

# **REDES DE NUEVA GENERACIÓN (NGN), SEGURIDAD EN SD-WAN REDES DE CONECTIVIDAD BASADAS EN SOFTWARE**

**SANDRA MILENA MONTOYA ARANGO  
ROBINSON JIMÉNEZ ORTEGA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA.  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA ECBTI  
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD INFORMÁTICA  
MEDELLÍN, COLOMBIA  
2020**

**REDES DE NUEVA GENERACIÓN (NGN), SEGURIDAD EN SD-WAN REDES DE  
CONECTIVIDAD BASADAS EN SOFTWARE**

**SANDRA MILENA MONTOYA ARANGO  
ROBINSON JIMÉNEZ ORTEGA**

**Monografía para optar el título de:  
Especialistas en seguridad informática**

**Director:**

**Yina Alexandra González Sanabria**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA.  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA ECBTI  
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD INFORMÁTICA  
MEDELLÍN, COLOMBIA  
2020**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Medellín, a los 27 días del mes de mayo del 2020**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a nuestros padres, por su apoyo y sacrificio, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí. Ha sido el orgullo y el privilegio en nuestras vidas, son unos padres fantásticos.

A todas las personas que nos apoyaron directa o indirectamente para que este trabajo se realice con éxito, en especial a las personas que nos compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento a nuestras familias por apoyarnos incondicionalmente en esta travesía y las cuales fueron una motivación para seguir adelante, para darles una alegría y se sientan orgullosos, así como nosotros nos esforzamos para sentirnos orgullosos de nosotros mismos.

## TABLA DE CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN .....  | 15   |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....   | 16   |
| 1.1. DESCRIPCIÓN .....  | 16   |
| 1.1.1. Antecedentes.....  | 16   |
| 1.1.2. Problema de la investigación .....   | 16   |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....   | 18   |
| 2. JUSTIFICACIÓN .....  | 19   |
| 3. OBJETIVOS .....  | 21   |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL .....   | 21   |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 21   |
| 4. MARCO CONCEPTUAL.....  | 22   |
| 4.1. MARCO TEÓRICO.....   | 22   |
| 4.1.1. OpenFlow .....   | 23   |
| 4.1.2. Definición SD-WAN .....  | 24   |
| 4.1.3. Funcionamiento SD-WAN.....   | 25   |
| 4.1.4. Diferencia entre SD-WAN Y SDN .....  | 27   |
| 4.1.5. Problemas que resuelve SD-WAN.....   | 28   |
| 4.1.6. Beneficios SD-WAN.....   | 30   |
| 4.1.7. Simplifica la gestión .....  | 30   |
| 4.1.8. Mejorar la experiencia del usuario. ....   | 30   |
| 4.1.9. Mejorar la seguridad y reduce amenazas. ....   | 31   |
| 4.1.10. Ahorro de costos. ....  | 31   |
| 4.1.11. Rendimiento de la aplicación.....   | 31   |
| 4.1.12. Velocidad de despliegue .....   | 32   |
| 4.1.13. SD-WAN como servicio.....   | 32   |
| 4.1.14. SD-WAN como servicio administrativo .....   | 33   |
| 4.2. ANTECEDENTES .....   | 34   |
| 5. METODOLOGÍA.....   | 35   |
| 5.1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA .....   | 35   |
| 6. FASE1: ASPECTOS ESPECÍFICOS SOBRE EL DESPLIEGUE DE LAS REDES<br>BASADAS EN SOFTWARE..... | 36   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 6.1.   | ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA.....                         | 37 |
| 6.2.   | FUNDAMENTOS DE SD-WAN .....                                | 40 |
| 6.2.1. | Acceso público basado en internet .....                    | 41 |
| 6.2.2. | SD-WAN privada .....                                       | 41 |
| 6.2.3. | WAN híbrida .....  | 41 |
| 6.3.   | REQUISITOS DE SEGURIDAD.....                               | 41 |
| 6.3.1. | Definir perfiles de cada sede .....                        | 42 |
| 6.3.2. | Definir tipos de acceso .....                              | 43 |
| 6.3.3. | Requisitos de gestión del servicio.....                    | 44 |
| 6.3.4. | Definir topología de red .....                             | 44 |
| 6.4.   | SOFTWARE Y CONEXIÓN AL ORQUESTADOR.....                    | 44 |
| 7.     | FASE 2: SD-WAN IMPLEMENTACIÓN, ARQUITECTURA Y FUNCIONES    | 47 |
| 7.1.   | CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA AL MIGRAR A SD-WAN.....  | 47 |
| 7.2.   | TIPOS DE ESQUEMAS DE ARQUITECTURA EN LA RED .....          | 52 |
| 7.3.   | TIPOS DE ARQUITECTURA SD-WAN .....                         | 54 |
| 7.4.   | ARQUITECTURA SD-WAN BASADAS EN INSTALACIONES FÍSICAS ..... | 54 |
| 7.5.   | ARQUITECTURA SD-WAN BASADAS EN MPLS VIRTUALES .....        | 54 |
| 7.6.   | ARQUITECTURA SD-WAN BASADAS EN INTERNET .....              | 55 |
| 7.7.   | CONFIGURACIÓN SD-WAN .....                                 | 56 |
| 7.7.1. | Uso de SD-WAN en VPN.....                                  | 56 |
| 7.7.2. | Componentes De Equilibrio De Carga Sd-Wan .....            | 56 |
| 8.     | FASE3: VENTAJA DE IMPLEMENTACIÓN EN LAS COMPAÑÍAS .....    | 57 |
| 8.1.   | Costos reducidos de WAN .....                              | 57 |
| 8.2.   | Rendimiento WAN mejorado .....                             | 57 |
| 8.3.   | Simplificación Escala de conectividad en la empresa.....   | 57 |
| 8.4.   | Oportunidad de las compañías con SD-WAN.....               | 59 |
| 9.     | CONCLUSIONES.....  | 62 |
| 10.    | RECOMENDACIONES .....                                      | 64 |
|        | BIBLIOGRAFÍA .....   | 65 |
|        | REFERENCIA .....   | 66 |
|        | ANEXOS .....   | 71 |

## LISTAS DE FIGURAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Figura 1 Componentes de Servicios .....           | 22          |
| Figura 2 Reglas de tráfico de SD-WAN .....        | 25          |
| Figura 3 Funcionamiento de SD-WAN .....           | 26          |
| Figura 4 Problemas que resuelve SD-WAN .....      | 29          |
| Figura 5 Beneficios SD-WAN .....                  | 31          |
| Figura 6 Aplicaciones soportadas por SD-WAN.....  | 38          |
| Figura 7 Elección de red del cliente .....        | 40          |
| Figura 8 Gestión de orquestador SD-WAN .....      | 47          |
| Figura 9 Migración MPLS a SD-WAN .....            | 48          |
| Figura 10 Esquema de trafico .....                | 49          |
| Figura 11 Diseño de red tradicional.....          | 49          |
| Figura 12 Diagrama convergencia SD-WAN.....       | 50          |
| Figura 13 Migración de red MPLS a SD-WAN .....    | 51          |
| Figura 14 Migración a red Mixta .....             | 52          |
| Figura 15 On-Prem SD-WAN .....                    | 59          |
| Figura 16 Cloud-Enabled SD-WAN .....              | 60          |
| Figura 17 Cloud-Enabled SD-WAN plus Backbone..... | 61          |



## LISTAS DE TABLAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1 Diferencia SD-WAN Y SDN.....                | 27   |
| Tabla 2 Nombre de proyectos como antecedentes ..... | 34   |

## LISTAS DE ANEXOS

|                           | Pág. |
|---------------------------|------|
| Anexo A Formato RAE ..... | 71   |

## GLOSARIO

**BGP:** es un protocolo de puerta de enlace utilizado por los ISP para la comunicación entre sus nodos de esta manera transfieren gran cantidad de información entre varios puntos de una red. La característica es encontrar el mejor camino para una correcta comunicación.

**CLOUD COMPUTING:** es el termino adoptado que hace referencia a los servicios que estas alojados en internet, con esta tecnología podemos almacenar en la nube los archivos como programas e información y ejecutar aplicaciones en un cloud.

**CLOUD:** es utilizado para virtualizar SO e instalar servicios y aplicaciones

**CONECTIVIDAD:** dispositivo que pueden estar conectados, a diferentes medios en la red como lo son celulares, datafonos y computadoras, etc.

**FIREWALL:** equipos perimetrales que monitorea tanto el tráfico que entra como el que sale en una red, definiendo el tráfico por políticas y configuraciones sobre que paquete es permitido o denegado.

**FIREWALL:** dispositivo de seguridad utilizado como equipo de borde para controlar el tráfico entrante y saliente de la red, por medio de políticas que tráfico es permitido y cual será negado.

**IOT:** estas siglas están definidas para internet de las cosas, la IoT es un sistema de dispositivos de computación, donde se agrupan los dispositivos y objetos por medio de una red privada o pública.

**IPSEC:** es un protocolo seguro de internet, está compuesto por diferentes y diversos protocolos de seguridad, fue creado para garantizar que todos los datos que estén ocultos y no puedan ser accedidos por terceros.

**ISP:** son las siglas con las cuales son llamados los proveedores de internet, los ISP son las empresas que dan una conexión a internet a las compañías y usuarios.

**MPLS:** es una conmutación de etiquetas multiprotocolo, fue creado para mejorar el flujo de trabajo sin tener una conexión por internet.

**OSPF:** es un protocolo de direccionamiento de estado de enlace, este se basa en la vía más corta a su destino.

**RIP:** protocolo que conecta varias redes y conforman una red unificada de tal manera que es transparente para el usuario.

**ROUTER:** dispositivo encargado de conectar diferentes redes, y dispositivos en la red como computadoras, impresoras entre otros. La función principal es definir la mejor ruta de los paquetes de datos en una red.

**SDN:** es la definición de redes por software, este tipo de conectividad se ve en la LAN, separa del dispositivo hardware y del software a un orquestador.

**SEGURIDAD:** la seguridad se define como los procesos utilizados para poder detectar y prevenir cuando un sistema es vulnerado o utilizado sin autorización.

**UTM:** es la definición de dispositivo con el cumple con varias funciones incluidas, como firewall, antispam, antivirus, WCF y APPcontrol.

**VPN:** es una red virtual, es utilizada para poder realizar conexiones de manera segura entre una o varias computadoras hacia una red privada utilizando internet.

**VPN:** virtual private network, son utilizadas para realizar conexiones entre una o varias computadoras hacia redes privadas a través de redes públicas garantizando el cifrado de la información.

**WAN:** siglas para wide area networks, concepto que es utilizado para así nombrar una red de dispositivos que se extienden en un gran territorio.

## RESUMEN

En esta monografía se dará a conocer los diferentes mecanismos sobre la tecnología de la información siempre está en constante avance en todos los ámbitos sobre software y hardware para usuarios finales, dando que los equipos tanto a nivel de hardware y software están enfocados esta para la transmisión de información entre estos equipos. Esto cambia con la llegada de SD-WAN y todo el protocolo de OpenFlow estandarizado; con lo cual llega a brindar un paso hacia adelante en la tecnología sobre la forma de ver las comunicaciones.

Con esta nueva tecnología se puede ver desde diferentes esquemas como es la capa física y la capa lógica, son utilizadas por los equipos de comunicaciones. Estos equipos se dividen en segmentos, identificados de la siguiente forma: el controlador, la interfaz de usuario y el equipo terminal. Con este esquema se centraliza la administración y configuración de los equipos, dejando de lado las limitaciones de los equipos de fábrica.

Con el estudio realizado sobre la implementación de la tecnología SD-WAN en las redes de datos WAN, en donde se analizará cada proceso sobre los elementos de una red de datos que se haya implementado SD-WAN al igual que OpenFlow como controlador., además de tener en cuenta los mínimos requerimientos necesarios para que los dispositivos de comunicación sean compatibles con OpenFlow, al igual determinar si los equipos físicos que actualmente están en el mercado no tienen problemas de compatibilidad con esta tecnología.

Se realizará un análisis de cómo actualmente está la tecnología SD-WAN en comparación a la eficiencia con las tecnologías tradicionales actualmente utilizadas por los proveedores ISP en los esquemas proveen a los clientes.

Así mismo se busca alcanzar un conocimiento sobre la tecnología teniendo la disposición para capacitarse en lenguaje de programación en los cuales está desarrollado SD-WAN para así dar un mejor control a la administración de la red, ya que es un cambio significativo de cómo se administra las redes a través de código como lo es OpenFlow.

**PALABRAS CLAVE (INFRAESTRUCTURA, CONECTIVIDAD, RED, WAN, CÓDIGO, COMUNICACIONES, SEGURIDAD, ENRUTAR)**

## **ABSTRACT**

In this monograph the different mechanisms on information technology will be disclosed, it is always in constant advance in all areas on software and hardware for end users, giving that both hardware and software teams are focused on transmission of information between these teams. This changes with the arrival of SD-WAN and the entire standardized OpenFlow protocol; with which it comes to provide a step forward in technology on the way of seeing communications.

With this new technology we can see from different schemes how the physical layer and the logical layer are used by communications equipment. These equipments are divided into segments, identified as follows: the controller, the user interface and the terminal equipment. With this scheme, the administration and configuration of the equipment is centralized, leaving aside the limitations of the factory equipment.

With the study carried out on the implementation of SD-WAN technology in WAN data networks, where each process will be analyzed on the elements of a data network that SD-WAN has been implemented, as well as OpenFlow as controller. to take into account the minimum requirements necessary for communication devices to be compatible with OpenFlow, as well as to determine if the physical equipment that is currently on the market does not have compatibility problems with this technology.

An analysis will be made of how the SD-WAN technology is currently compared to the efficiency with the traditional technologies currently used by ISP providers in the schemes they provide to customers.

Likewise, it seeks to achieve knowledge about technology by having the willingness to train in the programming language in which SD-WAN has been developed in order to give better control to network administration, since it is a significant change in how it is administered. networks through code like OpenFlow.

**KEYWORDS (INFRASTRUCTURE, CONNECTIVITY, NETWORK, WAN, CODE, COMMUNICATIONS, SECURITY, ROUTING)**

## INTRODUCCIÓN

Esta monografía contiene información con base al estudio SD-WAN (Software en redes WAN), haciendo énfasis en el análisis y diseño del modelo de seguridad, para garantizar la administración y conectividad de redes en diferentes sedes, además, identifica la documentación de los aspectos relevantes y específicos, determinando así, las necesidades para implementar, configurar, describir las ventajas, servicios y aplicaciones mediante la conexión segura SD-WAN.

El panorama empresarial está en continua evolución, generando mayor demanda de tráfico en los dispositivos móviles, Internet y aplicaciones enfocadas a la web, también las necesidades de seguridad crecen cada día con gran importancia en obtener alta disponibilidad, reducción de costos y mejoramiento de arquitecturas que enfrenten los nuevos desafíos y evolución para mejorar el tráfico de información, buscando el control centralizado de la seguridad, aprovechando las herramientas como el ancho de banda, la conectividad de la nube para brindar inteligencia de manera efectiva sobre las infraestructuras existentes, automatizando y simplificando las operaciones de red, y monitoreando para dar soluciones de conexión.

Los nuevos modelos de negocios impulsan la necesidad de un esquema de red más eficiente que brinden mayor agilidad y capacidad de respuesta ante los cambios de infraestructura y tecnología de informática, donde se implementa diferentes servicios que apoyan las iniciativas de negocios en horarios críticos, garantizando un mayor nivel de rendimiento en aplicaciones sin sacrificar la seguridad o la privacidad de los datos, disponiendo de un ancho de banda de manera más eficiente, con un enfoque para la conectividad de red donde reduzca costos operativos y mejore el uso de recursos para implementaciones en múltiples sitios.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. DESCRIPCIÓN

A continuación, se relaciona un antecedente sobre la tecnología MPLS

### 1.1.1. Antecedentes

En Colombia actualmente se ofrecen servicios sobre la seguridad de los datos a través de una MPLS (conmutación de etiquetas multiprotocolo), las cuales son conexiones físicas entre la empresa proveedora y el usuario final, basado en estándares para transmitir datos donde no se garantiza una alta continuidad de los datos si se presenta algún acto vandálico o disturbios de orden público sobre la infraestructura.<sup>1</sup>

De acuerdo con capítulo 1 del informe de gestión de sostenibilidad que entrego Tigo-UNE en el 2011 en Colombia el 70% de las mediana y grandes empresas cuentan con una conexión MPLS, de 1 o varios proveedores de Internert. De esta manera se les garantiza a las compañías un ancho de banda por el cual pueden dar seguridad a sus datos, video y voz, pero se no es garantía sobre la degradación de los servicios debido a las diferentes tecnologías que son implementadas en las diferentes regiones del país, este tipo de servicios aumentas los costos de la conectividad entre sedes hasta un 40%.

Con el crecimiento acelerado de las nuevas aplicaciones y el alto tráfico en las redes, no es fortuito que las compañías busquen soluciones de manera óptima, donde se garantice la seguridad de los datos y la continuidad de sus negocios de forma eficiente.

### 1.1.2. Problema de la investigación

No cabe duda de que así aparece SD-WAN (Software en redes WAN)., como una tecnología basada en software que mejora el flujo de trabajo de internet, garantizando la conexión entre redes y transferencia de datos, mediante etiquetas que se comportan como alertas que ayudan a tomar decisiones en el reenvió de datos, ofreciendo así beneficios en los protocolos de capa de red y él envió de datos en un área geográfica enorme.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> C&WNetworks. [Sitio web]. NORTH AMERICA:C&WNetwork. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.cwnetworks.com/colombia/portfolio/mpls/>.

<sup>2</sup> Optical Networks. [Sitio web]. Perú: Optical Networks. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.optical.pe/que-es-una-red-mpls/>



Para precisar, SD-WAN proporciona conectividad a bajo costo porque no requiere un arrendamiento constante a los proveedores ISP (Proveedores de internet), brindando las mismas garantías de seguridad de los datos, de su antecesor la MPLS.

Las nuevas tecnologías de comunicaciones han surgido por el cambio que se requiere sobre la interacción de los datos, optimizando los tiempos de instalación y adecuación del manejo sobre los aplicativos, evitando así, que los diferentes equipos de borde sean objeto de amenazas como hackers, lammers y crackers, quienes pretenden ingresar y atacar dispositivos de red para así robar información, denegar servicios o alterar bases de datos, entre otros. Para evitar este tipo de afectaciones en los dispositivos de red, ha evolucionado la manera de ver los protocolos de enrutamiento que ayudan a la optimización de servicios de conexión.

En la actualidad la comunicación de las empresas, principalmente está compuesta por un enlace MPLS, por donde transita la información que es de mayor seguridad para la compañía y un enlace de internet para la navegación, la cual en su gran mayoría no tiene ningún tipo de control, con este tipo de servicios se garantiza todo el tráfico de la red, datos, video y voz, pero se pueden presentar degradaciones sobre los enlaces por los diferentes protocolos de enrutamiento como lo es un BGP, OSPF, EIGRP, RIP, ENRUTAMIENTO ESTÁTICO<sup>3</sup>, este tipo de conexiones hace que los costos aumenten, alcanzando niveles de hasta un 40% de pago a proveedores por las interconexiones de sus sedes.

Dado que las plataformas tecnológicas han evolucionado todos los esquemas de red y de seguridad en las aplicaciones, exponiéndose a diferentes ataques como códigos maliciosos, afectación de las implementaciones en el esquema de red, ataques de fuerza bruta a dispositivos de red, MPLS<sup>4</sup>, red LTE, VPNS e Internet; los especialistas en seguridad han apostado al diseño de diferentes arquitecturas que mejoren el entorno de la seguridad en dispositivos, datos, voz, servicios web, entre otros.

