/overview.html](http://www.cisco.com/c/es_uy/solutions/software-defined-networking/overview.html)
- Claros, I. (2012). *Modelo OSI*. Obtenido de belarmino.galeon: <http://belarmino.galeon.com>
- Collantes, C. (20 de Mayo de 2011). *Blogspot*. Obtenido de Modelo OSI: <http://carlosluiscollantes.blogspot.com>
- Cruz, J. O. (21 de Abril de 2015). *Redes Definidas por Software SDN*. Obtenido de [http://www.cudi.edu.mx/primavera\\_2015/presentaciones/SDN\\_Jaime\\_Olmos.pdf](http://www.cudi.edu.mx/primavera_2015/presentaciones/SDN_Jaime_Olmos.pdf)
- Daemon. (2015). *Taringa*. Obtenido de Modelo OSI: <http://www.taringa.net/posts/info/18910065/Capas-del-modelo-OSI.html>
- Eagle90. (Diciembre de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Eagle20/resumen-del-modelo-osi-y-tcpip>
- ELOT, c. y. (2015). *Memoria Técnica Electrónica hospital del norte*.

- E-works. (2010). *Workstations* . Obtenido de E-works: [http://hp-workstations.e-works.net.cn/document/201008/article11595\\_1.htm](http://hp-workstations.e-works.net.cn/document/201008/article11595_1.htm)
- Flores, R. (Octubre de 2013). *Blogspot*. Obtenido de Capa de enlace de datos OSI: <http://capitulo7ccna.blogspot.com/p/cifco.html>
- Germán, B. C. (2010). Análisis y rediseño de la red de datos del hospital metropolitano para la implantación de telefonía. Obtenido de [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1341/3/Utpl\\_Bermeo\\_Cabezas\\_Mario\\_German\\_004x786.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1341/3/Utpl_Bermeo_Cabezas_Mario_German_004x786.pdf)
- González, C. A. (Febrero de 2014). *Universidad de Cantabria*. Obtenido de Repositorio UC: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/4484/Carlos%20Arteche%20Gonzalez.pdf?sequence=1>
- Hunda, T. (26 de febrero de 2016). *Seguridad informatica*. Obtenido de [blogspot.com: http://seguridadinformatical.blogspot.com](http://seguridadinformatical.blogspot.com)
- Introducción a redes*. (2009). Obtenido de [profesores.frc.utn.edu.ar](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar): [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingcura/Archivos\\_COM/componentes.asp](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingcura/Archivos_COM/componentes.asp)
- ISO. (s.f.). *License agreement for standards*. Obtenido de [ISO.org](http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/s020269_ISO_IEC_7498-1_1994(E).zip): [http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/s020269\\_ISO\\_IEC\\_7498-1\\_1994\(E\).zip](http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/s020269_ISO_IEC_7498-1_1994(E).zip)
- ITU. (2013). *Redes definidas por Software*. Obtenido de [ITU](http://www.itu.int/es/ITU-T/sdn/Pages/default.aspx): <http://www.itu.int/es/ITU-T/sdn/Pages/default.aspx>

