

SEGURIDAD EN EL CIFRADO DE LAS REDES SD-WAN MEDIANTE LA
UTILIZACION DE APLICACIONES EN LA NUBE

Hector Eduardo Zuluaga Diaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Especialización en Seguridad Informática
Proyecto de seguridad informática II
Medellín, Colombia
2020

SEGURIDAD EN EL CIFRADO DE LAS REDES SD-WAN MEDIANTE LA
UTILIZACION DE APLICACIONES EN LA NUBE

Hector Eduardo Zuluaga Diaz

Monografía para optar el título de:
ESPECIALISTAS EN SEGURIDAD INFORMÁTICA

Tutora:
YOLIMA ESTHER MERCADO

Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
Especialización en Seguridad Informática
Proyecto de seguridad informática II
Medellín, Colombia
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín (27, 03, 2020)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis madre Gloria Elcy Diaz Soto, mi padre Jorge Humberto Zuluaga Cadavid, mi hermana Mariana Zuluaga Diaz y mi cuñado Diego Alejandro Ruiz, quienes me brindaron mucho apoyo emocional durante el proceso para la construcción de la monografía.

A mis amigos Andrés Molina, Robinson Jiménez quienes me brindaron apoyo y ayuda para no desfallecer en este proceso tan arduo como lo fue la especialización.

A todos los tutores con quienes interactúe durante el largo proceso de formación y redacción de la monografía quienes siempre estuvieron presentes, para brindar el apoyo y orientación en la redacción del trabajo de grado.

Para todos ellos es esta dedicatoria, a todos ellos les debo enormemente por todo el apoyo incondicional que me brindaron y al no dejarme rendir.

AGRADECIMIENTOS

Primer agradecer a Dios por hacer posible todo lo que me he propuesto en la vida hasta el día de hoy, por brindarme sabiduría y conocimiento.

Agradecer a mi familia por el apoyo incondicional en este trayecto, el cual fue una gran motivación para poder continuar adelante, para poder darles alegría y que sientan un gran orgullo, para que de igual forma y gracias a todo el esfuerzo que se ha dado de parte poder sentir un gran orgullo personal.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCION.....	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Descripción del problema	16
1.3 Formulación del problema	18
2. JUSTIFICACION.....	19
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
4. MARCO REFERENCIAL	23
4.1 Marco teórico	23
4.2 Marco conceptual	24
4.2.1 Definición de SD-WAN	24
4.2.2 Evolucion del mercado	26
4.2.3 Funcionamiento del SD-WAN	29
4.3 Ventajas del SD-WAN.....	29
4.3.1 Ventajas desde el transporte de datos en sus diferentes formatos....	30
4.3.2 Manejo de seguridad SD-WAN y sus ventajas.....	30
4.4 Fallas que presentan las redes WAN actuales	33
4.5 SD-WAN vs. SDN	33
4.6 SD-WAN ofrece valor a empresas de todos los tamaños.....	34
4.7 SD-WAN ofrece un ROI tangible	34
4.8 Empresas favorecidas por las redes SD-WAN	38
4.9 Costos del SD-WAN	39
4.10 La simplificación de la red SD-WAN.....	40
5. SEGURIDAD EN LAS APLICACIONES CON SD-WAN EN LAS EMPRESAS	41
5.1 Algunas ventajas que las empresas deben considerar.....	41
5.1.1 Entorno SD-WAN aplicando politicas a aplicaciones	42
5.1.2 Aplicación de controles a aplicaciones en la nube	43

5.1.3	Categoría de aplicaciones luego de controles aplicados.....	44
5.1.4	Dando prioridad a aplicaciones críticas	44
5.1.5	Dando permisos al correo de Microsoft.....	46
6.	SD-WAN DENTRO DE LAS EMPRESAS EN LAS APLICACIONES Y EL USO DEL CLOUD	48
6.1	Ayuda en cuanto a seguridad	48
6.1.1	SD-WAN seguridad en el cloud.....	50
6.1.2	Arquitectura SD-WAN para seguridad en el cloud	51
6.1.3	Solución SD-WAN basada en la nube con Riverbed.....	52
7.	VENTAJAS DESDE EL TRANSPORTE DE DATOS EN SUS DIFERENTES FORMATOS.....	54
7.1	Manejo de seguridad SD-WAN y sus ventajas	54
8.	Cifrado de datos en el SD-WAN	57
8.1	Túneles encriptados dentro del SD-WAN	57
8.1.1	Firewall y redes privadas automáticas para la encriptación	57
8.2	Proveedores SD-WAN.....	58
8.2.1	La seguridad de Juniper	58
8.2.2	La simplificación de la red SD-WAN.....	59
8.2.3	El beneficio de las SD-WAN para las APPS	60
8.2.4	SD-WAN en el el IoT	60
9.	RECOMENDACIONES.....	61
10.	CONCLUSIONES	63
11.	REFERENCIAS.....	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 SD-WAN vs SDN	34
Continuación Tabla 1	35
Tabla 2 Cuadro comparativo de proveedores de SD-WAN	36
Continuación Tabla 2 Cuadro comparativo de proveedores de SD-WAN.....	37
Continuación Tabla 2 Cuadro comparativo de proveedores de SD-WAN.....	38