Por esta razón, la presente monografía recopila información acerca del modelo de red tradicional MPLS y su evolución a una red convergente y segura como lo es la SD-WAN, mejorando todo el esquema de seguridad en la transferencia de información y la viabilidad de tecnología permite su administración basada en software.

---

<sup>3</sup> CISCO. [Sitio web]. Ciudad de México: cisco, Redistribución de protocolos de ruteo. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html)

<sup>4</sup> López Gonzales, Unai. Diseño de una red privada virtual usando una red MPLS. Trabajo de grado Sistemas de Telecomunicaciones [en línea]. Universidad Politécnica de Madrid, 2017. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: [http://oa.upm.es/49980/1/PFC\\_UNAI\\_LOPEZ\\_GONZALEZ.pdf](http://oa.upm.es/49980/1/PFC_UNAI_LOPEZ_GONZALEZ.pdf)

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué tan segura es la tecnología SD-WAN para el tráfico de información en las redes?

## 2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad y avance tecnológico precisa el estudio de nuevas herramientas que permitan implementar agilidad, seguridad tecnológica en redes ubicadas en diferentes sedes y proporcionar a las compañías un nuevo enfoque de estabilidad, rendimiento de aplicaciones y optimización de conexiones VPN, de acuerdo con Iván Benito (2017). “La red VPN encripta tu conexión y te protege de miradas indiscretas”, de estas circunstancias nace el hecho de mejorar una tradicional red WAN, que puede ser costosa y compleja, con una nueva tecnología que mejore la conexión entre sucursales de extremo a extremo, aportando seguridad y automatización en la implementación del software desde la nube y hacia las redes locales, con el objetivo de proteger los datos.<sup>5</sup>

Este proyecto acerca de nuevas tecnologías de redes de conectividad basada en software SD-WAN, brinda opciones integradas, dedicadas y administradas para una seguridad integral completa, protegiendo los datos de acceso seguro, detecta actividades sospechosas<sup>6</sup> y permite distinguir con claridad las ventajas de conexión segura, la capacidad de utilizar una interfaz de administración, protección contra amenazas, alta disponibilidad, enrutar dinámicamente el tráfico de aplicaciones para impulsar una nueva entrega eficiente y manejo de estándares de transporte de información.

Desde el año 2008, las arquitecturas de centro de datos definidas por software y en la nube siempre han sido controladores secundarios o terciarios, sin embargo, a partir del 2018, por primera vez las preocupaciones de los centros de datos definidos por la nube y el software se convirtieron en el foco principal de los equipos de redes empresariales,

---

<sup>5</sup> Benito, Ivan. Los 6 mejores VPN para PC (Windows 10). Información [en línea].2020, enero- mayo. [Consulta: 23 de febrero 2020]. Disponible en: <https://algoentremanos.com/los-3-mejores-servicios-de-vpn-para-pc-windows/>

<sup>6</sup> CISCO. [Sitio web]. Colombia: Cisco, Seguridad para redes empresariales. [Consulta: 23 de febrero 2020]. Disponible en: [https://www.cisco.com/c/es\\_co/solutions/enterprise-networks/enterprise-network-security/index.html?CCID=cc000009&OID=0&DTID=pseggl000015&POSITION=SEM&COUNTRY\\_SITE=co&CAMPAIGN=sc-00&CREATIVE=CO\\_SEM\\_SEC\\_Security-SPA\\_PM\\_NB\\_RLSA-GGL\\_0\\_All-Visitors\\_Targeting\\_MLT-Seguridad-en-Redes&REFERRING\\_SITE=Google&KEYWORD=seguridad%20en%20redes&ds\\_rl=1261909&ds\\_rl=1261909&gclid=Cj0KcQjw9tbzBRDVARIsAMBplx\\_2qTnz9T7oHfqdWAq9YBNYd16QoMx4GI1E0t9MCdpBp2\\_q\\_lmyNtv4aAqjYEALw\\_wcB](https://www.cisco.com/c/es_co/solutions/enterprise-networks/enterprise-network-security/index.html?CCID=cc000009&OID=0&DTID=pseggl000015&POSITION=SEM&COUNTRY_SITE=co&CAMPAIGN=sc-00&CREATIVE=CO_SEM_SEC_Security-SPA_PM_NB_RLSA-GGL_0_All-Visitors_Targeting_MLT-Seguridad-en-Redes&REFERRING_SITE=Google&KEYWORD=seguridad%20en%20redes&ds_rl=1261909&ds_rl=1261909&gclid=Cj0KcQjw9tbzBRDVARIsAMBplx_2qTnz9T7oHfqdWAq9YBNYd16QoMx4GI1E0t9MCdpBp2_q_lmyNtv4aAqjYEALw_wcB)

<sup>7</sup> Llega la adopción de SDN y SD-WAN [en Línea]. España: Network Management Megatrends, 2018 [Consulta: 23 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.networkworld.es/networking/llega-la-adopcion-de-sdn-y-sdwan>

superando la virtualización de servidores, según un informe de Enterprise Management Associates (EMA).<sup>7</sup>

Los dispositivos que actualmente están instalados para conexión MPLS no cuentan con las funcionalidades que en la actualidad las compañías esperan, como es mejoramiento en la seguridad de la información y transaccionalidad en las aplicaciones, los aprovisionamientos de ataques en 0% al no garantizar ninguna de estas mejoras en los equipos actuales se opta por un cambio de infraestructura y esquema de seguridad.

Se propone investigar sobre SD-WAN una solución que cubre todos los esquemas de seguridad en los datos los cuales las compañías actualmente esperan, su definición, la seguridad brindada, sus ventajas, implementación, arquitectura, costos, etc., mediante referencias de diferentes proveedores que ofrecen seguridad sobre las aplicaciones y datos de las empresas, de esta manera garantizan la estabilidad de los servicios a nivel de conectividad y beneficios que actualmente la MPLS no puede brindar en su infraestructura.

---

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar el diseño y modelo de seguridad, donde se garantice la administración y conectividad de redes en diferentes sedes, por medio de SD-WAN (Software en redes WAN).

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

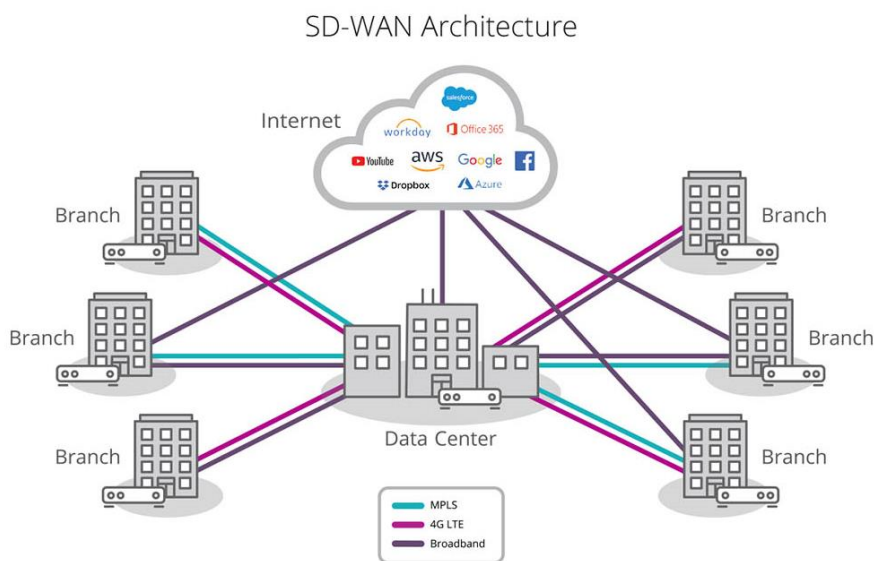
- Identificar la documentación de los aspectos relevantes y específicos, para gestionar la seguridad en redes con diferentes sedes basadas en software
- Describir la implementación de seguridad en SD-WAN y su funcionamiento.
- Establecer las ventajas sobre los servicios y aplicaciones de SD-WAN, y como mejora la seguridad en el tráfico de la red sobre las compañías en las que se implemente.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. MARCO TEÓRICO

Las redes de nueva generación como SD-WAN (Software en redes WAN), buscan prestar seguridad y rendimiento en la red ayudando de esta manera que el negocio siga de manera constante, al mejorar la conectividad y seguridad en los servicios de la red, minimiza los costos a través de la tecnología SD-WAN y la sensación del usuario ante las diferentes consultas en los servicios<sup>8</sup>, es importante recordar que la tecnología SD-WAN facilita el enrutamiento de tráfico de manera dinámica teniendo en cuenta diferentes protocolos de enrutamiento sin perder de foco la seguridad de la misma.

Figura 1 Componentes de Servicios



Fuente: Componentes de servicio <https://uss.com.ar/corporativo/wp-content/uploads/2019/01/SD-WAN.jpg>

Se puede apreciar en la Figura1 anterior como la solución SD-WAN realiza conexiones con sus sedes remotas desde el Data Center, de manera segura y eficiente, garantizando la conectividad de diferentes aplicaciones en la nube.

Dado que la solución de SD-WAN realiza centralización la seguridad y el control de las redes de manera dinámica, se puede establecer reglas basadas en políticas que se

<sup>8</sup> CISCO. [Sitio web]. Miami, Florida: Cisco, What Is SD-WAN? [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>

transmiten a todos los dispositivos SD-WAN por la red; el objetivo es proteger los datos y su transporte, además, utiliza protocolos basados en estándares en evolución y rendimiento de extremo a extremo, como CIFS, HTTPS, MAPI, NFS y SQL.

Mejora la calidad de servicios tradicionales, monitoreando el estado de los vínculos WAN con rutas alternativas, descongestionando, optimizando el tráfico y conexiones de alta latencia, estas consideraciones fundamentan la importancia de utilizar un firewall con funciones avanzadas reforzando la seguridad.

Prosiguiendo con el tema, se encontró este sitio web de VMWare da una solución que plantean para los diferentes desafíos de la red en sucursales, como autores de esta monografía se ha tomado la decisión de presentarla de una manera clara y entendible para el lector, considerando las ventajas de la red de área amplia definida por software, porque la seguridad en SD-WAN hace parte del proceso de identificación el tráfico de red por fuente o destino, usuarios y aplicaciones, dirigiendo el tráfico de acuerdo con políticas definidas, controlando el acceso a diferentes zonas o perímetros, ofreciendo la optimización y el rendimiento de aplicaciones desde internet.<sup>9</sup>

#### **4.1.1. OpenFlow**

Cabe señalar que una tecnología como OpenFlow, según el artículo encontrado de D. Blandón Gómez, es el protocolo del futuro y se desarrolla a continuación, nació en el año 2008 y fue creado en la Universidad de Stanford como proyecto de investigación, esta tecnología da la posibilidad de gestionar todos los dispositivos de manera masiva y no individualmente.

Con su primera aparición OpenFlow cambio el modo de ver los protocolos en el año 2011 y maneja cinco versiones que son utilizadas para el buen uso de los protocolos así:

- Múltiples tablas: en la versión 1.0 solo se enfocó en tablas donde se restringía ciertas características a nivel de hardware, permitiendo que sea escalable en el rendimiento de equipos.
- Grupos: donde se realizan agrupaciones de puertos y reglas que mejoren esquemas de redundancia.
- MPLS y VLAN: son funcionalidades adicionales en la programación para el reenviado de información a la controladora.
- Puertos virtuales: tiene la función de virtualizar diferentes clientes de manera escalable.
- Desconexión hacia la controladora: en la versión 1.0 dio un flujo en caso de emergencia.
- Modo seguro donde el conmutador tiene la función de trabajar con cada uno de los flujos definidos.

---

<sup>9</sup> VMWARE. [Sitio web]. México: VMWare, Qué es una red VMWare SD-WAN. [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.vmware.com/co/solutions/sd-wan.html>

- Modo de falla donde el orquestador desactiva el OpenFlow.
- Extensión de coincidencia: sobre el soporte elimina un tamaño fijo sobre cada una de las coincidencias generando nuevos campos.
- Monitoreo de flujos: establece un flujo donde se puede realizar mediciones y control de tráfico de cada uno de los datos transportados.<sup>10</sup>

#### 4.1.2. Definición SD-WAN

Permite la conexión, envío de información entre redes WAN (red de área amplia) separadas en diferentes sedes, SD-WAN (Red de área amplia definida por software). Cuando se indica software, se refiere a la configuración y administración de manera centralizada para dirigir el tráfico de forma segura e inteligente a través de la WAN, aumentando el rendimiento de las aplicaciones, como si fuera poco, aumenta la productividad empresarial y reduce costos, aptándose fácilmente de forma rápida para satisfacer las necesidades de seguridad y conexión.

Según Margaret Rouse, en su artículo publicado y actualizado por última vez en 2017, define lo siguiente: “(SD-WAN) es un enfoque para diseñar e implementar una red de área amplia (WAN) empresarial que utiliza redes definidas por software (SDN) para determinar la forma más eficaz de enrutar el tráfico a ubicaciones remotas.” Permitiendo conexiones privadas y públicas seguras, brindando también automatización, control en la red y minimizando la necesidad de configurar manualmente cada sucursal.<sup>11</sup>

Es compatible con las aplicaciones alojadas en centros de datos locales, nubes y diferentes redes, con la combinación de servicios de transporte, incluyendo servicios de internet de banda ancha, MPLS (Servicio de multiprotocolo, conmutación de paquetes y calidad de tráfico en la red).

---

<sup>10</sup> Blandón Gómez, Daniel Felipe. OPENFLOW: EL PROTOCOLO DEL FUTURO.trabajofinalpresentadoparaoptarporeltítulodeEspecialistaenTelecomunicaciones [en línea]. Universidad Católica de Pereira Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, 2013. [Consulta: 7 de marzo 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/14589122/OPENFLOW\\_EL\\_PROTOCOLO\\_DEL\\_FUTURO\\_Openflow\\_The\\_future\\_protocol](https://www.academia.edu/14589122/OPENFLOW_EL_PROTOCOLO_DEL_FUTURO_Openflow_The_future_protocol)

<sup>11</sup> Rouse, Margaret. WAN definida por software (SD-WAN). profesionales de TI [en línea].2017, enero. [Consulta: 7 de marzo 2020]. Disponible en:<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/WAN-definida-por-software-SD-WAN>



En la Figura 2 se observa la administración por SD-WAN, generalmente se tiene una consola centralizada para la gestión de políticas, actualización de software y garantiza el tráfico de manera segura a través de la VPN donde van datos, voz y video.

Figura 2 Reglas de tráfico de SD-WAN



Fuente: <https://www.riverbed.com/blogs/5-use-cases-for-sd-wan.html>

### 4.1.3. Funcionamiento SD-WAN

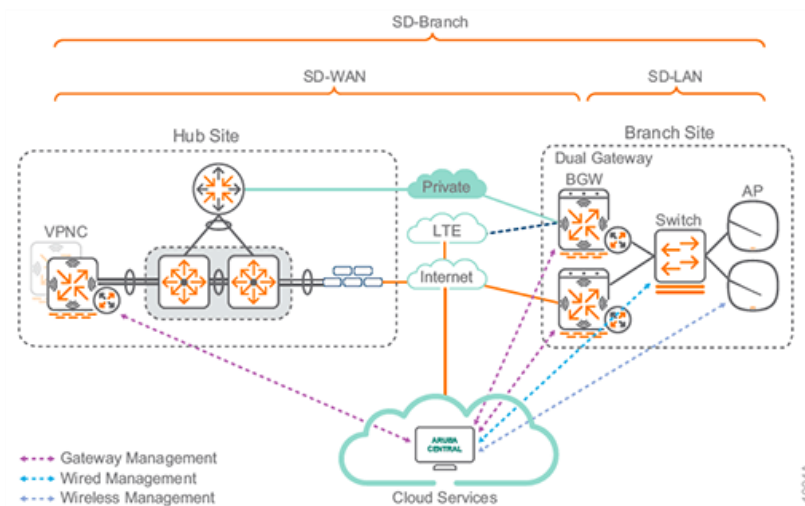
SD-WAN utiliza software y una función de control centralizado y según Tomas Marte, en su artículo publicado el 26 de marzo de 2019, indica “Una SD-WAN virtualiza los servicios WAN que incluyen el cambio de etiquetas multiprotocolo (MPLS), los servicios de internet de banda ancha y 4G/LTE, tratándolos como un conjunto de recursos”

Es importante determinar las prioridades para dirigir o redirigir el tráfico de forma más inteligente, ofreciendo calidad en el servicio y seguridad a través de la WAN, ahora bien, reduce en gran medida o elimina la necesidad de administrar puertas de enlace y enrutadores de forma individual, utilizando aplicación SaaS (Modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos que maneja se alojan en servidores). El acceso a estas aplicaciones a través de Internet proporciona la seguridad necesaria para proteger a la compañía de las amenazas.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> ECOMMERCE. [Sitio web]. España: Ecommerce, Sistema Integral de gestión con Plataforma SaaS. [Consulta: 7 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.labelgrup.com/sistema-integral-gestion-plataforma-saas>

Se configura una red privada virtual (VPN) en cada conexión WAN para seguridad, en consecuencia, la SD-WAN puede ser una superposición que abarca una infraestructura de comunicaciones diversa, sin embargo, otras aplicaciones de la nube y el tráfico web puede ser menos confiables, desconocidos o incluso sospechosos, requieren una detección de tráfico más avanzada y políticas de seguridad como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3 Funcionamiento de SD-WAN



Fuente: [https://www.arubanetworks.com/wp-content/uploads/AVD\\_SD-Branch.png](https://www.arubanetworks.com/wp-content/uploads/AVD_SD-Branch.png)

SD-WAN, redirecciona el tráfico no confiable, desconocido o sospechoso, como las aplicaciones punto a punto o el tráfico hacia o desde un país extranjero a un firewall de próxima generación basado en la sede, también virtualiza los servicios WAN que incluyen el cambio de etiquetas multiprotocolo (MPLS), servicios de Internet de banda ancha y 4G / LTE, y los trata como un grupo de recursos.<sup>13</sup>

Las funciones avanzadas de seguridad y rendimiento impulsadas por software permiten a las compañías utilizar de forma segura, fiable y activa la banda ancha para transportar el tráfico de aplicaciones en lugar de utilizarlo simplemente como una copia de seguridad inactiva. Al aumentar o incluso reemplazar MPLS por banda ancha, las empresas pueden aumentar significativamente el ancho de banda de la WAN al tiempo que reducen los costos generales de la WAN.

<sup>13</sup> Marte, Tomas. Cómo funciona una SD-WAN. profesional ejecutivo del sector de tecnología de información y telecomunicaciones [en línea].2019, marzo. [Consulta: 10 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.tomasmarte.com/2019/03/26/como-funciona-una-sd-wan/>

Al monitorear continuamente las aplicaciones y los recursos de transporte WAN, una SD-WAN puede adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes de la red para mantener el rendimiento y la disponibilidad más altos de la aplicación. Una SD-WAN avanzada ofrece los niveles más altos de calidad de experiencia del usuario final, incluso si un servicio de transporte experimenta una interrupción o un apagón (pérdida excesiva de paquetes, latencia o fluctuación de fase). Esto mejora la productividad empresarial y la satisfacción del usuario final.

#### 4.1.4. Diferencia entre SD-WAN Y SDN

Los modelos de red SD-WAN (Red de área amplia definida por software) es similar a SDN (Redes definidas por software) en muchos aspectos, pero cada uno representa tipos diferentes de redes comerciales, es decir, para empresas pequeñas o con varias sucursales, aunque están diseñadas para ser ejecutadas en el mismo tipo de hardware, según la página web 5 nueve<sup>14</sup> “SDN se centra en las operaciones internas dentro de la LAN, mientras que SD-WAN dirige las aplicaciones a la red de área amplia (WAN) para conectar las ubicaciones geográficamente dispersas de una organización.”