- Julio, T. (2008). *Historia de las redes de comunicación*. Obtenido de Timetoast.com: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-las-redes-de-comunicacion>
- Karya, I. (13 de Agosto de 2015). *Blog Karya*. Obtenido de <http://blog.karyait.net.my/2013/08/bina-dan-pasang-sendiri-komputer-lagi.html>
- Kim, E. (8 de Octubre de 2015). *Life in the fast Line*. Obtenido de cisco blogs: <http://blogs.cisco.com/datacenter/life-in-the-fast-lane-the-new-cisco-ucs-c3260-rack-server>
- Lobos, E. (Marzo de 2013). *Lo mas nuevo*. Obtenido de <http://www.lomasnuevo.net/cloud/hp-converged-cloud-dia-1/>
- Martin, M. (2014). *Blogspot*. Obtenido de Modelo OSI: <http://capeandoenredes.blogspot.com/2014/06/capa-de-sesion.html>
- Martinez, G. (22 de Mayo de 2015). *Blogspot*. Obtenido de Funciones del modelo OSI: <http://modeloosiguillermo.blogspot.com>
- McKeown, N., Parulkar, G., Shenker, S., Anderson, T., Peterson, L., Turner, J., . . . Rexford, J. (14 de Marzo de 2008). *OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks*. Obtenido de <http://archive.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>
- Meltzer, J. (2012). *Cio Perú*. Obtenido de <http://cioperu.pe/articulo/11606/explicacion-tecnica-software-defined-networking-sdn/>
- Merelo, J. (16 de Marzo de 1995). *Historia de la Red*. Obtenido de [http://kal-el.ugr.es/internet/section3\\_2.html](http://kal-el.ugr.es/internet/section3_2.html)

Microsoft. (29 de Noviembre de 2013). *support microsoft*. Obtenido de Microsoft.com: <https://support.microsoft.com/es-co/help/103884/the-osi-model-s-seven-layers-defined-and-functions-explained>

Moreno, J. C. (2015). Estudio de las redes definidas por software y escenarios virtuales de red orientados al aprendizaje. Obtenido de [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM\\_Javier\\_Cano\\_Moreno\\_2015.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM_Javier_Cano_Moreno_2015.pdf)

Multics. (2017). *Networking and Communications*. Obtenido de <http://multicians.org/mx-net.html>

Museum, T. C. (1977). Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Arpnet-map-march-1977.png>

NETGEAR. (2017). *Netgear*. Obtenido de NETGEAR: [http://www.netgear.es/home/products/networking/wifi-routers/R7500.aspx?cid=wmt\\_netgear\\_organic](http://www.netgear.es/home/products/networking/wifi-routers/R7500.aspx?cid=wmt_netgear_organic)

NetSolutions. (s.f). Beneficios de la conexión en red. Obtenido de <http://www.netsolutions.com.mx/servicios/redes/beneficios/beneficios.shtml>

Nogales, P. M. (Julio de 2015). Análisis y evaluación de las redes definidas por software. Obtenido de [http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/3268/TFGUEX\\_2015\\_Murillo\\_Nogales.pdf?sequence=1](http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/3268/TFGUEX_2015_Murillo_Nogales.pdf?sequence=1)

Open Networking Foundation. (13 de Abril de 2012). Software-Defined Networking: The New Norm for Networks. Obtenido de

<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf>

Open Networking Foundation. (12 de Diciembre de 2013). SDN Architecture Overview. Obtenido de

<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/technical-reports/SDN-architecture-overview-1.0.pdf>

Pineda, L. (2009). *Slideshare*. Obtenido de Capa de sesion: <https://es.slideshare.net/lujopipe/capa-de-sesion-1068463>

Prieto, E. P. (8 de Abril de 2008). *Las redes "comunicación del mundo"*.

Obtenido de las redes mundiales: <http://lasredesmundiales.blogspot.com/2008/04/historia-de-las-redes-de-datos.html>

Público, D. (2012). *Redes Lan/Wan*. Obtenido de [http://dominiopublico.com/intranets/lan\\_wan.php](http://dominiopublico.com/intranets/lan_wan.php)

Qbik. (2006). *Repetidor Wireless Universal*. Obtenido de Qbik Informática: [http://www.qbik.es/Qshop/product.php?id\\_product=50](http://www.qbik.es/Qshop/product.php?id_product=50)

Quezada, L. (2007). *Dis*. Obtenido de La pila OSI: [http://dis.um.es/~lopezquesada/documentos/IES\\_1213/LMSGI/curso/xhtml/xhtmll22/documentos/index7.html](http://dis.um.es/~lopezquesada/documentos/IES_1213/LMSGI/curso/xhtml/xhtmll22/documentos/index7.html)

Rivas, F. (Octubre de 2014). *Slideshare*. Obtenido de Elementos de una red.