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 SD-WAN Híbrida.....	25
Ilustración 2 Componentes de servicio SD-WAN.....	26
Ilustración 3 Conexión SD-WAN multi nube	27
Ilustración 4 SD-WAN + Security	28
Ilustración 5 Diagrama de SD-WAN para cloud.....	28
Ilustración 6 Funcionamiento del SD-WAN.....	29
Ilustración 7 Manejo de la seguridad con SD-WAN	32
Ilustración 8 Entorno SD-WAN con Fortigate.....	43
Ilustración 9 Control de aplicaciones	43
Ilustración 10 aplicaciones luego de controles aplicados.....	44
Ilustración 11 Prioridad a los Skype Business	45
Ilustración 12 Anexando aplicaciones por medio de VPN.....	46
Ilustración 13 Permisos en el correo.....	47
Ilustración 14 SD-WAN Seguridad y bajos costos	50
Ilustración 15 Arquitectura de soluciones SD-WAN.....	52
Ilustración 16 Entorno SD-WAN Riverbed	53
Ilustración 17 Manejo de cargas con SD-WAN.....	56

GLOSARIO

3G: Red móvil de tercera generación, la cual permite que se transmitan datos, voz y video con una alta velocidad sin el uso de cables, su velocidad mínima es 200 kbit/s y máxima 384 kbit/s.

4G: Red móvil de cuarta generación, se difiere de la 3G debido a que su tasa de transferencia es más alta, contando con una velocidad máxima para la transmisión de 100 Mbit/s en movimiento y en reposo su tasa es de un 1 Gbit/s.

CLOUD COMPUTING: Término general el cual hace referencia a la prestación de servicios que son alojados a través de internet, mediante esta tecnología avanzada se pueden almacenar en internet tanto archivos como programas e información e incluso aplicaciones en un cloud.

CLOUD: Es un entorno virtualizado en el cual se alojan aplicaciones y servicios para luego ser utilizados.

CONECTIVIDAD: Capacidad mediante la cual un dispositivo puede estar conectado, normalmente a una computadora personal u otro dispositivo electrónico.

ENRUTAR: Es redirigir una conexión hacia un equipo en particular el cual cuenta con un servicio o software en específico al cual se requiere realizar conexiones por medio de un puerto definido.

FIREWALL: Dispositivo de seguridad de red el cual monitorea tanto el tráfico que entra como el que sale en una red, decidiendo de acuerdo a las políticas y configuraciones que tráfico está permitido y cual será denegado.

IOT: Son las siglas para internet de las cosas, la IoT es un sistema de dispositivos de computación, los cuales están interconectados, es la agrupación de dispositivos y objetos por medio de una red que puede ser privada, una red de redes o la internet.

IPSEC: Siglas para protocolo seguro de internet, se compone por diferentes y diversos protocolos de seguridad, esta creado para garantizar que todos los paquetes de datos que se transmitan mediante una red IP estén invisibles y no puedan ser accedidos por terceros.

ISP: Siglas para proveedor de servicios de internet, el ISP es la empresa que provee a los usuarios una conexión a internet.

MPLS: conmutación de etiquetas multiprotocolo, estándar utilizado para transmitir datos con el uso de diferentes etiquetas, fue creado para mejorar el flujo de trabajo en internet.

MULTICLOUD: Un multicloud es el uso de diferentes servicios de computación que son almacenados en una sola arquitectura de red en una nube.

NFV: Red en evolución la cual permite reemplazar dispositivos de hardware dedicados que son costosos como por ejemplo los routers, firewalls y los balanceadores por dispositivos de red que se basan en software los cuales se ejecutan como máquinas virtuales alojadas en servidores estándares.

NGFW: Son firewalls de nueva generación los cuales tienen como función gestionar toda la seguridad que está en las redes LAN, para así poder permitir o denegar conexiones, estos dispositivos cuentan con funciones avanzadas que permiten activar o desactivar de forma modular.

NGN: Son las siglas para redes de nueva generación como las SDN, SD-WAN.
SD-LAN: Es una red que está basada en los principios de las redes SDN en el centro de datos y de las redes SD-WAN, para así poder otorgar beneficios que son específicos que se adaptan, son flexibles, rentables y además escala para redes de acceso por cable e inalámbricas.

OPENFLOW: Protocolo que le permite a un servidor indicarle a los conmutadores de red hacia donde se deben de enviar los paquetes.

RED: Conjunto de dispositivos los cuales haciendo uso de medio están interconectados entre sí, para así poder intercambiar información y compartir recursos.