Tabla 1 Diferencia SD-WAN Y SDN

| <b>SDN</b>   | <b>SDN Ventajas</b>  | <b>SD-WAN</b>  | <b>SD-WAN Ventajas</b>   |
|--|--|--|--|
| Es programable por el cliente o usuario  | Permite una gestión eficiente de los cambios y la configuración  | la programación es manejada por el proveedor   | Ahorra tiempo y elimina complejidades para el usuario final.   |
| Utiliza un sistema de enrutamiento basado en aplicaciones a través de la LAN enfocado la mejor ruta de comunicación.   | Permite un rendimiento de mayor calidad y un menor costo por megabyte que el cambio de etiquetas multiprotocolo en la LAN. | Utiliza un sistema de enrutamiento basado en aplicaciones a través de Internet de banda ancha.                         | Permite un rendimiento de mayor calidad y un menor costo por megabyte que el cambio de etiquetas multiprotocolo (MPLS) |
| Complementa las arquitecturas de red existentes al proporcionar enrutamiento basado en aplicaciones frente a paquetes. | Mayor control sobre la experiencia del usuario   | Complementa las arquitecturas de red existentes al proporcionar enrutamiento basado en aplicaciones frente a paquetes. | Mayor control sobre la experiencia del usuario   |

<sup>14</sup> 5nine. [Sitio web]. Estados Unidos: 5nine, sdn-vs-sd-wan [Consulta: 10 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.5nine.com/sdn-vs-sd-wan/amp/>

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Utilizado principalmente en centros de datos internos en una LAN          | Alta disponibilidad de la información y seguridad.               | Desplegado en sucursales y centros de datos.   | Alta disponibilidad de la información y seguridad.               |
| Orquestación y control centralizados.                                     | Despliegues masivos en la infraestructura.                       | Orquestación centralizada, control y aprovisionamiento sin contacto.   | Despliegues masivos en la infraestructura.                       |
| La tecnología ha tardado mucho tiempo en madurar                          |  | Tecnología reciente, pero madurando muy rápidamente.   |  |
| Variaciones de productos básicos y hardware de conmutación especializado. | Soluciones de diferentes fabricantes de acuerdo con la necesidad | Dispositivos x86 disponibles: físicos, virtuales, en la nube   | Soluciones de diferentes fabricantes de acuerdo con la necesidad |
| Los ahorros provienen de eficiencias operativas mejoradas                 | Reducción de gastos sobre conectividad a largo plazo.            | Los ahorros provienen de la disminución de costos de transporte e infraestructura de WAN y eficiencia operativa mejorada <sup>15</sup> | Reducción de gastos sobre conectividad a largo plazo.            |

#### 4.1.5. Problemas que resuelve SD-WAN

MPLS es muy importante en la conectividad WAN, ofreciendo ancho de banda garantizado, latencia predecible y privacidad, aun así, es posible que no se pueda obtener en muchas ubicaciones geográficas o de conectividad en la nube en la mayoría de las situaciones.

Internet de banda ancha, en cambio, cuesta mucho menos que MPLS y está disponible a nivel mundial. Si bien la conectividad a Internet no es tan confiable y la latencia puede variar, los ahorros de costos son convincentes. Muchas compañías usan una combinación de WAN híbrida de estos transportes en los que el tráfico de aplicaciones críticas para el negocio se envía a través de MPLS y todo lo demás se enruta a través de Internet de banda ancha.

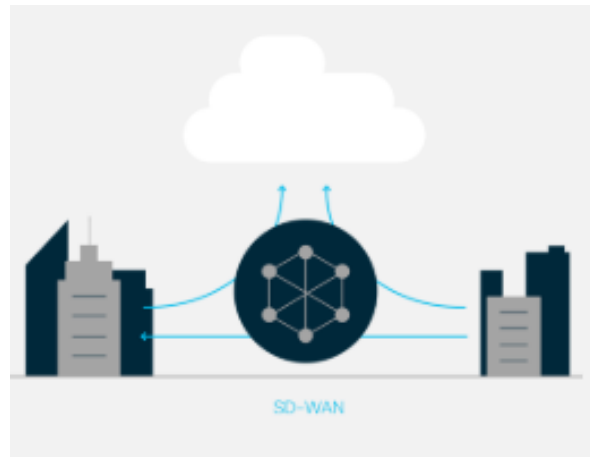
La WAN definida por software hace que sea mucho más fácil configurar una WAN híbrida y encontrar el equilibrio adecuado entre costo, confiabilidad y rendimiento para una mezcla diversa de tráfico de aplicaciones. Esto se debe en gran parte a las capacidades de la administración basada en políticas y la selección dinámica de rutas que son inherentes a SD-WAN.

La configuración de enrutadores y puertas de enlace de forma individual mediante scripts e interfaces de línea de comandos (CLI) es ineficiente y propensa a errores. La productividad se reduce aún más cuando un experto debe viajar para configurar un nuevo equipo en un sitio remoto. La dependencia de métodos y tecnologías obsoletos ha

<sup>15</sup> EPSILONTEL. [Sitio web]. Barcelona: epsilon, BEGIN YOUR SDN JOURNEY WITH SD-WAN. [Consulta: 16 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.epsilon.com/blogposts/begin-your-sdn-journey-with-sd-wan/>

dificultado que muchos equipos de red se mantengan al día con las demandas comerciales.

Figura 4 Problemas que resuelve SD-WAN



Fuente: <https://cdn1.solutel.com/wp-content/uploads/2019/03/La-nueva-WAN.png>

El equipo SD-WAN se puede administrar usando políticas alineadas con el negocio escritas por un ingeniero de red. Las reglas operativas se generan y descargan automáticamente a todos los dispositivos SD-WAN bajo administración cuando se crea o modifica una política como se puede observar en el equipo centralizado en la Figura 4.

La incertidumbre de rendimiento es un problema con la dependencia de Internet y otras redes públicas para la conectividad WAN. La ruta que toma el tráfico de red a través de Internet puede ser diferente para cada transmisión entre un par de dispositivos de origen y destino. Latencia pueden variar significativamente como consecuencia.

Los cuellos de botella también pueden desarrollarse a lo largo de la ruta de red debido a la congestión de hora del día y factores aleatorios que limitan el ancho de banda. Este problema es especialmente común en la "última milla" de la red cuando se usa un servicio de Internet sin ancho de banda garantizado. Muchas compañías configuran conexiones y servicios redundantes en cada punto de ruptura de Internet para minimizar el riesgo de un cuello de botella.

SD-WAN supervisa el estado de cada enlace WAN y puede utilizar la selección de ruta dinámica para dirigir el tráfico hacia abajo la mejor ruta disponible en cada momento. También puede discriminar entre el tráfico de aplicaciones o usuarios de tal manera que la mejor conexión está reservada para el tráfico más importante -por ejemplo, VoIP o aplicaciones que manejan las transacciones comerciales. El tráfico de menor prioridad,

como las copias de seguridad de archivos, puede enrutarse a una conexión que es menos confiable<sup>16</sup>.

#### **4.1.6. Beneficios SD-WAN**

- Mejorar la agilidad y la capacidad de respuesta del negocio
- Mayor rendimiento de la aplicación en la WAN
- Asegure la intención comercial con visibilidad y control avanzados de la aplicación
- Robusta seguridad de borde a borde y microsegmentación.
- Extensibilidad a productos de terceros mediante el encadenamiento de servicios<sup>17</sup>.

#### **4.1.7. Simplifica la gestión**

Simplificar la arquitectura WAN de rama centralizada y entregada en la nube, SD-WAN hace que sea fácil de escalar a través de miles de puntos finales, ya sea que estén en la sucursal, el campus o la nube. TI tiene la capacidad de automatizar la implementación de cero-toque globalmente, utilizando una única interfaz de administración.

Un segundo tipo de agilidad que proporciona SD-WAN es la gestión del tráfico en tiempo real. Los gateways SD-WAN monitorean continuamente el estado de cada enlace WAN conectado a ellos. El tráfico se desvía rápidamente cuando un enlace falla o se congestiona.

#### **4.1.8. Mejorar la experiencia del usuario.**

La optimización de WAN ofrece aumentar la productividad empresarial y la satisfacción del usuario, por el rendimiento óptimo de aplicaciones en la nube, desde múltiples nubes hasta los usuarios en cualquier lugar. En caso de falla del enlace o degradación de este, el enrutamiento sensible a la aplicación puede enrutar dinámicamente el tráfico entre circuitos dedicados y conexiones de Internet seguras para impulsar la entrega constante de aplicaciones críticas para el negocio. Además, las empresas realizan mejoras de OpEx al descargar costosos servicios MPLS con banda ancha más económica y flexible (incluidas las conexiones VPN seguras).

---

<sup>16</sup> IMPACTOTIC. [Sitio web]. Colombia: Impactotic, la disputa por llevar las redes inteligentes a las empresas en Colombia SD-WAN. [Consulta: 18 de marzo 2020]. Disponible en: <https://impactotic.co/sd-wan-redes-inteligentes-en-colombia/https://impactotic.co/sd-wan-redes-inteligentes-en-colombia/>

<sup>17</sup> Luzardo, Iván. SD-WAN, la apuesta de C&W para mejorar la productividad empresarial. Comunicador social y periodista de la Universidad de La Sabana [en línea].2019, octubre. [Consulta: 18 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.enter.co/especiales/empresas/sd-wan-cw-productividad-empresarial/https://www.enter.co/especiales/empresas/sd-wan-cw-productividad-empresarial/>

#### 4.1.9. Mejorar la seguridad y reduce amenazas.

La prevención de amenazas se aplica en el lugar correcto. La arquitectura SD-WAN presenta seguridad distribuida a nivel de sucursal. Los datos no tienen que viajar de vuelta a la sede central o al centro de datos para obtener una protección de seguridad avanzada (como un firewall, la aplicación de DNS o la prevención de intrusos).

#### 4.1.10. Ahorro de costos.

SD-WAN hace que sea más fácil mover el tráfico WAN no crítico de los enlaces MPLS privados a Internet de banda ancha de menor costo, reduciendo hasta en un 90 por ciento como se observa en la Figura 5. La gestión centralizada basada en políticas, permite una configuración automática del mismo modo, no se requiere configurar los routers y gateways de forma individual solo es necesario una conexión a internet. Los expertos en redes no necesitan viajar a ubicaciones remotas para las implementaciones de SD-WAN y pueden hacer más en la oficina usando una administración centralizada basada en políticas.

Figura 5 Beneficios SD-WAN



Fuente: <https://www.silver-peak.com/sd-wan/top-benefits-sd-wan>

#### 4.1.11. Rendimiento de la aplicación

La supervisión del estado del enlace y la redirección del tráfico según sea necesario mejora la disponibilidad y el rendimiento de la aplicación en un sentido amplio. SD-WAN también puede mejorar (o reducir) el rendimiento de forma selectiva, aplicación por aplicación.

La inspección profunda de paquetes se utiliza para identificar las aplicaciones asociadas con el tráfico WAN. Las políticas alineadas con los negocios implementadas por el

ingeniero de red determinan a qué aplicaciones se les da mayor prioridad (QoS) y en qué rutas fluirán sus paquetes.

Otra forma en la que SD-WAN mejora el rendimiento de las aplicaciones basadas en la nube es facilitando la configuración de los servicios de Internet en oficinas remotas. Eliminar la necesidad de desviar el tráfico a través de un punto central de acceso a Internet puede reducir la latencia y mejorar la experiencia del usuario para SaaS y otras aplicaciones basadas en la nube.

#### **4.1.12. Velocidad de despliegue**

Configurar equipos de red en una nueva sucursal es mucho más fácil con SD-WAN que con enrutadores y puertas de enlace tradicionales. Un ingeniero de redes diseña el nodo en una consola de administración central. Luego, un dispositivo SD-WAN se envía a la sucursal y es enchufado por alguien con poca o ninguna habilidad informática. En el encendido, el dispositivo se une a la red y se conecta al controlador central SD-WAN, que aprovisiona y configura el nuevo equipo y luego lo pone en línea.

#### **4.1.13. SD-WAN como servicio**

SD-WAN es atractiva porque reemplaza a los enrutadores WAN tradicionales y admite tecnologías de transporte como MPLS, Internet y LTE. SD-WAN también permite compartir la carga del tráfico en múltiples conexiones WAN, lo que lo hace más eficiente.

Para los proveedores de servicios, SD-WAN como servicio se ve como una nueva oportunidad de ingresos, porque pueden administrar los servicios WAN para empresas. Del mismo modo, SD-WAN como servicio puede ser atractivo para los usuarios finales y las empresas que no desean administrar la red o las aplicaciones de WAN y prefieren subcontratar estos servicios a un proveedor de servicios.

Uno de los principales beneficios de SD-WAN es que puede reducir sus costos de WAN porque complementa o reemplaza las redes WAN privadas dedicadas, que generalmente son MPLS, con conectividad de banda ancha regular.

Ese mismo costo-beneficio puede aplicarse a SD-WAN como un servicio. Al usar esto, las empresas pueden obtener la flexibilidad y los ahorros de costos de SD-WAN y al mismo tiempo minimizar el dolor de cabeza de la administración de la infraestructura y la conectividad.

Los proveedores de servicios convergen las aplicaciones de voz, datos y video en la misma red troncal IP, Algunos de los principales proveedores de SD-WAN incluyen Cisco, VeloCloud y Versa. Los proveedores de servicios que utilizan Cisco incluyen Verizon, CenturyLink y Vodafone. Los clientes de VeloCloud incluyen Dell EMC y Deutsche Telekom. Comcast, CenturyLink, China Telecom Global, Verizon y Singtel utilizan Versa.



Mientras tanto, AT&T, utilizando VeloCloud, ofrece un producto SD-WAN como servicio. Verizon usa Viptela y Versa para sus propios servicios SD-WAN para grandes empresas y el producto "sucursal segura" respectivamente. Versa tiene muchos otros clientes para servicios SD-WAN, incluidos Singtel y Comcast.

#### **4.1.14. SD-WAN como servicio administrativo**

SD-WAN como un servicio a menudo también se conoce como "SD-WAN administrada", porque un cliente generalmente paga al proveedor del servicio una tarifa para instalar y entregar conectividad, así como cualquier aplicación, monitoreo y servicios de mantenimiento.

Para los proveedores de servicios, la SD-WAN administrada es una oportunidad para que ofrezcan servicios de valor agregado como la seguridad y la mejora del rendimiento de las aplicaciones. Estos servicios de valor agregado a menudo vienen con acuerdos de nivel de servicio (SLA) que garantizan niveles de servicio mínimos.

## 4.2. ANTECEDENTES

A continuación, en la tabla se presenta los antecedentes donde se aplica la seguridad sobre el mismo modelo planteado en la monografía

Tabla 2 Nombre de proyectos como antecedentes

| Tema        | Nombre del proyecto  |  |
|-------------|--|--|
|             | Características de las Redes Definidas por Software (SDN)  | Renovación tecnológica SD-WAN cliente corporativo. Proyecto aplicado.  |
| País        | Ecuador  | Colombia   |
| Autores     | Ochoa Brito María Jesús  | Gerardo Delgado Flórez y Andrés Augusto Rubiano Parra  |
| Fecha       | 22 días del mes de enero del año 2018  | 2018   |
| Descripción | Las redes que son definidas por software aparecen con el objetivo de mejorar la comunicación y garantizar la seguridad de los datos, de las grandes ventajas que se tiene es su adaptabilidad al crecimiento sin que se afecten los servicios y la seguridad que se implementó. Se espera generar gran interés en el funcionamiento y las aplicaciones que utiliza, para de esta forma se pueda implementar en diferentes Data Center. <sup>18</sup> | SD-WAN, es la forma de diseñar una red WAN basada en MPLS e internet de forma inteligente, de modo que se detecta el tráfico cursado a nivel de aplicativo, ejecutando también un balanceo de carga. En este trabajo aplicado tomaron la topología de dos Data Center, donde disponen de equipos con las mismas características y configuración, además El máster Control, que hace la decisión dentro de la arquitectura de PFR y es responsable para comparar en tiempo real las aplicaciones, la verificación de cómo están los enlaces y define las políticas para las aplicaciones. <sup>19</sup> |

Fuente: Autores,2020

<sup>18</sup> Ochoa Brito, María Jesús. Características de las Redes Definidas por Software (SDN) para su Implementación en el Ecuador. Sistema de posgrado Maestría en telecomunicaciones [en línea]. UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, 2018. [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9748/1/T-UCSG-POS-MTEL-88.pdf>

<sup>19</sup> Rubiano, Andrés Augusto. Renovación tecnológica SD-WAN cliente corporativo. Trabajo de grado para obtener título de especialista en proyectos de telecomunicaciones. [en línea]. Universidad Santo Tomás Facultad de ingeniería de telecomunicaciones, 2018. [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14670/2018gerardodelgado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **5. METODOLOGÍA**

La monografía tiene un enfoque teórico y explicativo, sobre las redes definidas por software (SD-WAN) y como se podrían implementar en las compañías a nivel nacional. Con este trabajo se pretende atraer el interés de los lectores en cuanto a esta nueva tecnología, sus ventajas, reducción de costos y seguridad. Teniendo en cuenta el desarrollo de los objetivos se describen en tres fases donde se detallan cada objetivo específico.

### **5.1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

Se identifica como se procede en el despliegue sobre las redes basadas en software, su gestión, seguridad y conectividad sobre las diferentes sucursales o sedes de las compañías que posean tecnología SD-WAN.

## **6. FASE1: ASPECTOS ESPECÍFICOS SOBRE EL DESPLIEGUE DE LAS REDES BASADAS EN SOFTWARE.**

La tecnología SD-WAN, hace referencia a software-defined wide-area network o redes definidas por software, ofreciendo facilidad de administración y automatización, es decir, antes el proceso de instalación de aplicaciones o cambios en la configuración de redes, se realizaba manual y en cada sede, suponiendo que estaban en diferentes ciudades, tardando así, el tiempo de respuesta; ahora con esta nueva tecnología se puede distribuir al mismo tiempo a todas las sedes, la configuración o aplicaciones, ahorrando tiempo y mejorando la conectividad corporativa.

De igual forma, facilita los servicios brindados y optimización del rendimiento de aplicaciones en la nube de principio a fin, desde el usuario hasta el centro de datos en la nube, por otra parte, gracias a la flexibilidad de transporte para conectarse directamente la nube a través de internet.<sup>20</sup>

En otras palabras, dispone de mayor agilidad, que se ve reflejada principalmente con la conectividad de diferentes sedes, en los controles de seguridad que dispone y en experiencia optimizada para el usuario final al implementar una nueva aplicación en la nube.

De manera que cualquier sede pueda también acceder a información de aplicaciones desde el data center, seleccionando automáticamente la conectividad adecuada (Internet o MPLS), con el rendimiento adecuado para cada aplicación en la nube, obteniendo así flexibilidad y una solución rentable con SD-WAN.<sup>21</sup>

La seguridad es un tema importante por considerar al implementar SD-WAN, teniendo en cuenta las políticas de seguridad en las compañías: Seguridad en la nube o funciones de seguridad virtualizadas avanzadas en cada sucursal.

SD-WAN permite que el personal sea asignado a tareas orientadas a los negocios, es el caso del integrador de servicios que contiene, proporcionando un punto de contacto entre el cliente y los proveedores de servicios individuales, que está diseñado para organizar, integrar y hacer que los procesos sean más fáciles y eficientes.