Ruiz, A. F. (Noviembre de 2014). *Redes Definidas por Software SDN*. Obtenido de

<http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/2788/CDMI-ST97.pdf?sequence=2>

Saga, S. (9 de Agosto de 2016). *KevinNLGBlog*. Obtenido de Wordpress:

<https://kevinnlg.wordpress.com>

sdx central. (2012). *sdxcentral*. Obtenido de

<https://www.sdxcentral.com/sdn/definitions/sdn-controllers/>

Tecno, G. (2012). *GigaTecno*. Obtenido de Giga Tecno:

<http://gigatecno.blogspot.com/2012/08/diferencias-entre-par-trenzado-cable.html>

The Open Networking Foundation. (31 de Diciembre de 2009). Open Flow

Switch Specification. Obtenido de

<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.0.0.pdf>

The Open Networking Foundation. (28 de Febrero de 2011). *OpenFlow Switch*

*Specification*. Obtenido de ONF:

<http://archive.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.1.0.pdf>

The Open Networking Foundation. (19 de Diciembre de 2014). OpenFlow

Switch specification. Obtenido de

<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-switch-v1.5.0.noipr.pdf>

Unknown. (28 de Octubre de 2012). *Principales elementos de una red*.

Obtenido de [elementosderedadpq](http://elementosderedadpq.blogspot.com/2012/10/principales-componentes-de-una-red.html):

<http://elementosderedadpq.blogspot.com/2012/10/principales-componentes-de-una-red.html>

Vinagre, A. (20 de Mayo de 2009). *Tipos de firewalls*. Obtenido de Actualidad gadget: <http://www.actualidadgadget.com/tipos-de-firewalls-ventajas-y-desventajas/>

Zimmerman, H. (4 de Abril de 1980). OSI reference Model. Obtenido de <https://www.cs.cmu.edu/~srini/15-744/F02/readings/Zim80.pdf>



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CHEHAB PALMA, JAMIL RABIH** con C.C: # 0930369533 autor del Trabajo de Titulación: **DISEÑO DE UNA RED DE DATOS USANDO REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE SDN PARA OBTENER UN MANEJO MÁS EFECTIVO DE RECURSOS EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**. Previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de marzo de 2017

f. \_\_\_\_\_

Nombre: CHEHAB PALMA, JAMIL RABIH

C.C: 0930369533

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	DISEÑO DE UNA RED DE DATOS USANDO REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE SDN PARA OBTENER UN MANEJO MÁS EFECTIVO DE RECURSOS EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.		
<b>AUTOR(ES)</b>	CHEHAB PALMA JAMIL RABIH		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. MIGUEL A. HERAS SÁNCHEZ		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	16 de marzo de 2017	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	94
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Telemática, Conmutación, Procesamiento Digital de Señales		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Redes, Software, Protocolos, Controladores, Imágenes, Administración		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>Para el presente proyecto de titulación se analizará una red controlada por software (SDN) para una red de datos en un hospital situado en la ciudad de Guayaquil, la misma que servirá para controlar varios eventos que puedan ocurrir en dicha red, tales como pérdida de señal, interferencia, daños sectorizados o cualquier eventualidad a la que se encuentra expuesta una red de este tipo, todo controlado por medio de una aplicación que se denomina controlador.</p> <p>Nuestra red pasa a ser virtual y se elimina la necesidad de manipulación física en gran medida, gracias a esto la red puede funcionar a una capacidad preestablecida mientras los problemas que surgen se están abordando también se elimina el uso de enrutadores adicionales y para intervenir en algún fallo de red no hace falta recurrir a personal altamente calificado gracias a esto el costo del diseño de nuestra red se ve reducido enormemente beneficiando tanto al instalador como al usuario final que la vaya a administrar.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-984269325 +593-982158563	E-mail: <a href="mailto:jamilrabih@gmail.com">jamilrabih@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-68366762		
	E-mail: <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			