---

<sup>20</sup> CISCO. [Sitio web]. Miami, Florida: Cisco, SD-WAN Security At-a-Glance. [Consulta: 18 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/sd-wan/nb-06-sd-wan-secur-aag-cte-en.html>

<sup>21</sup> BUSINESS SERVICES. [Sitio web]. Los Ángeles: Business Services, IDC MarketScape: Worldwide Communication Service Provider SD-WAN Managed Services 2018 Vendor Assessment. [Consulta: 25 de marzo 2020]. Disponible en: [https://www.orange-business.com/en/focus/sd-wan?gclid=CjwKCAjwg6b0BRBMEiwANd1\\_SJRPjwB-3-V4KiQhrBTQ7xCCigYYShW4Tr-nmq7dnQn-ECryLDj8TxoCZT8QAvD\\_BwE#IDCreport](https://www.orange-business.com/en/focus/sd-wan?gclid=CjwKCAjwg6b0BRBMEiwANd1_SJRPjwB-3-V4KiQhrBTQ7xCCigYYShW4Tr-nmq7dnQn-ECryLDj8TxoCZT8QAvD_BwE#IDCreport)

## 6.1. ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA

Las empresas que actualmente implementan SD-WAN, señalan beneficios tales como, el costo, la confiabilidad y la seguridad. Un artículo en SDX Central afirma que "el objetivo principal de la tecnología SD-WAN (SDWAN) es ofrecer una conexión WAN de clase empresarial, segura y simple, habilitada para la nube con la mayor cantidad de tecnología abierta y basada en software posible".<sup>22</sup>

De igual forma, la planificación, implementación, verificación y solución de problemas de redes empresariales locales, debe ser el reto, sin embargo, para empezar, se sugiere el análisis de la arquitectura existente, es decir, la instalación de la WAN (red de área amplia), verificando el rendimiento, la configuración de seguridad, la capacidad, los concentradores y enrutadores.

Por otro lado, se debe estudiar el diseño de redes actuales de extremo a extremo y el control de seguridad de la red de voz, video, datos con la comprensión de protocolos y actividad de red, no obstante, se debe evaluar la calidad del servicio (QoS), la conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS), para determinar los requisitos técnicos, comerciales y tecnológicos para desarrollar la solución.

En suma, se deben actualizar las últimas tendencias de la industria de redes para mantener informado al cliente en el proceso de desarrollo de los componentes de sistema.<sup>23</sup> Examinando y evaluando la funcionalidad y supervisión de requisitos de diseño.

Consecuentemente, la seguridad en la red de área amplia definida por software (SD-WAN), es de vital importancia, porque permitirá que equipos de cómputo en diferentes puntos geográficos puedan interoperar, mediante una distribución de datos, ajustándose dinámicamente a los cambios de las condiciones de seguridad.

Las empresas medianas en ocasiones adoptan un enfoque híbrido, es decir, una mezcla entre lo tradicional y lo más ágil, prefiriendo SD-WAN para encargarse de la flexibilización de procesos, porque requieren seguridad en sus servicios para mejorar la calidad y funcionalidad de redes.

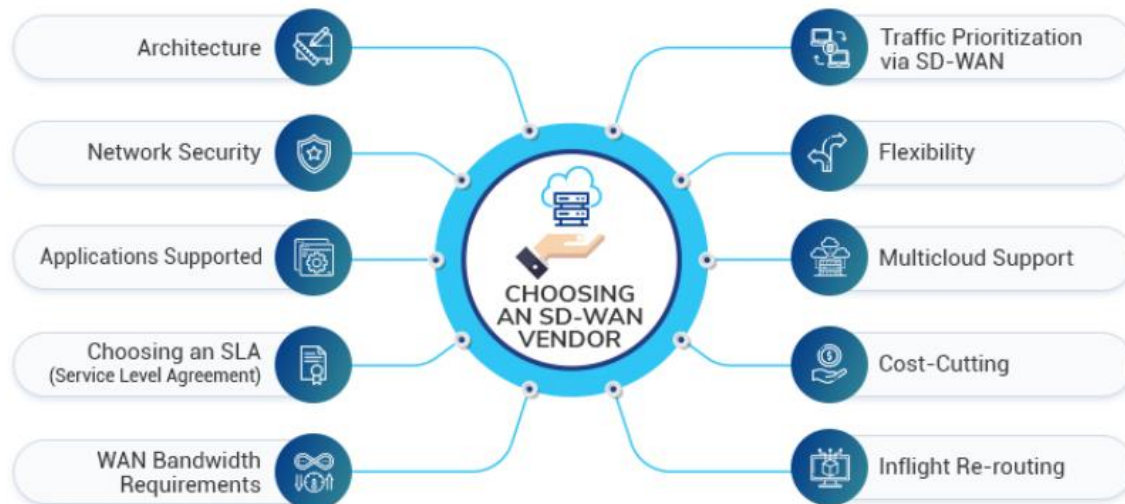
---

<sup>22</sup> BUSINESS SERVICES. [Sitio web]. Los Ángeles: Business Services, SD-WAN - What is it and why your organisation might need it. [Consulta: 25 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.orange-business.com/en/blogs/sd-wan-what-it-and-why-your-organisation-might-need-it>

<sup>23</sup> Field Engineer. [Sitio web]. New York: Field Engineer, Routing and Switching. [Consulta: 26 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.fieldengineer.com/skills/cisco-routing-and-switching-solutions-specialist>

Por consiguiente, la solución SD-WAN soporta las aplicaciones que utiliza cada compañía, en la siguiente Figura 6 se detalla las aplicaciones más importantes que debe ofrecer el vendedor del servicio.

Figura 6 Aplicaciones soportadas por SD-WAN



Fuente: <https://www.fieldengineer.com/sd-wan/things-to-consider-while>

Continuando con los aspectos a tener en cuentas para SD-WAN, se debe garantizar el nivel de servicio contractual, es decir, el tema legal porque existe una inversión económica, garantías de servicio, atención al cliente, de esta manera se elige SLA (acuerdo de nivel de servicio), entre el proveedor del servicio y el cliente, con el objetivo de analizar y monitorear los datos, recopilar información, generar estadísticas, definir políticas y el tiempo de respuesta para conocer las áreas con dificultades en la red, así se garantizará el efectivo rendimiento.

Una vez se establezca los SLA, se dispondrán de pautas claras y medibles, el control de obligaciones incumplidas y sus responsables, ente el proveedor de SD-WAN y el cliente. Los objetivos principales de SDL, son: La documentación, acuerdo, vigilancia, medición, informes, la relación y buena comunicación entre con el cliente, compromiso en el servicio y en la calidad de este.<sup>24</sup>

Otro aspecto importante es considerar los requisitos de ancho de banda que dispone la compañía en su WAN, que funcionan similar a una red LAN, pero a mayor escala y

<sup>24</sup> EXTERNETWORKS. [Sitio web]. North America: ExterNetworks, Service Level Agreement (SLA) Monitoring and Reporting. [Consulta: 1 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.extnoc.com/blog/service-level-agreement-monitoring-reporting>

generalmente con el protocolo TCP/IP en combinación con enrutadores, conmutadores, firewall y módems, para determinar la eficacia y el rendimiento.<sup>25</sup>

Por ende, SD-WAN debe equilibrar las cargas de tráfico para garantizar el uso de enlaces correctos, mediante una configuración oportuna y por medio de etiquetas de conmutación MPLS, este protocolo se utiliza para el flujo de tráfico de red eficiente entre dos o más ubicaciones, tomando decisiones de reenvío de datos.

Es importante definir la topología de red que la empresa o compañías desplegaran, basados en la gran variedad de servicios de conectividad virtualizados en sus redes. El punto de partida generalmente son los enrutadores SD-WAN con selección de ruta dinámica y capacidades de dirección de tráfico con reconocimiento de aplicaciones. Con el tiempo, agregarán controladores de Wi-Fi virtualizados, dispositivos de optimización WAN, controladores de borde de sesión, firewalls de próxima generación.

En la siguiente figura se encuentra el detalle de las diferentes escenarios y la elección que puede considerar la compañía o el cliente, comenzando de izquierda a derecha, aparece SD-WAN, que brinda enrutamiento de aplicaciones por software a varias sedes, MPLS como bien se ha expuesto es la conmutación de etiquetas multiprotocolo y SDN realiza la separación de plano de control, software y datos para procesar paquetes basados en reglas configurables en hardware y dentro de su arquitectura esta OpenFlow que es un estándar abierto para protocolos de comunicaciones.

Aunque SDN, puede separar el plano de datos y el de control para apoyar al área de TI en un análisis global, además es eficiente al aumentar la velocidad, su seguridad en hardware está eliminando los enrutadores y conmutadores físicos.

MPLS, no es tan moderno como SD-WAN, ni ofrece una protección de datos integrada y al implementarla mal, puede abrir la red a vulnerabilidades, aunque su capacidad de mantener calidad de los protocolos de VOZ de IP (VoIP), son en tiempo real y ofrece calidad de servicio evitando la perdida de paquetes.

Algunos de los pro y contras de SD-WAN, que aplica la tecnología SDN para algunas conexiones WAN, como la banda ancha, internet, 4G, LTE o MPLS, son los siguientes y se pueden ver su esquema de conectividad en la Figura 7:

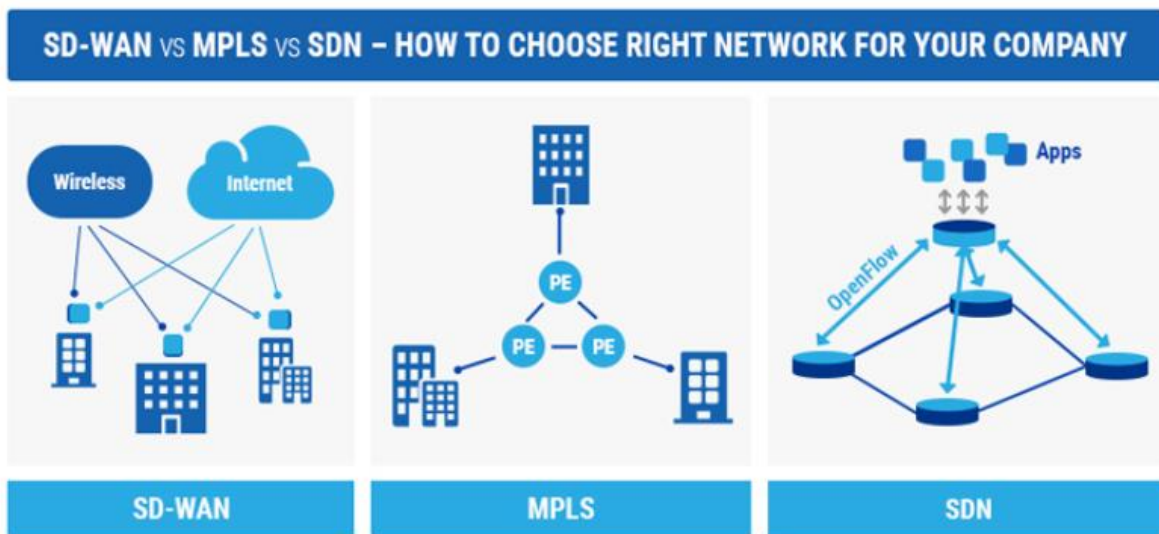
- Tiene un nivel de seguridad muy alto
- De acuerdo con la configuración de prioridades y tipos de contenido, puede combinar enlaces de red.
- Autentica los dispositivos y todos los puntos finales de conexión.
- Utiliza cifrado de red de extremo a extremo
- Proporciona control, escalabilidad, rendimiento y visibilidad

---

<sup>25</sup> TECNOPEDIA. [en línea]. New York, 2018, Wide Área Network (WAN). [Consulta: 1 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.techopedia.com/definition/5409/wide-area-network-wan>

- Una desventaja es que borra los límites geográficos e impacta sustancialmente el ecosistema de redes corporativas.
- Flexible al administrar recursos
- Reduce costos, por sus niveles de rendimiento.

Figura 7 Elección de red del cliente



Fuente: <https://www.fieldengineer.com/sd-wan/sd-wan-vs-mpls-vs-sdn>

Continuando con los aspectos a tener en cuenta, el enrutamiento de vuelo debe permitir la correcta operación de los servicios y asegurar una experiencia completa y eficiente para el cliente, donde se minimicen los problemas en la red.

## 6.2. FUNDAMENTOS DE SD-WAN

SD-WAN es conocido a nivel mundial por su forma nueva y sin precedentes de implementar fácilmente políticas en WAN grandes a menor costo de las soluciones tradicionales.<sup>26</sup>

SD-WAN puede admitir redes subyacentes en diferentes configuraciones según sus necesidades estas configuraciones se dividen en tres opciones principales:

<sup>26</sup> MARTELLO. [Sitio web]. New York: Martello, Ebook Game Changing SD-WAN Finding the Right SD-WAN Solution. [Consulta: 7 de abril 2020]. Disponible en: [https://martellotech.com/ebooks/finding-the-right-sd-wan-solution/?utm\\_source=AdWords&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=finding%20the%20right%20sd-wan%20solution&utm\\_term=SD-WAN&gclid=CjwKCAjw-YT1BRAFEiwAd2WRtpijA13Blzna6ujjOS0-pSEAc5i0ZB2GaRixK6B3M-VGGIK-iRvLgRoCIXAQAvD\\_BwE](https://martellotech.com/ebooks/finding-the-right-sd-wan-solution/?utm_source=AdWords&utm_medium=cpc&utm_campaign=finding%20the%20right%20sd-wan%20solution&utm_term=SD-WAN&gclid=CjwKCAjw-YT1BRAFEiwAd2WRtpijA13Blzna6ujjOS0-pSEAc5i0ZB2GaRixK6B3M-VGGIK-iRvLgRoCIXAQAvD_BwE)



### **6.2.1. Acceso público basado en internet**

Puede optar por utilizar Internet público como su única red de acceso para comunicarse con otros sitios en la red o servicios basados en la nube. La congestión en internet abierto es, sin embargo, impredecible y esto puede causar problemas con las aplicaciones de baja latencia.

Por lo tanto, las conexiones DSL generalmente no ofrecen SLA, las capas subyacentes tradicionales basadas en DSL, por consiguiente, ocasionan problemas de tráfico, degradación o latencia en los enlaces de comunicaciones. Con la implementación de SD-WAN da un mayor rendimiento sobre los enlaces con tecnología DSL, mitigando los problemas de saturación y garantizando la seguridad de la información.

### **6.2.2. SD-WAN privada**

En una configuración privada SD-WAN, la conexión entre el origen y el destino es completamente separado del internet público. Por ejemplo, acceder a Office 365 usaría exclusivamente un enlace MPLS desde el sitio del cliente, golpeando el equipo SD-WAN basado en la nube del operador que luego pasaría el tráfico a una terminación SD-WAN en el centro de datos donde fue desplegado las rutas hacia la suite de Microsoft. La conexión de circuito cerrado proporcionaría rendimiento y confiabilidad garantizados.

### **6.2.3. WAN híbrida**

Una alternativa es utilizar una combinación de redes privadas y públicas de última milla, combinando el costo-beneficio de redes DSL con la fiabilidad y las tasas de paquetes garantizadas de MPLS. Puedes elegir traer en otro tipo de tecnología de conectividad como lo son las conexiones 4G. Este enfoque se adaptará a la mayoría de las empresas y la elección de la conectividad generalmente dependerá del tamaño del sitio, la función y la ubicación.

## **6.3. REQUISITOS DE SEGURIDAD.**

Así como se ha mencionado, esta monografía quiere dar a conocer los aspectos específicos y relevantes, para la gestión de la seguridad integral, evitando brindar oportunidades a intrusos de acceder a información confidencial

Según Lee Doyle, en su publicación de Network World. 12 de julio de 2018, indica “Un componente clave de SD-WAN es su capacidad para asegurar enlaces de Internet poco confiables e identificar flujos de tráfico anómalos. Los proveedores de tecnología SD-WAN continúan aumentando sus características de seguridad nativas y creando ecosistemas robustos de socios de seguridad de red.”

La seguridad es un desafío al integrar diferentes dispositivos, VPN, IP, firewall, entre otros en cada sede y coordinar todos los esfuerzos en la red para inspeccionar tráfico sospechoso, así mismo, hacer de la seguridad de SD-WAN un factor clave y diferenciador entre los diferentes proveedores, para proteger y permitir a las compañías aprovechar los enlaces de internet disponibles y sus recursos.

SD WAN permite integrar conjuntos completos de características de seguridad, como el cifrado de transporte IPsec y tener un NGFW (Firewall de próxima generación) en cada sede, con una consola de administración central y gestión unificada de amenazas (UTM). A las compañías se les pide prepararse para definir cuáles son sus expectativas para las implementaciones de seguridad en los sitios. Esto puede incluir inspección de tráfico, seguridad de punto final, detección de DDOS y cualquier otra cantidad de características de seguridad que pueda haber implementado hoy como dispositivos independientes.<sup>27</sup>

Desde el principio, los equipos de redes y seguridad necesitarán trabajar juntos para pensar sobre sus políticas de seguridad hoy y cómo es probable que las necesidades de la empresa cambien en el futuro. Los elementos de seguridad de un servicio SD-WAN pueden cambiar drásticamente el diseño de su red general. La verificación de seguridad abarca no solo el sistema SD-WAN sino también componentes de registros para el tráfico de usuarios.

### **6.3.1. Definir perfiles de cada sede**

La empresa debe realizar una auditoría de cada ubicación para determinar la cantidad de empleados, los perfiles de usuario y las aplicaciones utilizadas.

Las políticas SD-WAN ayudan en la utilización óptima de los enlaces WAN y la distribución eficiente del tráfico.

Las políticas constan de los siguientes parámetros:

**Origen:** un punto final de origen que puede elegir de una lista de sitios, grupos de sitios y departamentos o una combinación de todos estos. La intención de la política SD-WAN se aplica al punto final de origen seleccionado.

**Destino:** un punto final de destino que puede elegir de una lista de aplicaciones y grupos de aplicaciones predefinidos o personalizados, seleccionando un máximo de 32 aplicaciones o grupos de aplicaciones como puntos finales de destino. La intención de la política SD-WAN se aplica al punto final de destino seleccionado.

---

<sup>27</sup> NETIFY. [Sitio web]. New York: netify. How to create an effective list of SD WAN requirements. [Consulta: 15 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.netify.co.uk/learning/create-a-list-of-sd-wan-requirements>

Perfil SLA: un perfil SLA que tiene las restricciones requeridas que desea aplicar a la intención de la política.

Nombre de intención: un nombre único para la intención de la política SD-WAN.

Sobre la base de las restricciones de perfil de SLA configuradas, se pueden clasificar las políticas SD-WAN en dos tipos:

Política estática: cuando el enlace WAN definido bajo la preferencia de ruta no puede cumplir con los requisitos de SLA, no se puede cambiar de enlace y el rendimiento de SLA se deteriora. La topología de malla completa solo admite políticas estáticas. Además, solo se pueden aplicar políticas estáticas en los enlaces que tienen habilitada la ruptura local.<sup>28</sup>

Política dinámica: En las políticas dinámicas, debido a que los parámetros SLA anulan la preferencia de ruta, la red SD-WAN elige el mejor enlace WAN posible para la gestión del tráfico. Cuando se despliega una intención en un sitio, si el enlace WAN elegido por la red SD-WAN no cumple con los requisitos de SLA y el rendimiento de la red se deteriora, entonces el sitio cambia los enlaces WAN para cumplir con los requisitos de SLA. El cambio de enlace se registra como un evento SD-WAN y se muestra en la página Eventos SD-WAN en el portal del cliente y en las páginas de rendimiento de Tenant\_name SLA en los portales de administración y clientes. El cambio de enlace se produce solo cuando la política SD-WAN es dinámica porque los parámetros SLA anulan la preferencia de ruta y el sitio puede cambiar los enlaces WAN.

### **6.3.2. Definir tipos de acceso**

Por su propia naturaleza, SD-WAN es independiente del acceso y admite cualquier tipo de tecnología de acceso local (cobre, fibra, cable coaxial, radio e incluso satélite). Las empresas pueden desear considerar un modelo de implementación BYOA (traiga su propio acceso). El uso de conexiones existentes ya existentes puede tener sentido, especialmente en algunas de las partes más exóticas del mundo, si está satisfecho con el servicio que se brinda y no desea cambiar.

Sin embargo, tenga en cuenta que, al proporcionar el acceso local, el operador puede controlar mejor la capa subyacente (las diversas tecnologías de acceso) y la capa superpuesta (la SD-WAN que orquesta la capa subyacente) de manera integrada. Trabajar con ISP en todo el mundo es parte del negocio diario de un operador y tienden a tener el poder de compra global para gestionar mejor el rendimiento y los costos. Sin embargo, si las empresas deciden encargarse de la gestión de ISP de

---

<sup>28</sup> JUNIPER. [Sitio web]. North America: JUNIPER. SLA Profiles and SD-WAN Policies Overview. [Consulta: 25 de abril 2020]. Disponible en: [https://www.juniper.net/documentation/en\\_US/cso4.0/topics/concept/cp-config-app-sla-profile-overview.html](https://www.juniper.net/documentation/en_US/cso4.0/topics/concept/cp-config-app-sla-profile-overview.html)

terceros, deben estar preparadas para hablar el idioma local del país al abrir tickets y asegurarse de que su acceso local de bajo costo incluya soporte 24/7.

### **6.3.3. Requisitos de gestión del servicio.**

No cabe duda de que las empresas necesitarán cada vez más poder administrar las características y políticas de SD-WAN, así como otras funciones de red virtualizadas para seguridad y aceleración. Su consola de administración SD-WAN debe ser fácil de usar y contener un nivel suficiente de monitoreo y visibilidad para establecer un medio de control. Los mejores portales cuentan con una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva, que usted, o su proveedor de servicios administrados, puede usar para configurar dispositivos en sus sucursales y especificar políticas de priorización de aplicaciones que se alineen con las necesidades de su negocio. Esto es extremadamente rápido en comparación con el proceso tradicional, que requiere que los enrutadores individuales se programen manualmente utilizando interfaces de línea de comandos, que pueden tardar horas en completarse y son propensos a errores.

SD-WAN monitorea continuamente el estado de las redes, rastreando métricas que incluyen latencia y jitter. Algunas soluciones supervisan el tráfico a nivel de paquete, mientras que otras se centran en los flujos de red o en el nivel de protocolo de aplicación. La priorización a nivel de paquete es más granular y proporciona una respuesta más rápida a las condiciones cambiantes de la red, pero requiere un controlador más avanzado. El portal también debe producir informes muy visuales y fáciles de entender. A veces hay requisitos de visibilidad más avanzados, como paneles, que muestran la experiencia del usuario final o el seguimiento de los cambios en el rendimiento de las aplicaciones o TI. Por ejemplo, cambiar las aplicaciones a la nube significa una pérdida de control de la infraestructura de TI donde la visibilidad y el rendimiento serán muy importantes. Por lo tanto,

### **6.3.4. Definir topología de red**

Las empresas desplegarán una creciente gama de servicios de conectividad virtualizados en sus redes. El punto de partida generalmente son los enrutadores SD-WAN con selección de ruta dinámica y capacidades de dirección de tráfico con reconocimiento de aplicaciones. Con el tiempo, agregarán controladores de Wi-Fi virtualizados, dispositivos de optimización WAN, controladores de borde de sesión, firewalls de próxima generación y más.

## **6.4. SOFTWARE Y CONEXIÓN AL ORQUESTADOR.**

La transformación digital permite a las empresas migrar a la nube mucho más rápido que en el pasado. Pero también hace que la administración de WAN y mantenerse al día con la evolución de TI y las demandas de los usuarios finales sean más difíciles. Las

empresas que esperan competir en el mercado actual necesitan una infraestructura de red tan ágil como ellos.

Con la orquestación de extremo a extremo, desde los usuarios finales hasta las aplicaciones basadas en la nube, Flexible SD-WAN está totalmente automatizado. Los motores de IA procesan y analizan los datos que regresan de la red y actualizan las configuraciones existentes para adaptarse de forma instantánea y automática al nivel correcto de rendimiento, riesgo y confiabilidad de la red.

Cada aspecto que se tiene lo dividirá en diferentes despliegues basados en ambientes virtuales, para lo que se genera tráfico que luego encaminará por diferentes esquemas virtuales, utilizados a través de diferentes equipos de manera física o virtual controlado desde un orquestador. El ambiente virtual se puede desplegar de tal manera que la sincronización de ellos ese deba por el agente OpenFlow maquina por máquina.

El objetivo al realizar este despliegue podrá realizarse por medio del orquestador, de igual que las posibilidades que puede ofrecer en temas de seguridad sobre los datos. Cuando se realiza el despliegue de una solución este utilizara dos dispositivos que actuarán en la comunicación de extremo a extremo en los ambientes virtuales. Cada uno de los servicios se dan a través diversos protocolos como lo es HTTP (Protocolo de Transferencia de

Hipertexto) puerto 80 y 8080, y otros protocolos como FTP TFTP (Protocolo de transferencia de archivos). La creación de VLANs y la creación de VPNs para asegurar todo el tráfico y garantizar la estabilidad de las comunicaciones a través de la tecnología SD-WAN.

En el entorno de la red SD-WAN es necesario tres dispositivos, con los cuales se realizará la gestión desde el orquestador, y herramientas con las cuales se gestionan por medio de cada agente Open Flow y por las cuales se gestionará y modificarán los flujos en el tráfico de cada uno de las sedes remotas. El orquestador utiliza un lenguaje Python donde se sincronizan

con el administrador de la red, y se encarga de monitorear y encaminar cada función de la red con el fin de tener un control real del tráfico y garantizando la seguridad de los datos de manera eficiente.

Cuando aplicamos las conexiones a los orquestadores desde los diferentes puntos remotos, se puede aislar todo tipo de tráfico para garantizar las conexiones y la ejecución de cada despliegue por medio de los agentes de Open Flow. Dando así una conectividad segura de los datos creando diferentes esquemas de red donde se incluye IPs, VLANs y encriptación de información, se realizará un PING a cada uno de los controladores. Donde si el PING falla de tiene que validar la conectividad a nivel de capa 3 en donde se verificara el direccionamiento asignado en cada una de las subinterfaces que estén en la misma subred de manera definitiva.

De ser así, deberíamos comprobar cada una de las configuraciones que se alojan sobre los puertos que se asignaron para la sincronización de los dispositivos, de esta manera se garantiza la conectividad y el aseguramiento de los datos a Través de las VPN's.

## 7. FASE 2: SD-WAN IMPLEMENTACIÓN, ARQUITECTURA Y FUNCIONES

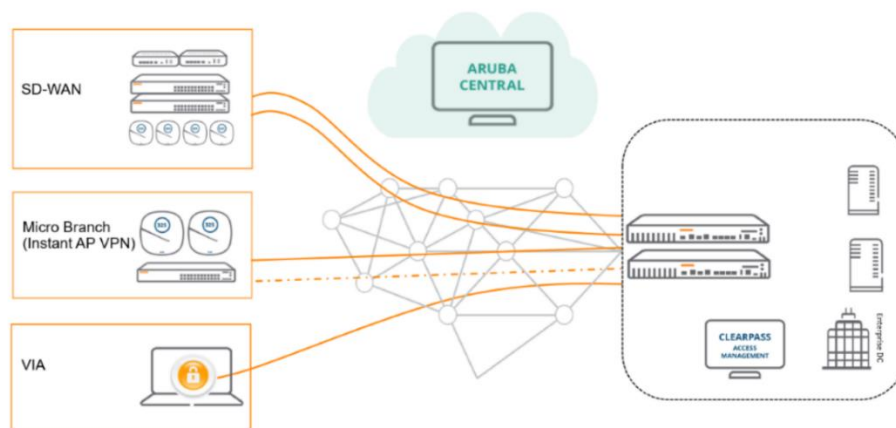
Con un mejor entendimiento sobre la implementación en redes definidas por Software y dar un vistazo de cómo estas se migran de un entorno tradicional a un nuevo modelo automatizado donde se presta en todos los conceptos seguridad en las redes y aplicaciones.

### 7.1. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA AL MIGRAR A SD-WAN

En definitiva, tenemos dos enfoques generales que se llevan a cabo para la implementación de SD-WAN: realizar una migración en fases o de manera directa, dado que se pueden manejar diferentes enfoques de acuerdo con la arquitectura de la red sin que esta afecte en ningún momento la seguridad de los datos y la red.

Se puede observar que uno de los enfoques en la Figura 8, donde los equipos se actualizan directamente sobre la plataforma centralizada y cada uno de los agentes de OpenFlow y comunicación segura a través de VPNs, si bien se deshabilita cada una de las funciones que son controladas desde el orquestador.<sup>29</sup>

Figura 8 Gestión de orquestador SD-WAN



Fuente: <https://www.telequismo.com/wp-content/uploads/Aruba.png>

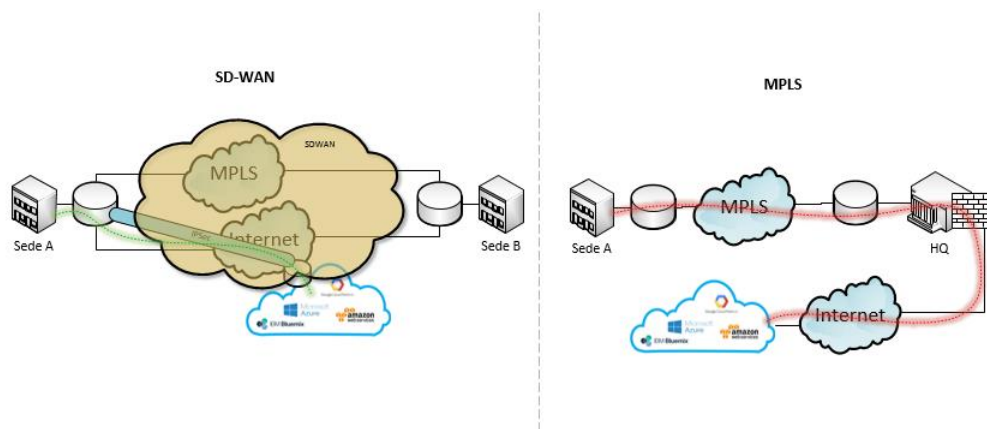
De esta manera el segundo caso, donde se realiza de manera gradual una implementaciones o migraciones de los servicios de la MPLS. En la figura 9 se observa un segundo caso, donde se evidencia de una manera gradual una implementaciones o migraciones de sobre los servicios de la MPLS, se determina en la Figura 10, los dispositivos de comunicaciones se muestra un despliegue en conjunto con los existentes

<sup>29</sup> SD-WAN, qué ofrece el mercado. [en línea]. Artículos Técnicos. [Consulta: 25 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.telequismo.com/2019/06/sd-wan-2.html/>

y de esta manera se garantiza una seguridad de los datos y la continuidad de la información.

Cada operación de tráfico mantiene un control de seguridad, y de actualizaciones sobre los equipos que conforman SD-WAN lo que no se presentaba sobre los dispositivos tradicionales. Cuando estos servicios son migrados a un esquema de red automatizado como lo es SD-WAN, y se comprueba un correcto funcionamiento de conectividad y aplicación de seguridad de la información, se puede proceder con el apagado de los dispositivos que conforman la MPLS.<sup>30</sup>

Figura 9 Migración MPLS a SD-WAN



Fuente: [https://2.bp.blogspot.com/-pqt3vWYQDBA/W7dE27UoBBI/AAAAAAAAAa\\_E/R67HeXrsICkTa4TbWEiewy86GuBHnfVzgCLcBGAs/s1600/SDWAN%2Bvs%2BMPLS%2B-%2BCloud.PNG](https://2.bp.blogspot.com/-pqt3vWYQDBA/W7dE27UoBBI/AAAAAAAAAa_E/R67HeXrsICkTa4TbWEiewy86GuBHnfVzgCLcBGAs/s1600/SDWAN%2Bvs%2BMPLS%2B-%2BCloud.PNG)

Cuando se ven un esquema de red y este se planea migrar varía según su arquitectura, además se debe tener presente la seguridad de los datos. Cabe mencionar las variantes antes relacionadas: las actualizaciones de cada uno de los dispositivos a través de los agentes OpenFlow o cuando se despliega en paralelo la migración de los equipos para una renovación sobre la red, eliminando la MPLS. También es cierto, que se puede realizar despliegues parciales o migraciones en donde se realizara diferentes variantes sobre la seguridad de los datos y aplicaciones de SD-WAN.

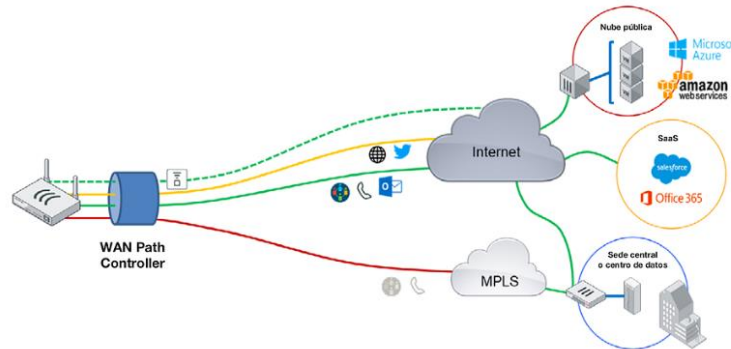
Al momento de la implementación se puede tener en cuenta unas adecuaciones parciales, donde se limite el tráfico y la seguridad de los datos. Cada delimitación se puede efectuar por el dominio del orquestador (Donde se observa las migraciones en paralelo en la Figura 8). Se puede incluir diferentes modelos de seguridad en la red en

<sup>30</sup> NETBLOGRK. [en línea]. North América. SD WAN, CONCEPTOS BÁSICOS Y ARQUITECTURA. [Consulta: 15 de abril 2020]. Disponible en: <http://netblork.blogspot.com/2018/10/sd-wan-conceptos-basicos-y-arquitectura.html>



donde se mantiene un esquema de MPLS y SD-WAN dependiendo de cada dominio donde se garantice la continuidad de los datos y su seguridad.

Figura 10 Esquema de trafico



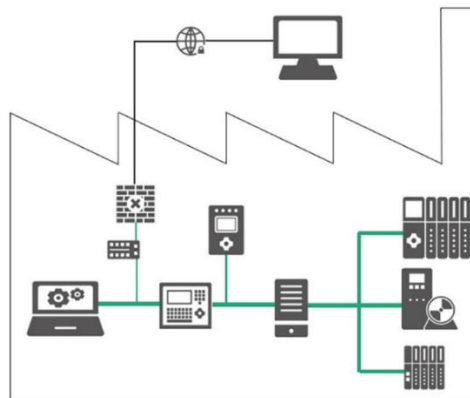
Fuente:

[https://static.wixstatic.com/media/9a74e5\\_cbff0427fa444308b84b67480e869d40~mv2.png/v1/fill/w\\_1000,h\\_455,al\\_c,usm\\_0.66\\_1.00\\_0.01/9a74e5\\_cbff0427fa444308b84b67480e869d40~mv2.png](https://static.wixstatic.com/media/9a74e5_cbff0427fa444308b84b67480e869d40~mv2.png/v1/fill/w_1000,h_455,al_c,usm_0.66_1.00_0.01/9a74e5_cbff0427fa444308b84b67480e869d40~mv2.png)

En varias redes se puede evidenciar diferentes dispositivos que son clasificados tradicionales y que no tienen compatibilidad con otras tecnologías, u otros que son clasificados como híbridos los cuales manejan diferentes esquemas protocolos y se integran con diferentes tecnologías sin afectar la seguridad de los datos ni el transporte de los mismo. Los equipos tradicionales por lo general son conmutadores/enrutadores donde sus esquemas de seguridad no son eficientes.

Como se observa en la Figura 11 donde una red tradicional nos muestra una seguridad básica y donde no se garantiza continuidad de los datos frente a una falla.

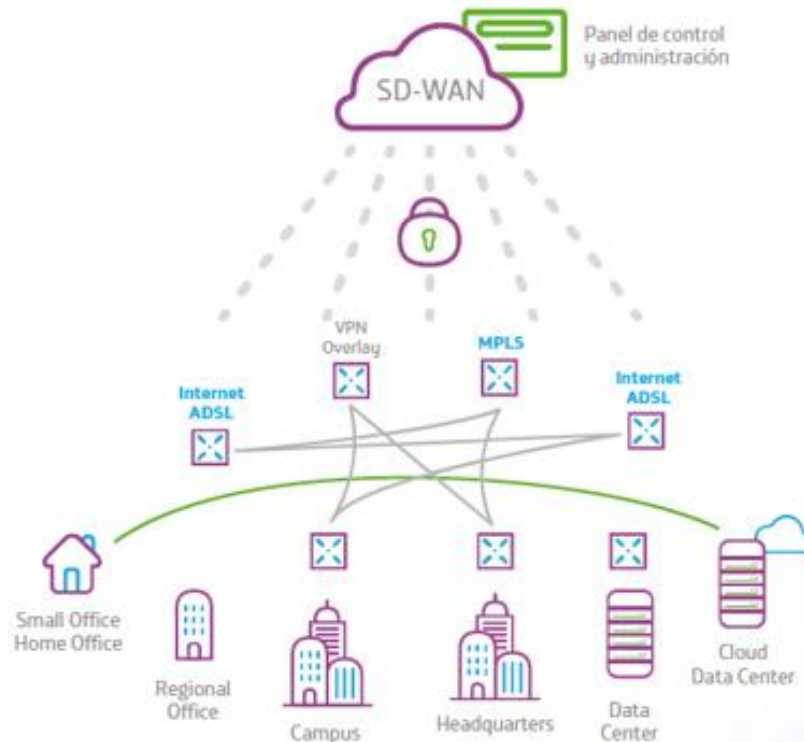
Figura 11 Diseño de red tradicional



Fuente: [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0021/5852/6546/files/1\\_large.png?v=1552965143](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0021/5852/6546/files/1_large.png?v=1552965143)

En la Figura 12 se evidencia de manera detalla como toda la red converge aplicando seguridad a cada uno de los enlaces y donde la integridad de los datos siempre se garantiza su seguridad a través de las VPNs llegando a su destino por las múltiples conexiones.

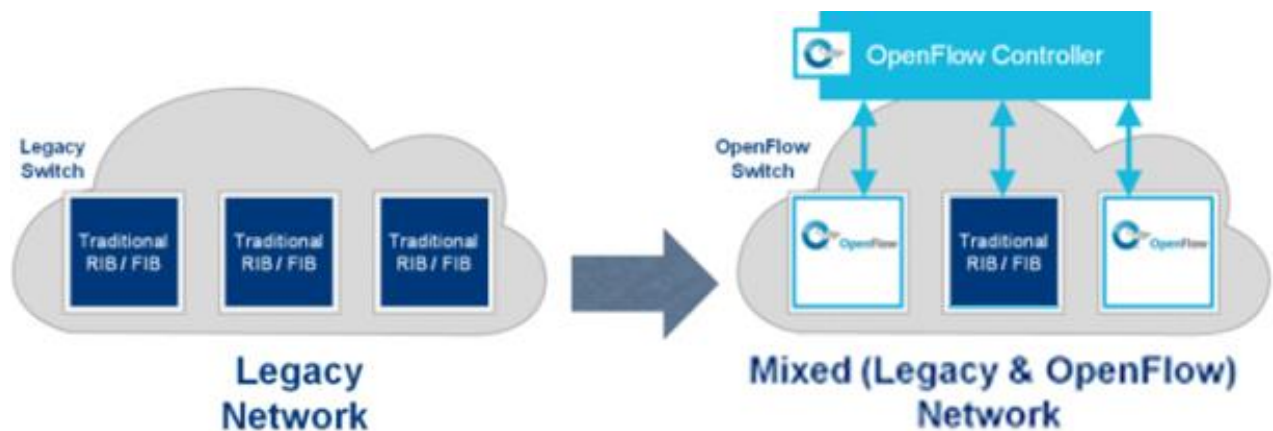
Figura 12 Diagrama convergencia SD-WAN



Fuente: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTpd2IfO-nA3KXj7If9S-oDp2XzBHT\\_anubuPkNrEeHyX20j108](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTpd2IfO-nA3KXj7If9S-oDp2XzBHT_anubuPkNrEeHyX20j108)

Implementación **Greenfield**. Cuando realizamos en un esquema de SD-WAN se tiene que contemplar si está basada bajo una red MPLS en producción y así determinar cómo se actualiza está a SD-WAN, para así modificar el esquema de control de cada uno de los equipos que se conectan a través del agente OpenFlow como se puede visualizar en la Figura 13, donde la gestión sea destinada hacia el orquestador.<sup>31</sup>

Figura 13 Migración de red MPLS a SD-WAN

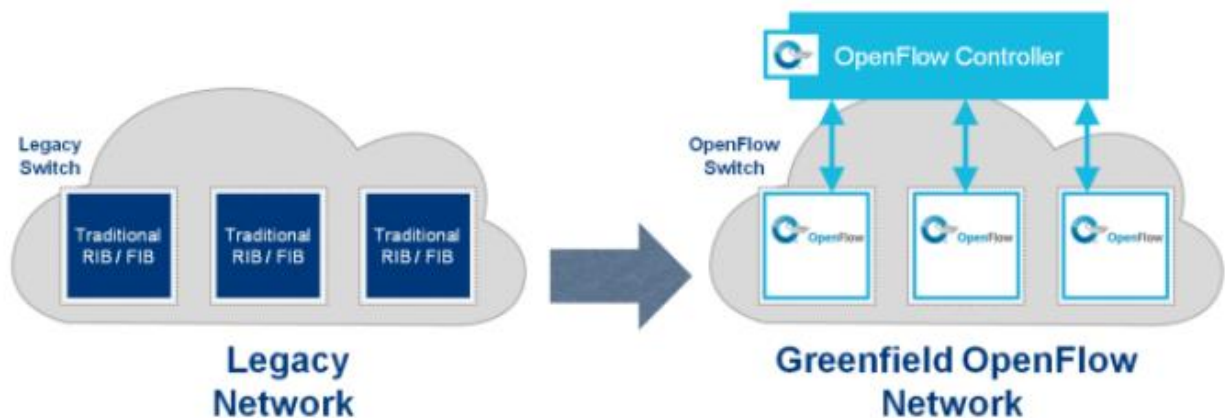


Fuente: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcSSqZnI9kOUV8jwPajd3UexMLkDHNs4-h6ZLCtaue41ipFxLIKN>

<sup>31</sup> QUINTA CONFERENCIA NACIONAL DE COMPUTACIÓN, INFORMÁTICA Y SISTEMAS. (ISBN: 978-980-7683-03-6, 2017 OCTUBRE, 18, Ciudad Guayana, Venezuela). Lineamientos para el Despliegue de Redes SDN/OpenFlow. Universidad Católica Andrés Bello, 2017. 72p.

En cambio, en un escenario **mixto** la migración se estima que los equipos de las sedes finales cuentan con equipos tradicionales, los cuales se tendrán que configurar para poder realizar la comunicación a través de las VPNs y los agentes de OpenFlow para que estas puedan coexistir mientras se cambian los dispositivos. El diagrama de tipo lógico se observa en la Figura 14. Esta es una medida temporal para poder intercambiar información de cada una de las sedes a través del orquestador.

Figura 14 Migración a red Mixta



Fuente: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcSSqZnI9kOUV8jwPajd3UexMLkDHNs4-h6ZLCtaue41ipFxLIKN>

Lo cierto es que cada una de las perspectivas si son mixtos e híbridos se puede contemplar por fases. En todas las situaciones las migraciones se contemplan para que este en un solo dominio de red y estas puedan converger sin novedad por las VPNs, una de las grandes ventajas de migrara a este modelo de SD-WAN son los servicios que se pueden habilitar, aplicaando esquemas de seguridad a todos los datos y aplicaciones que pasan por la red, desplegar actualizaciones automáticas y configuraciones de manera masiva desde el orquestador.

## 7.2. TIPOS DE ESQUEMAS DE ARQUITECTURA EN LA RED

Los posibles escenarios que se pueden presentar en las implementaciones de las diferentes sedes se categorizan en cuatro escenarios: sedes remotas de clientes, Data center, proveedores de servicios y centros de servicios. Cada una de las categorías tiene características las cuales cabe resaltar y mencionar de manera detallada.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> QUINTA CONFERENCIA NACIONAL DE COMPUTACIÓN, INFORMÁTICA Y SISTEMAS. (ISBN: 978-980-7683-03-6, 2017 OCTUBRE, 18, Ciudad Guayana, Venezuela). Lineamientos para el Despliegue de Redes SDN/OpenFlow. Universidad Católica Andrés Bello, 2017. 72p.

- Sedes remotas clientes están compuestas por varias sedes, cada una de ellas componen un rack de comunicaciones y este se conecta a su vez con un nodo de interconexión con el proveedor ISP. Las sedes de cada cliente tienen conexiones hacia una MPLS y salidas a Internet/WAN. En muchos casos, las interconexiones están segmentadas de manera lógica para dar servicios a cada una de ellas, y donde la administración de los servicios de TI por lo general está no son aplicados de la manera correcta.
- Los Data Center al prestar un servicio como el de SD-WAN da muchos beneficios enormes a sus clientes garantizando la continuidad del servicio, y dando beneficios que actualmente no se tienen con las tecnologías tradicionales como lo es balanceo de tráfico aprovechando los diferentes enlaces de internet, mejoramiento de comunicación y seguridad sobre las diferentes aplicaciones de las empresas y el cifrado de información a través de las VPNs. El Data Center da la posibilidad de migrar recursos informáticos de manera física a un esquema virtual dando la posibilidad de mejorar recursos de ser necesario sin necesidad de cambiar equipos físicos, mejora el mantenimiento y recuperación ante algún desastre. En definitiva, cuando los Data Center por alguna circunstancia se requiere que se muevan exige algún cambio en la red y esto puede afectar la integridad de los datos, pero al tener en su arquitectura y en la de sus clientes equipos con tecnología que soporta SD-WAN ayuda frente a esta necesidad.
- Los proveedores de servicio pueden dar variedad en cada una de las arquitecturas y servicios que ofrecen según sea la necesidad de los clientes, cada escenario planteado en una arquitectura en donde las empresas por su infraestructura y negocio no contemplan todas las opciones de seguridad que se requieren en una compañía, algunos proveedores solo dan un tema de conectividad mediante una conexión celular sin garantizar la seguridad de los datos. En la actualidad los proveedores ofrecen despliegues a sus clientes mediante SD-WAN dando mejores servicios sobre los enlaces de internet y dando una mayor seguridad de los datos al igual que una administración de los recursos sobre las aplicaciones.
- Los centros de servicios pueden variar según el tamaño, en la gran mayoría todos los recursos de la red se interconectan de manera física o virtual a través de las subredes que la componen, teniendo en cuenta el almacenamiento y la seguridad en la red y la seguridad de los datos como el balanceo de carga de los mismos. Los requisitos para la adecuación de SD-WAN pueden variar, pero los servicios y la seguridad de los datos en las aplicaciones son de gran importancia para este tipo de esquema.

### **7.3. TIPOS DE ARQUITECTURA SD-WAN**

Los proveedores de SD-WAN ofrecen varios tipos generales de arquitectura SD-WAN, a saber, basados en instalaciones, basados en MPLS y basados en Internet.

Cada tipo de arquitectura variará en costo y beneficios, y mientras que algunos pueden ser más apropiados para un tipo específico de negocio, cada arquitectura ofrece la misma solución y capacidades, las cuales se pueden observar en el Capítulo 8.4.

### **7.4. ARQUITECTURA SD-WAN BASADAS EN INSTALACIONES FÍSICAS**

Implican un dispositivo o caja (esencialmente un enrutador plug'n play), que realiza la configuración del tráfico en tiempo real en cada sitio, es decir, localmente para lograr la funcionalidad SD-WAN, pueden ser soluciones rentables para empresas más pequeñas y localizadas.

Este tipo de arquitectura se usa cuando la compañía no utiliza aplicaciones en la nube, porque agregar la habilitación de la nube aumentará los costos, innecesariamente. Una configuración común es mantener una red MPLS (mucho más pequeña) para aplicaciones en tiempo real (es decir, voz, video o escritorio virtual), y utilizar la Internet pública (controlada por SD-WAN) para todo lo demás.

#### **Beneficios:**

- Costes de ancho de banda de habilitación de nube SD-WAN mensuales más bajos o más bajos.
- Equilibrio de carga multi-circuito / ISP.
- Conformación del tráfico en tiempo real, mejorando el rendimiento de todas las aplicaciones WAN.
- Mejor recuperación de desastres (DR), al tener una mejor copia de seguridad de conectividad.

### **7.5. ARQUITECTURA SD-WAN BASADAS EN MPLS VIRTUALES**

Incluyen múltiples dispositivos ubicados en los puntos finales de la red. Estas soluciones crean una red IP virtual entre los dispositivos propiedad del proveedor, lo que les permite controlar los paquetes de red de un extremo a otro.

Si bien el tráfico de WAN puede atravesar la red troncal privada del proveedor de SD-WAN, se garantiza que mantendrá bajos niveles de latencia, pérdida de paquetes y fluctuaciones, mejorando el rendimiento de todo el tráfico de red, particularmente el tráfico en tiempo real como voz, video y escritorio virtual. La red troncal también está conectada directamente con los principales proveedores de aplicaciones en la nube (es decir, Office

365, AWS, etc.), lo que, al igual que la arquitectura anterior, aumenta el rendimiento y la confiabilidad de esas aplicaciones.

Mejor ajuste para compañías que ejecutan gran cantidad de aplicaciones de red en tiempo real, que desean eliminar completamente su red MPLS (para reducir los costos), pero no quiere que su tráfico en tiempo real se desplace al 100% a través de la Internet pública (por temor a una alta latencia, paquetes pérdida y jitter).

#### **Beneficios:**

- El tráfico de WAN se desplaza principalmente en una red troncal privada, mejorando el rendimiento de todas las aplicaciones de red, especialmente las aplicaciones en tiempo real.
- Cloud gateways, mejorando el rendimiento y fiabilidad de las aplicaciones en la nube.
- Equilibrio de carga multi-circuito / ISP.

#### **7.6. ARQUITECTURA SD-WAN BASADAS EN INTERNET**

Utilizan múltiples dispositivos en cada ubicación del cliente, utilizando conexiones públicas de Internet de proveedores elegidos por el cliente. El cliente paga para que una parte de sus conexiones de Internet sea SD-WAN.

En una arquitectura SD-WAN habilitada para la nube, la solución ofrece una caja SD-WAN en el sitio que se conecta a una puerta de enlace (virtual) en la nube. Con esta arquitectura, se obtiene, configuración de tráfico en tiempo real, balanceo de carga de múltiples circuitos, además de un mayor rendimiento y confiabilidad de sus aplicaciones en la nube.

La puerta de enlace de la nube está conectada en red directamente a los principales proveedores de la nube (es decir, Office 365, AWS, Salesforce, etc.), lo que se traduce en una mejora general del rendimiento de aplicaciones en la nube y si el circuito de Internet falla, la puerta de enlace puede mantener una sesión en la nube activa, SD-WAN puede redirigir su aplicación en la nube de forma instantánea al circuito de Internet alternativo de la compañía, evitando la interrupción de una sola sesión.

Compañías que ejecutan aplicaciones en la nube de renombre, como Office 365, AWS, Drop Box, Azure, Salesforce, etc. Una configuración común es tener aplicaciones internas en tiempo real que se ejecutan en una pequeña red MPLS y tener aplicaciones en la nube, corriendo sobre la Internet pública, controlada por una SD-WAN.

## **7.7. CONFIGURACIÓN SD-WAN**

### **7.7.1. Uso de SD-WAN en VPN**

Cómo SD-WAN carga de forma dinámica la aplicación de los flujos compartidos y transportados a través de una o más VPNs redundantes. Cuando la calidad de la sonda las métricas para una VPN están por debajo de los requisitos de rendimiento de la aplicación, o si hay un fallo completo de una de las conexiones a Internet, los flujos de la aplicación pueden recuperarse automáticamente a través de otro camino.

El requisito clave para el equilibrio de carga SD-WAN es que el sitio (sucursal) tiene VPN redundante y las conexiones a otro lugar (sede central). Es posible cargar el tráfico de balance a través de dos enlaces que utilizan características como el multirruta de igual costo (ECMP) flujos de tráfico a través de múltiples enlaces, es efectivo, siempre y cuando los enlaces estén operativos, asume que el algoritmo de hash será dar como resultado una distribución uniforme del tráfico a través de múltiples enlaces y el enrutamiento basado en políticas (PBR) permite configurar ciertos tipos de tráfico para usar un enlace en particular según el tipo de aplicación, brindando la habilidad para decidir qué enlace debe utilizar, sin embargo, PBR solo no puede tener en cuenta las métricas de rendimiento actuales de cada enlace.

### **7.7.2. Componentes De Equilibrio De Carga Sd-Wan**

El equilibrio de carga SD-WAN utiliza la capacidad de PBR para enrutar el tráfico según un tipo de aplicación, cambiando dinámicamente la ruta de enrutamiento de una aplicación basada en la actual métrica de rendimiento de cada enlace. Esto significa que el tráfico VoIP de alta prioridad se puede configurar de modo que siempre se prefiere el enlace de latencia más baja. Si el enlace actual ya no cumple con el rendimiento requisitos, el tráfico se cambiará a otro enlace que cumpla con los requisitos.

Esto significa que SD-WAN le permite a una compañía comprar varios enlaces WAN de menor costo para la sucursal ubicaciones de oficinas (por ejemplo, servicios de Internet de nivel residencial) de múltiples ISP. Esto te permite lograr niveles de servicio similares proporcionados por un solo enlace MPLS con un ancho de banda dedicado a un precio más reducido.

Hay dos partes clave para el equilibrio de carga SD-WAN. La primera es la habilidad para que cada enlace sea por mediciones de desempeño monitoreadas y en tiempo real reunidas. Esto se hace configurando una sonda que enviará paquetes ICMP a través de cada enlace y medirá la latencia, la fluctuación de fase y la pérdida de paquetes de cada enlace. La segunda parte es configurar las rutas por aplicación junto con sus requisitos de rendimiento, el enrutador monitorea continuamente las métricas de rendimiento en tiempo real y elige el mejor enlace para utilizar para cada aplicación basada en las métricas de enlace actuales.



## **8. FASE3: VENTAJA DE IMPLEMENTACIÓN EN LAS COMPAÑÍAS**

Si bien la WAN heredada ha tenido su lugar como una solución de negocios, ya no es viable debido a los grandes costos, por el rendimiento degradado de la nube y la agilidad limitada. SD-WAN propone una solución más eficiente donde se brinda una conexión segura de los datos y optimizando los servicios de backbone global y seguridad integrada.<sup>33</sup>

### **8.1. Costos reducidos de WAN**

En la actualidad un canal contratado sobre una MPLS es costoso. El servicio de MPLS es significativamente mayor porque son canales contratados con un ancho de banda definido contra el ISP y en donde se está garantizando unos ANS (Acuerdos de servicios), donde este servicio protege los datos de las compañías sin optimizar los servicios que pasan por este canal. Sin embargo, los costos de la implementación de una MPLS no son el resultado de cargos de ancho de banda significativamente más altos. Sino que el aprovisionamiento de un enlace MPLS a menudo lleva semanas o meses, mientras que una implementación comparable de SD-WAN a menudo se puede completar en días. En los negocios, el tiempo es dinero, y eliminar la WAN como un cuello de botella puede ser una gran ventaja competitiva.

### **8.2. Rendimiento WAN mejorado**

SD-WAN genera un mayor rendimiento de tráfico de aplicaciones donde se prioriza el flujo de los datos crítico para la empresa sin dejar de lado la seguridad de cada uno de los datos, uno de los servicios más críticos para compañías es la Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) este tipo de tráfico es definido con políticas las cuales de manera automática por SD-WAN busca la ruta más eficiente. Este tipo de conexiones confiables generan un alto rendimiento en los equipos de TI de esta manera ayuda a reducir la pérdida de paquetes y soluciona los problemas de latencia que se pueden presentar, mejorando así productividad de los empleados.

### **8.3. Simplificación Escala de conectividad en la empresa**

Al tener una conexión centralizada de SD-WAN<sup>34</sup>, permite una administración sobre la seguridad que se debe de implementar de los datos que son generados por la compañía, estos datos dan un mayor enfoque sobre el estándar de políticas que se pueden aplicar a diferentes sedes de manera automática de acuerdo con la prioridad de que la compañía

---

<sup>33</sup> GlobalDots. Principales beneficios comerciales de SD-WAN. Seguridad de red mejorada. [Sitio web]. Londres: GlobalDots. [Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.globaldots.com/blog/top-business-benefits-of-sd-wan>

<sup>34</sup> CISCO. SD-WAN. [Sitio web]. Miami, Florida: Cisco. [Consulta 28 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/index.html#~benefits>

desea, para tener este tipo de servicio se debe contar con varios requisitos que se mencionaran a continuación:

Condiciones a tener en cuenta para la red SD-WAN

Al momento de una implementación sobre un esquema de SD-WAN, se debe de crear una arquitectura definida de red, donde se estime la administración de cada una de las conexiones mediante el orquestador definido a través de software y en donde las empresas requieren tener los siguientes recursos:

- **Administración Centralizada** se realiza a través de una consola alojada en la nube (Internet), donde se tiene una vista más completa sobre la conectividad y la infraestructura de la red, desde una WAN híbrida de las diferentes dependencias de la compañía, en diferentes entornos en la nube como conexiones LAN donde la conexión se garantiza al usuario final.
- **Seguridad** las redes SD-WAN aportan a la conectividad de las compañías dando un cifrado al tráfico en la red y generando una segmentación de la misma, adicionalmente le permiten contar con un sistema centralizado y aprovisionado con características que ayudan a la administración teniendo una mejor visibilidad en el control de su WAN y cifrando los datos a la NUBE.
- **Rendimiento** que se obtiene al desplegar SD-WAN, proporciona un gran rendimiento sobre las aplicaciones y esta da al usuario final una mejor percepción sobre la interacción en las diferentes herramientas que consulta en la red. Una de las garantías que ofrece SD-WAN es la disminución de variaciones y tiempos sobre las redes garantizando un mejor camino que no presente latencia o pérdida de paquete.
- **Conexión** El tipo de arquitectura que se puede desplegar en las compañías por medio de SD-WAN, es propicio por que cuenta con una amplia cobertura geográfica lo que permite garantizar mayores velocidades en la comunicación entre diferentes sedes asociadas a la compañía y brindado mayor seguridad en los archivos de gran importancia para la compañía.  
La tecnología da una mayor eficiencia sobre IT permitiendo la automatizar, dando garantía sobre los enlaces de manera más confiable y un ahorro sobre los proyectos que estén relacionados con el IoT.
- **Escalabilidad** una de las ventajas más importantes que ofrece SD-WAN, es que a medida que las organizaciones van creciendo, estas se adaptan a esa necesidad ofreciendo flexibilidad en las conexiones híbridas con su antecesor la MPLS. Con los incrementos en el tráfico, algunas aplicaciones se pueden migrar a la nube o reorganizar su SD-WAN. Las redes definidas por Software SD-WAN puede

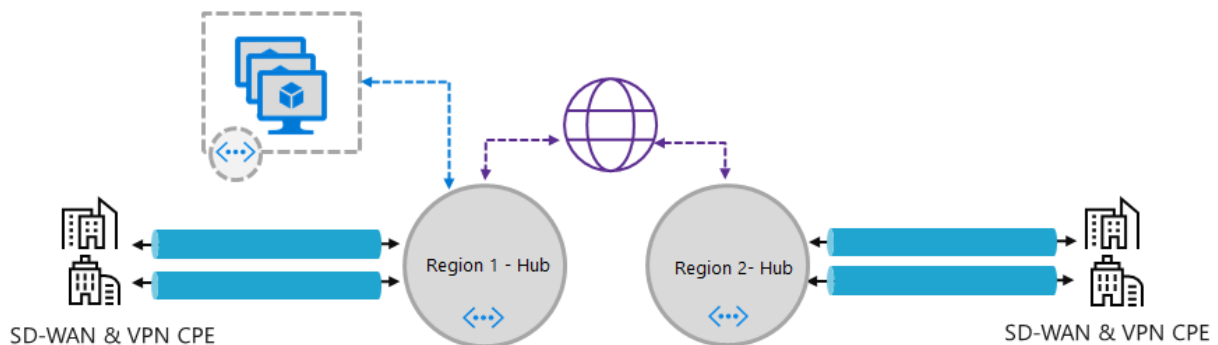
configurarse de la mejor manera a la cual se adapte la infraestructura presente en la compañía.<sup>35</sup>

#### 8.4. Oportunidad de las compañías con SD-WAN

Al definir tener una arquitectura sobre redes definidas por software, como es SD-WAN es un punto clave para aprovechar todos los benéficos que otorga. Cada empresa desea aprovechar las diferentes ventajas que ofrece como lo es la agilidad en los procesos, el mejoramiento de la seguridad, la confiabilidad, el alto rendimiento de la conexión y la reducción de costos. Todo esto conlleva a una adaptación de los cambios digitales actuales. Con los objetivos que trae consigo las tecnologías SD-WAN es permitir una conexión WAN del tipo empresarial, brindando seguridad de manera simple, teniendo un entorno de red híbrida donde está habilitada para comunicación con los diferentes cloud y escenarios que se observan a continuación con las tecnologías abiertas basadas en software.

**On-Prem SD-WAN:** El despliegue de una solución SD-WAN en las premisas del cliente es una de las soluciones más asequibles que otras arquitecturas, debido que esta permite solo establecer conexiones entre diferentes sitios remotos y no servicios alojados solo en la nube. este tipo de solución es muy aplicada por las compañías que tiene conservan sus aplicaciones en las instalaciones de manera local, como se puede ver en detalle en la Figura 15.<sup>36</sup>

Figura 15 On-Prem SD-WAN



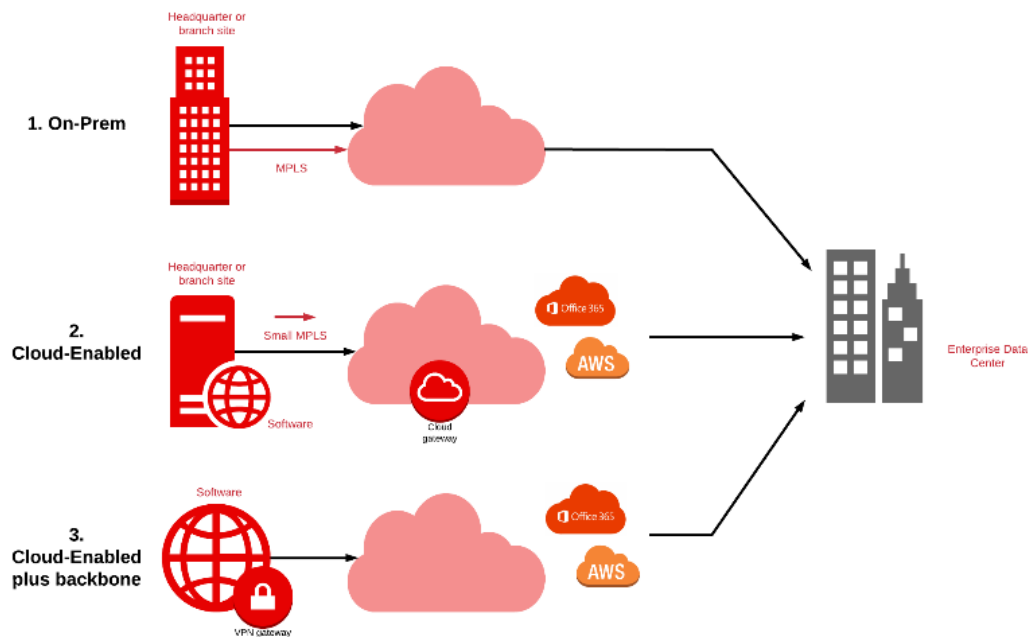
Fuente: <http://techgenix.com/tgwordpress/wp-content/uploads/2018/08/azure-virtual-wan.png>

<sup>35</sup> Taiga Consulting. Razones para implementar el SD-WAN en su empresa. Escalabilidad. [Sitio web]. Panama: Taiga Consulting. [Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.taiga-consulting.com/blog/razones-sd-wan>

<sup>36</sup> GlobalDots. Principales beneficios comerciales de SD-WAN. On-Prem SD-WAN. [Sitio web]. Londres: GlobalDots.[Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.globaldots.com/blog/top-business-benefits-of-sd-wan>

**Cloud-Enabled SD-WAN:** Es definida como una solución de SD-WAN donde se conectan diferentes puertos de enlace por medio de un canal de Internet es una opción que se implementa en medianas y grandes empresas, donde se realiza una comunicación con las diferentes aplicaciones en la nube. De esta manera hace que la red tenga un mayor acceso y una seguridad sobre los datos, las redes por software como lo es SD-WAN integra de manera más ágil todas las aplicaciones nativas en la nube.<sup>37</sup>

Figura 16 Cloud-Enabled SD-WAN



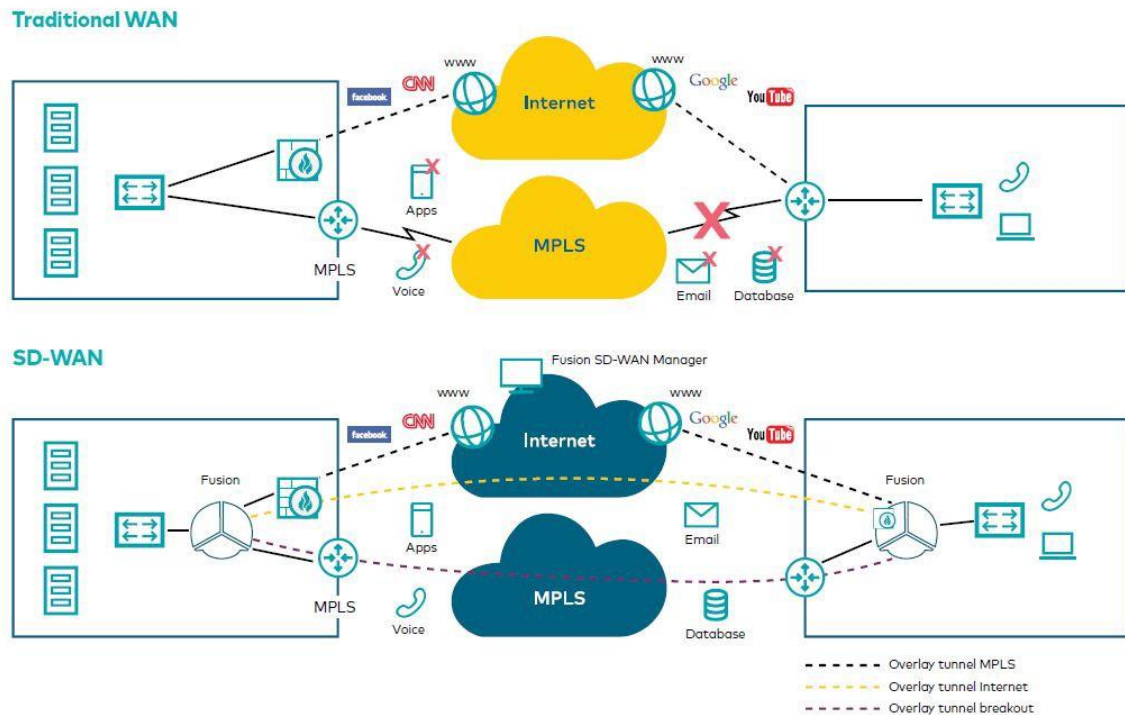
Fuente <https://www.apcela.com/wp-content/uploads/2018/11/SD-WAN-Graphic.png>

**Cloud-Enabled plus Backbone:** La tercera solución a nivel de arquitectura de SD-WAN donde esta pretende tener una solución de backbone en la nube, donde en cada una de las compañías se conectan con el punto de presencia (POP) más cercano para que el tráfico que sea redirigido por medio de una red troncal privada (Segura) del proveedor ISP. Este tipo de red troncal privada global proporciona baja latencia garantizando calidad de servicio, evitando fluctuación y pérdida de paquetes. Se garantiza la seguridad en aplicaciones y el rendimiento de la conectividad, donde es de gran provecho por las aplicaciones en tiempo real. También se puede ver que en modelo anterior da una

<sup>37</sup> Apcela. Arquitectura SD-WAN: Consideraciones de diseño para rendimiento y seguridad. Cloud-Enabled. [Sitio web]. New York: Apcela. [Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.apcela.com/blog/what-is-sdwan-architecture/>

conectividad más segura los diferentes proveedores de aplicaciones como lo son Office 365, AWS y Salesforce las cuales están en la nube.<sup>38</sup>

Figura 17 Cloud-Enabled SD-WAN plus Backbone



Fuente <https://www.globaldots.com/hs-fs/hubfs/topbenefits-sd-wan-graph.jpeg?width=1023&name=topbenefits-sd-wan-graph.jpeg>

Como se pudo ver anteriormente se tiene diferentes opciones de conectividad sobre redes definidas por software como SD-WAN, el tipo de solución se define de acuerdo con la necesidad de las compañías y la mejor opción sobre la seguridad de los datos que desee implementar al igual que su conectividad.

<sup>38</sup> Apcela. Arquitectura SD-WAN: Consideraciones de diseño para rendimiento y seguridad. Backbone habilitado para la nube más. [Sitio web]. New York: Apcela. [Consulta 30 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.apcela.com/blog/what-is-sdwan-architecture/>

## 9. CONCLUSIONES

- Al dimensionar una migración sobre de SD-WAN, se debe de tener en cuenta ciertos aspectos técnicos de la red tradicional. Y como esta cambia a un modelo de redes por Software donde ofrece mayor seguridad y continuidad de las comunicaciones, disminuyendo horas de despliegue sobre los dispositivos dependiendo el tipo de red implementada para ser gestionada de manera remota, y donde se garantiza una implementación de manera oportuna y ágil.
- SD-WAN es una solución integrada donde no solo se estima conectividad y centralización de equipos, se contempla toda la seguridad de los datos y aplicaciones de las empresas que realicen un despliegue sobre SD-WAN. Este tipo de implementación se puede garantizar por medio de perfiles de seguridad, tipos de accesos y registros validos sobre las aplicaciones a consultar. Teniendo en cuenta los parámetros de red que sean óptimos para el envío y recepción de información.
- Si bien evidenciamos que una red MPLS es una solución para las compañías sobre la seguridad de los datos, estas no prestan las mismas ventajas de implementación que ofrecen las redes por software como SD-WAN, debido que se realizan despliegues de manera ágil y soluciones escalables que ofrecen mayor seguridad sobre la información haciendo un balanceo de tráfico y garantizando continuidad del servicio sin importar el proveedor ISP que se tenga contratado.
- Una de las mayores desventajas que tienen las redes tradicionales son la degradación de sus enlaces ocasionando pérdidas paquetes y saturación sobre los enlaces, al presentar este tipo de afectación las acciones recaen sobre el personal de comunicaciones y es donde se ve afectado el servicio, la seguridad de la información, entre otros. Con SD-WAN se supera este tipo de situaciones ya que realiza verificación de los canales que estén con mejores condiciones para él envío de información, permitiendo escalar a los proveedores las fallas de los enlaces y de esta manera no se ve afectada la seguridad de los datos que transitan por las VPNs.
- Los benéficos que las compañías han visto sobre SD-WAN que no pueden ofrecer las redes tradicionales, son los crecimientos y mejoras que sean necesarios sobre su infraestructura sin afectar la seguridad de los datos esto a causa de que no

están limitados a factores geográficos como lo son las conexiones tradicionales a cierto tipo de empresas, SD-WAN puede implementarse a compañías pequeñas, medianas y grandes empresas que deseen mejorar su seguridad y calidad de servicio sobre sus aplicaciones.

- Las diferentes estrategias que son determinadas para la elección de una arquitectura adecuada están ligadas a diferentes factores como son, los económicos, seguridad, rendimiento de equipos entre otros. Sin importar la solución desplegada en la compañía esta nos ofrecerá la combinación de todo como lo es seguridad, balanceo y disponibilidad de servicio en un esquema de SD-WAN. Es un punto de gran importancia donde se determina el cambio de tecnología para no quedar relegado frente a otras compañías en soluciones de seguridad y conectividad teniendo en cuenta una reducción de gastos frente a conexiones tradicionales.

## **10. RECOMENDACIONES**

Para mejorar la seguridad, calidad y manejo de tráfico en las conexiones que disponen las compañías, es recomendable evaluar diferentes alternativas del mercado para la implementación de nuevos servicios que estén a la vanguardia y permitan establecer políticas de seguridad y reglas de negocio claras.

Es importante analizar la carga y el balance del tráfico a través de múltiples enlaces de enrutamientos para la seguridad en la red (Internet), la distribución de SD-WAN debe permitir que equipos en diferentes sedes geográficas puedan interoperar y parametrizar de manera centralizada las políticas de seguridad.

Se recomienda revisar los costos antes de la implementación de SD-WAN, pensando en el futuro y el crecimiento al se proyectan las compañías para cambiar de modelos tradicionales a manejo de seguridad y capacidad desde la nube.

Es recomendable comprobar como las compañías en el área de telecomunicaciones logran mejorar la conectividad mediante diferentes herramientas en la nube sin afectar los procesos, seguridad y la prestación de sus servicios.

También se recomienda revisar las alternativas que brindan diferentes fabricantes y proveedores del servicio de SD-WAN para valorar las tecnologías y protocolos de seguridad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Cisco. (2019). Soluciones Arquitectura de red digital de Cisco (ADN de Cisco). SD-WAN - WAN definida por software. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>
2. Riverbed. (2019). Que es SD-WAN. <https://www.riverbed.com/faq/what-is-sd-wan.html>
3. Brianna Boudreau. (26 de julio de 2016). <https://blog.telegeography.com/what-is-sdwan-how-to-use-sd-wan-in-your-network>
4. Silver peak. (2019). SD-WAN explicado. <https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>
5. Networkworld. Brandon Butler. (20 de junio de 2017) <https://www.networkworld.es/networking/sdwan-que-es-y-por-que-lo-va-a-usar>
6. LacCitrix. (2019). Qué es SD-WAN o WAN definida por software. <https://lac.citrix.com/glossary/sd-wan.html>
7. Oracle. (2019). Arquitectura SD-WAN. [https://www.talari.com/glossary\\_faq/sd-wan-architecture](https://www.talari.com/glossary_faq/sd-wan-architecture)
8. Sdxcentral. ( ). Lo esencial de la arquitectura SD-WAN: Ventajas y opciones. <https://www.sdxcentral.com/networking/sd-wan/definitions/essentials-sd-wan-architecture>
9. Networkworld. Mike C. Smith, colaborador, red mundial. (25 de agosto de 2017). Los 3 tipos de arquitectura SD-WAN. <https://www.networkworld.com/article/3219653/the-3-types-of-sd-wan-architecture.html>
10. DZone. Cengiz Gencer. (14 de mayo de 2018). Arquitectura SD-WAN. <https://dzone.com/articles/sd-wan-architecture>

## REFERENCIA

1. C&WNetworks.[Sitio web]. NORTH AMERICA:C&WNetwork. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en:<https://www.cwnetworks.com/colombia/portfolio/mpls/>.
2. OPTICAL NETWORKS. [Sitio web]. Perú:Optical Networks. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.optical.pe/que-es-una-red-mpls/>
3. CISCO. [Sitio web]. Ciudad de México: Cisco, Redistribución de protocolos de ruteo. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html)
4. Lopez Gozales, Unai. Diseño de una red privada virtual usando una red MPLS. Trabajo de grado Sistemas de Telecomunicaciones [en línea]. Universidad Politécnica de Madrid, 2017. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en:  
5. [http://oa.upm.es/49980/1/PFC\\_UNAI\\_LOPEZ\\_GONZALEZ.pdf](http://oa.upm.es/49980/1/PFC_UNAI_LOPEZ_GONZALEZ.pdf)
6. Benito, Ivan. Los 6 mejores VPN para PC (Windows 10). Información [en línea].2020, enero- mayo. [Consulta: 23 de febrero 2020]. Disponible en: <https://algotremas.com/los-3-mejores-servicios-de-vpn-para-pc-windows/>
7. CISCO. [Sitio web]. Colombia: Cisco, Seguridad para redes empresariales. [Consulta: 23 de febrero 2020]. ¿Disponible en:[https://www.cisco.com/c/es\\_co/solutions/enterprise-networks/enterprise-network-security/index.html?CCID=cc000009&OID=0&DTID=psegg1000015&POSITION=SEM&COUNTRY\\_SITE=co&CAMPAIGN=sc-00&CREATIVE=CO\\_SEM\\_SEC\\_Security-SPA\\_PM\\_NB\\_RLSA-GGL\\_0\\_All-Visitors\\_Targeting\\_MLT-Seguridad-en-Redes&REFERRING\\_SITE=Google&KEYWORD=seguridad%20en%20redes&ds\\_rl=1261909&ds\\_rl=1261909&gclid=Cj0KCQjw9tbzBRDVARIsAMBplx\\_2qTnz9T7oHfqdWAq9YBNYd16QoMx4G11E0t9MCdpBp2q\\_lmyNtv4aAqjYEALw\\_wcB](https://www.cisco.com/c/es_co/solutions/enterprise-networks/enterprise-network-security/index.html?CCID=cc000009&OID=0&DTID=psegg1000015&POSITION=SEM&COUNTRY_SITE=co&CAMPAIGN=sc-00&CREATIVE=CO_SEM_SEC_Security-SPA_PM_NB_RLSA-GGL_0_All-Visitors_Targeting_MLT-Seguridad-en-Redes&REFERRING_SITE=Google&KEYWORD=seguridad%20en%20redes&ds_rl=1261909&ds_rl=1261909&gclid=Cj0KCQjw9tbzBRDVARIsAMBplx_2qTnz9T7oHfqdWAq9YBNYd16QoMx4G11E0t9MCdpBp2q_lmyNtv4aAqjYEALw_wcB)
8. Llega la adopción de SDN y SD-WAN [en Línea]. España: Network Management Megatrends, 2018 [Consulta: 23 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.networkworld.es/networking/llega-la-adopcion-de-sdn-y-sdwan>
9. CISCO. [Sitio web]. Miami, Florida: Cisco, What Is SD-WAN?.[Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en:<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>

10. VMWARE. [Sitio web]. México: VMWare, Qué es una red VMWare SD-WAN. [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.vmware.com/co/solutions/sd-wan.html>
11. Ochoa Brito, María Jesús. Características de las Redes Definidas por Software (SDN) para su Implementación en el Ecuador. SISTEMA DE POSGRADO
12. MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES [en línea]. UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, 2018. [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9748/1/T-UCSG-POS-MTEL-88.pdf>
13. Rubiano, Andres Augusto. Renovación tecnológica SD-WAN cliente corporativo. Trabajo de grado para obtener título de especialista en proyectos de telecomunicaciones. [en línea]. Universidad Santo Tomás Facultad de ingeniería de telecomunicaciones, 2018. [Consulta: 1 de marzo 2020]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14670/2018gerardodelgado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Blandón Gómez, Daniel Felipe. OPENFLOW: EL PROTOCOLO DEL FUTURO. trabajofinalpresentadoparaoptarporeltitulodeEspecialistaenTelecomunicaciones [en línea]. Universidad Católica de Pereira Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, 2013. [Consulta: 7 de marzo 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/14589122/OPENFLOW\\_EL\\_PROTOCOLO\\_DEL\\_FUTURO\\_Openflow\\_The\\_future\\_protocol](https://www.academia.edu/14589122/OPENFLOW_EL_PROTOCOLO_DEL_FUTURO_Openflow_The_future_protocol)
15. Rouse, Margaret. WAN definida por software (SD-WAN). profesionales de TI [en línea]. 2017, enero. [Consulta: 7 de marzo 2020]. Disponible en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/WAN-definida-por-software-SD-WAN>
16. Ecommerce. [Sitio web]. España: Ecommerce, Sistema Integral de gestión con Plataforma SaaS. [Consulta: 7 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.labelgrup.com/sistema-integral-gestion-plataforma-saas>
17. Marte, Tomas. Cómo funciona una SD-WAN. profesional ejecutivo del sector de tecnología de información y telecomunicaciones [en línea]. 2019, marzo. [Consulta: 10 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.tomasmarte.com/2019/03/26/como-funciona-una-sd-wan/>
18. 5nine. [Sitio web]. Estados Unidos: 5nine, sdn-vs-sd-wan [Consulta: 10 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.5nine.com/sdn-vs-sd-wan/amp/>

19. EpsilonTel. [Sitio web]. Barcelona: epsilonTel, BEGIN YOUR SDN JOURNEY WITH SD-WAN. [Consulta: 16 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.epsilonTel.com/blogposts/begin-your-sdn-journey-with-sd-wan/>
20. Impactotic.[Sitio web].Colombia: Impactotic, la disputa por llevar las redes inteligentes a las empresas en ColombiaSD-WAN. [Consulta: 18 de marzo 2020]. Disponible en: <https://impactotic.co/sd-wan-redes-inteligentes-en-colombia/><https://impactotic.co/sd-wan-redes-inteligentes-en-colombia/>
21. Luzardo, Iván. SD-WAN, la apuesta de C&W para mejorar la productividad empresarial. Comunicador social y periodista de la Universidad de La Sabana [en línea].2019, Octubre. [Consulta: 18 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.enter.co/especiales/empresas/sd-wan-cw-productividad-empresarial/><https://www.enter.co/especiales/empresas/sd-wan-cw-productividad-empresarial/>
22. CISCO.[Sitio web]. Miami, Florida: Cisco,SD-WAN Security At-a-Glance. [Consulta: 18 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/sd-wan/nb-06-sd-wan-secur-aag-cte-en.html>
23. Business Services. [Sitio web]. Los Angeles: Business Services, IDC MarketScape: Worldwide Communication Service Provider SD-WAN Managed Services 2018 Vendor Assessment. [Consulta: 25 de marzo 2020]. Disponible en: [https://www.orange-business.com/en/focus/sd-wan?gclid=CjwKCAjwg6b0BRBMEiwANd1\\_SJRPjwB-3-V4KiQhrBTQ7xCCigYYShW4Tr-nmq7dnQn-ECryLDj8TxoCZT8QAvD\\_BwE#IDCreport](https://www.orange-business.com/en/focus/sd-wan?gclid=CjwKCAjwg6b0BRBMEiwANd1_SJRPjwB-3-V4KiQhrBTQ7xCCigYYShW4Tr-nmq7dnQn-ECryLDj8TxoCZT8QAvD_BwE#IDCreport)
24. Business Services. [Sitio web]. Los Angeles: Business Services, SD-WAN - What is it and why your organisation might need it. [Consulta: 25 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.orange-business.com/en/blogs/sd-wan-what-it-and-why-your-organisation-might-need-it>
25. Field Engineer. [Sitio web]. New York: Field Engineer, Routing and Switching. [Consulta: 26 de marzo 2020]. Disponible en: <https://www.fieldengineer.com/skills/cisco-routing-and-switching-solutions-specialist>
26. ExterNetworks. [Sitio web]. North America: ExterNetworks, Service Level Agreement (SLA) Monitoring and Reporting. [Consulta: 1 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.extnoc.com/blog/service-level-agreement-monitoring-reporting>

27. Tecnopedia. [en línea]. New York, 2018, Wide Area Network (WAN). [Consulta: 1 de Abril 2020]. Disponible en: <https://www.techopedia.com/definition/5409/wide-area-network-wan>
28. Martello. [Sitio web]. New York: Martello, Ebook Game Changing SD-WAN Finding the Right SD-WAN Solution. [Consulta: 7 de abril 2020]. Disponible en: [https://martellotech.com/ebooks/finding-the-right-sd-wan-solution/?utm\\_source=AdWords&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Finding%20the%20Right%20SD-WAN%20Solution&utm\\_term=SD-WAN&gclid=CjwKCAjw-YT1BRAFEiwAd2WRtpijA13Blzna6ujjOS0-pSEAc5i0ZB2GaRixK6B3M-VGGIK-iRvLgRoCIXAQAvD\\_BwE](https://martellotech.com/ebooks/finding-the-right-sd-wan-solution/?utm_source=AdWords&utm_medium=cpc&utm_campaign=Finding%20the%20Right%20SD-WAN%20Solution&utm_term=SD-WAN&gclid=CjwKCAjw-YT1BRAFEiwAd2WRtpijA13Blzna6ujjOS0-pSEAc5i0ZB2GaRixK6B3M-VGGIK-iRvLgRoCIXAQAvD_BwE)
29. netify. [Sitio web]. New York: netify. How to create an effective list of SD WAN requirements. [Consulta: 15 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.netify.co.uk/learning/create-a-list-of-sd-wan-requirements>
30. JUNIPER. [Sitio web]. North America: JUNIPER. SLA Profiles and SD-WAN Policies Overview. [Consulta: 25 de abril 2020]. Disponible en: [https://www.juniper.net/documentation/en\\_US/cso4.0/topics/concept/cp-config-app-sla-profile-overview.html](https://www.juniper.net/documentation/en_US/cso4.0/topics/concept/cp-config-app-sla-profile-overview.html)
31. SD-WAN, qué ofrece el mercado. [en línea]. Artículos Técnicos. [Consulta: 25 de abril 2020]. Disponible en: <https://www.telequismo.com/2019/06/sd-wan-2.html/>
32. NETBLOGRK. [en línea]. North América. SD WAN, CONCEPTOS BÁSICOS Y ARQUITECTURA. [Consulta: 15 de abril 2020]. Disponible en: <http://netblork.blogspot.com/2018/10/sd-wan-conceptos-basicos-y-arquitectura.html>
33. QUINTA CONFERENCIA NACIONAL DE COMPUTACIÓN, INFORMÁTICA Y SISTEMAS. (ISBN: 978-980-7683-03-6, 2017 OCTUBRE, 18, Ciudad Guayana, Venezuela). Lineamientos para el Despliegue de Redes SDN/OpenFlow. Universidad Católica Andrés Bello, 2017. 72p.
34. QUINTA CONFERENCIA NACIONAL DE COMPUTACIÓN, INFORMÁTICA Y SISTEMAS. (ISBN: 978-980-7683-03-6, 2017 OCTUBRE, 18, Ciudad Guayana, Venezuela). Lineamientos para el Despliegue de Redes SDN/OpenFlow. Universidad Católica Andrés Bello, 2017. 72p
35. GlobalDots. Principales beneficios comerciales de SD-WAN. Seguridad de red mejorada. [Sitio web]. Londres: GlobalDots. [Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.globaldots.com/blog/top-business-benefits-of-sd-wan>

36. CISCO. SD-WAN. [Sitio web]. Miami, Florida: Cisco. [Consulta 28 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/index.html#~benefits>
37. Taiga Consulting. Razones para implementar el SD-WAN en su empresa. Escalabilidad. [Sitio web]. Panama: Taiga Consulting. [Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.taiga-consulting.com/blog/razones-sd-wan>
38. GlobalDots. Principales beneficios comerciales de SD-WAN. On-Prem SD-WAN. [Sitio web]. Londres: GlobalDots.[Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.globaldots.com/blog/top-business-benefits-of-sd-wan>
39. Apcela. Arquitectura SD-WAN: Consideraciones de diseño para rendimiento y seguridad. Cloud-Enabled. [Sitio web]. New York: Apcela. [Consulta 29 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.apcela.com/blog/what-is-sdwan-architecture/>
40. Apcela. Arquitectura SD-WAN: Consideraciones de diseño para rendimiento y seguridad. Backbone habilitado para la nube más. [Sitio web]. New York: Apcela. [Consulta 30 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.apcela.com/blog/what-is-sdwan-architecture/>

## ANEXOS

### Anexo A Formato RAE

|  |
|--|
| <b>Fecha de Realización:</b> 19/05/2020  |
| <b>Título:</b> SEGURIDAD EN SD-WAN REDES DE CONECTIVIDAD BASADAS EN SOFTWARE   |
| <b>Autor:</b> Montoya Arango Sandra Milena / Jiménez Ortega Robinson   |
| <b>Palabras Claves:</b> Infraestructura, Conectividad, Red, Wan, Código, Comunicaciones, Seguridad, Enrutar  |
| <p><b>Descripción:</b> En Colombia actualmente se ofrecen servicios sobre la seguridad de los datos a través de una MPLS (conmutación de etiquetas multiprotocolo), las cuales son conexiones físicas entre la empresa proveedora y el usuario final, basado en estándares para transmitir datos donde no se garantiza una alta continuidad de los datos si se presenta algún acto vandálico o disturbios de orden público sobre la infraestructura. De acuerdo al capítulo 1 del informe de gestión de sostenibilidad que entrego Tigo-UNE en el 2011 en Colombia el 70% de las mediana y grandes empresas cuentan con una conexión MPLS, de 1 o varios proveedores de Internet. De esta manera se les garantiza a las compañías un ancho de banda por el cual pueden dar seguridad a sus datos, video y voz, pero se no es garantía sobre la degradación de los servicios debido a las diferentes tecnologías que son implementadas en las diferentes regiones del país, este tipo de servicios aumentas los costos de la conectividad entre sedes hasta un 40%. Con el crecimiento acelerado de las nuevas aplicaciones y el alto tráfico en las redes, no es fortuito que las compañías busquen soluciones de manera óptima, donde se garantice la seguridad de los datos y la continuidad de sus negocios de forma eficiente.</p> <p><b>Problema de la investigación</b></p> <p>No cabe duda de que así aparece SD-WAN (Software en redes WAN)., como una tecnología basada en software que mejora el flujo de trabajo de internet, garantizando la conexión entre redes y transferencia de datos, mediante etiquetas que se comportan como alertas que ayudan a tomar decisiones en el reenvió de datos, ofreciendo así beneficios en los protocolos de capa de red y él envió de datos en un área geográfica enorme.</p> <p>Para precisar, SD-WAN proporciona conectividad a bajo costo porque no requiere un arrendamiento constante a los proveedores ISP (Proveedores de internet), brindando las mismas garantías de seguridad de los datos, de su antecesor la MPLS. Las nuevas tecnologías de comunicaciones han surgido por el cambio que se requiere sobre la interacción de los datos, optimizando los tiempos de instalación y adecuación del manejo sobre los aplicativos, evitando así, que los diferentes equipos de borde sean objeto de amenazas como hackers, lammers y crackers, quienes pretenden ingresar y atacar dispositivos de red para así robar información, denegar servicios o alterar bases</p> |

de datos, entre otros. Para evitar este tipo de afectaciones en los dispositivos de red, ha evolucionado la manera de ver los protocolos de enrutamiento que ayudan a la optimización de servicios de conexión.

En la actualidad la comunicación de las empresas, principalmente está compuesta por un enlace MPLS, por donde transita la información que es de mayor seguridad para la compañía y un enlace de internet para la navegación, la cual en su gran mayoría no tiene ningún tipo de control, con este tipo de servicios se garantiza todo el tráfico de la red, datos, video y voz, pero se pueden presentar degradaciones sobre los enlaces por los diferentes protocolos de enrutamiento como lo es un BGP, OSPF, EIGRP, RIP, ENRUTAMIENTO ESTÁTICO, este tipo de conexiones hace que los costos aumenten, alcanzando niveles de hasta un 40% de pago a proveedores por las interconexiones de sus sedes.

Dado que las plataformas tecnológicas han evolucionado todos los esquemas de red y de seguridad en las aplicaciones, exponiéndose a diferentes ataques como códigos maliciosos, afectación de las implementaciones en el esquema de red, ataques de fuerza bruta a dispositivos de red, MPLS, red LTE, VPNS y Internet; los especialistas en seguridad han apostado al diseño de diferentes arquitecturas que mejoren el entorno de la seguridad en dispositivos, datos, voz, servicios web, entre otros.

Por esta razón, la presente monografía recopila información del modelo de red tradicional como la MPLS evoluciona a una Red SD-WAN, mejorando todo el esquema de seguridad en la transferencia de información y la viabilidad de tecnología permite su administración basada en software.

#### **Fuentes:**

En la construcción de la monografía se tuvo un apoyo de 48 referencias bibliográficas, entre las cuales se destacan fuentes empresariales, documentos empresariales y blogs empresariales, algunas otras son noticias.

Por ser una tecnología donde el país la está adoptando por los proveedores ISP el apoyo realizado sobre la investigación se basa en los fabricantes y diferentes soluciones que se pueden adoptar al momento de implementar SD-WAN, algunas fabricantes donde nos apoyamos son Cisco y Silver peak entre otros.

Cisco. (2019). Soluciones Arquitectura de red digital de Cisco (ADN de Cisco). SD-WAN - WAN definida por software. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>

VMware, Inc (2020). <https://www.vmware.com/co/solutions/sd-wan.html>

Ochoa Brito María Jesús. (22 de enero de 2018). <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9748/1/T-UCSG-POS-MTEL-88.pdf>



Andrés Augusto Rubiano. (2018).

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14670/2018gerardodelgado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Daniel Felipe Blandón Gómez. (2013).

[https://www.academia.edu/14589122/OPENFLOW\\_EL\\_PROTOCOLO\\_DEL\\_FUTURO\\_Openflow\\_The\\_future\\_protocol](https://www.academia.edu/14589122/OPENFLOW_EL_PROTOCOLO_DEL_FUTURO_Openflow_The_future_protocol)

Margaret Rouse. (2017). <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/WAN-definida-por-software-SD-WAN>

### **Contenido del documento:**

La monografía tiene un enfoque teórico y explicativo, sobre las redes definidas por software (SD-WAN) y como se podrían implementar en las compañías a nivel nacional. Con este trabajo se pretende atraer el interés de los lectores en cuanto a esta nueva tecnología, sus ventajas, reducción de costos y seguridad. Teniendo en cuenta el desarrollo de los objetivos se describen en tres fases donde se detallan cada objetivo específico.

### **FASE1: ASPECTOS ESPECÍFICOS SOBRE EL DESPLIEGUE DE LAS REDES BASADAS EN SOFTWARE.**

Se identifica como se procede en el despliegue sobre las redes basadas en software, su gestión, seguridad y conectividad sobre las diferentes sucursales o sedes de las compañías que posean tecnología SD-WAN.

### **FASE 2: SD-WAN IMPLEMENTACIÓN, ARQUITECTURA Y FUNCIONES**

Con un mejor entendimiento sobre la implementación en redes definidas por Software se da un vistazo de cómo estas se migran de un entorno tradicional a un nuevo modelo automatizado donde se presta en todos los conceptos seguridad en las redes y aplicaciones.

### **FASE3: VENTAJA DE IMPLEMETACIÓN EN LAS COMPAÑIAS**

Si bien la WAN heredada ha tenido su lugar como una solución de negocios, ya no es viable debido a los grandes costos, por el rendimiento degradado de la nube y la agilidad limitada. SD-WAN propone una solución más eficiente donde se brinda una conexión segura de los datos y optimizando los servicios de backbone global y seguridad integrada.

### **Metodología:**

Para el desarrollo del trabajo, se tiene como referencia la experiencia laboral, los conceptos técnicos y teóricos de los diferentes fabricantes que implementan la tecnología SD-WAN la cual aporta seguridad a toda la red de Datos, la fuentes electrónicas que se tomaron son los portales empresariales, algunas fuentes periodísticas y blogs

empresariales de los especialistas, CDCO (Chief Digital Consumer Officer) de las empresas explican la tecnología y documentos de empresas, también se tuvo apoyo con colegas de trabajo en el área de implementación y seguridad.

**Conceptos nuevos:**

Se aprecian diferentes esquemas de implementación que puede tener SD-WAN y los cuales no teníamos el conocimiento al inicio de la monografía, este tipo de soluciones de conectividad proporcionan seguridad y alta disponibilidad de los datos de las compañías, pero cada una de estas soluciones está sujeta a la solicitud del cliente y costos que se desean invertir sobre la infraestructura de la compañía.

**Conclusiones:**

Al dimensionar una migración sobre de SD-WAN, se debe de tener en cuenta ciertos aspectos técnicos de la red tradicional. Y como esta cambia a un modelo de redes por Software donde ofrece mayor seguridad y continuidad de las comunicaciones, disminuyendo horas de despliegue sobre los dispositivos dependiendo el tipo de red implementada para ser gestionada de manera remota, y donde se garantiza una implementación de manera oportuna y ágil.

SD-WAN es una solución integrada donde no solo se estima conectividad y centralización de equipos, se contempla toda la seguridad de los datos y aplicaciones de las empresas que realicen un despliegue sobre SD-WAN. Este tipo de implementación se puede garantizar por medio de perfiles de seguridad, tipos de accesos y registros validos sobre las aplicaciones a consultar. Teniendo en cuenta los parámetros de red que sean óptimos para el envío y recepción de información.

Si bien evidenciamos que una red MPLS es una solución para las compañías sobre la seguridad de los datos, estas no prestan las mismas ventajas de implementación que ofrecen las redes por software como SD-WAN, debido que se realizan despliegues de manera ágil y soluciones escalables que ofrecen mayor seguridad sobre la información haciendo un balanceo de tráfico y garantizando continuidad del servicio sin importar el proveedor ISP que se tenga contratado.

Una de las mayores desventajas que tienen las redes tradicionales son la degradación de sus enlaces ocasionando pérdidas paquetes y saturación sobre los enlaces, al presentar este tipo de afectación las acciones recaen sobre el personal de comunicaciones y es donde se ve afectado el servicio, la seguridad de la información, entre otros. Con SD-WAN se supera este tipo de situaciones ya que realiza verificación de los canales que estén con mejores condiciones para él envío de información, permitiendo escalar a los proveedores las fallas de los enlaces y de esta manera no se ve afectada la seguridad de los datos que transitan por las VPNs.

Los benéficos que las compañías han visto sobre SD-WAN que no pueden ofrecer las redes tradicionales, son los crecimientos y mejoras que sean necesarios sobre su infraestructura sin afectar la seguridad de los datos esto a causa de que no están limitados

a factores geográficos como lo son las conexiones tradicionales a cierto tipo de empresas, SD-WAN puede implementarse a compañías pequeñas, medianas y grandes empresas que deseen mejorar su seguridad y calidad de servicio sobre sus aplicaciones.

Las diferentes estrategias que son determinadas para la elección de una arquitectura adecuada están ligadas a diferentes factores como son, los económicos, seguridad, rendimiento de equipos entre otros. Sin importar la solución desplegada en la compañía esta nos ofrecerá la combinación de todo como lo es seguridad, balanceo y disponibilidad de servicio en un esquema de SD-WAN. Es un punto de gran importancia donde se determina el cambio de tecnología para no quedar relegado frente a otras compañías en soluciones de seguridad y conectividad teniendo en cuenta una reducción de gastos frente a conexiones tradicionales.