SAAS: Son las siglas para Software as a service (software como un servicio), una definición sencilla es que es un modelo de distribución de software en el cual el software y los datos se manejan de una forma centralizada además se encuentran alojados en un único servidor el cual se encuentra externo a la organización.

SDN: Son las siglas para redes definidas por software, en estas redes el control se separa del dispositivo hardware y luego se le otorga una aplicación de software a la cual se llama controlador.

SEGURIDAD: En informática la seguridad se define como los pasos o procesos que son utilizados para poder prevenir y detectar cuando un sistema es utilizado sin autorización.

UTM: Siglas para gestión unificada de amenazas, es un dispositivo el cual cuenta con varias funciones incluidas, como lo son antivirus, anti spam, firewalls, entre otros. Algunos otros de estos dispositivos cuentan con funciones como enrutamiento remoto.

VPN: Virtual private network, tecnología de red la cual es utilizada para poder realizar conexiones entre una o varias computadoras hacia una red privada utilizando internet.

WAN EDGE ROUTER: Es un dispositivo de borde, el cual enruta los paquetes de datos que se transmiten entre diferentes ubicaciones de WAN, otorgando a una empresa acceso a una red de operador.

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

RESUMEN

Desde que aparecieron las computadoras, hasta la creación del internet y la interconexión global entre equipos, servidores, compañías y público general las redes han estado presentes en la vida del ser humano y a través de los años han surgido cambios, reestructuraciones a nivel tecnológico frente a las redes, mejorando en algunos casos la seguridad las capacidades de transmisión y velocidades, sin embargo en los últimos años la tecnología ha estado avanzando a un nivel muy acelerado y las redes con las cuales se ha estado operando en la última década ha estado quedándose atrás frente a las nuevas tecnologías en cuanto equipos software, hardware y las mismas velocidades de conexión a internet, por tal motivo el surgimiento de las redes SD-WAN fueron creadas con el fin no solo de dar una solución ante las fallas que se tienen actualmente en torno a las fallas en las redes respecto a las intermitencias en la transferencia de información sino también para brindar un extra como lo es la seguridad informática, con las SD-WAN y el protocolo de OpenFlow estandarizado, se da un avance respecto a la tecnología y se cambia el panorama de cómo son vistas las comunicaciones.

Actualmente el mundo está en un entorno a la conectividad en gran parte a las aplicaciones que cada día utilizamos de manera personal o empresarial, este esquema de conexión ha impulsado a un cambio de esquemas de conexiones nativas que las empresas con sus proveedores ISP han manejado a través de la MPLS un esquema costoso y no seguro en su totalidad al momento de realizar consultas en diferentes aplicaciones de diferentes tipos.

Esto conlleva a una transformación de tecnología en las comunicaciones en donde ya se debe garantizar una estabilidad de los enlaces de comunicaciones sin necesidad de adquirir enlaces costosos sobre una MPLS, sin dejar de lado la seguridad de las aplicaciones que actualmente están operando en la red. Por eso abordamos SD-WAN redes a través de software con un plus grande que todas las conexiones que realizamos en especial las aplicaciones van encriptadas garantizando la información de nuestras aplicaciones.

Palabras clave: CONECTIVIDAD, RED, SD-WAN, SEGURIDAD, ENRUTAR

ABSTRACT

Since the computers appeared, until the creation of the internet and the global interconnection between computers, servers, companies and the general public, the networks have been present in the life of the human being and over the years there have been changes, restructuring at the technological level against networks, in some cases improving the security of transmission capacities and speeds, however in recent years technology has been advancing at a very accelerated level and the networks with which it has been operating in the last decade has been lagging behind in the face of new technologies in terms of software equipment, hardware and the same internet connection speeds, for this reason the emergence of SD-WAN networks was created in order not only to provide a solution to the failures that are currently taking place in around network failures regarding intermittences in the transfer of information but also to provide an extra as it is the computer security, with the SD-WAN and the standardized OpenFlow protocol, there is an advance with respect to the technology and the panorama of how the communications are seen is changed.

Currently the world is in an environment to the connectivity largely to the applications that we use every day in a personal or business way, this connection scheme has led to a change of native connection schemes that companies with their ISP providers have managed to through the MPLS a costly and unsafe scheme in its entirety when making inquiries in different applications of different types.

This led to a transformation of communications technology where a stability of communications links must already be guaranteed without the need to acquire expensive links over an MPLS, without neglecting the security of the applications that are currently operating on the network. That is why we approach SD-WAN networks through software with a big plus that all the connections we make especially the applications are encrypted guaranteeing the information of our applications.

KEYWORDS CONNECTIVITY, NETWORK, SD-WAN, SECURITY, ROUTING.

INTRODUCCION

Con un continuo crecimiento y evolución en el ámbito empresarial, se presenta una mayor demanda frente a todo el tráfico que es transmitido por la internet, los datos móviles también van en aumento y el uso de aplicaciones que están enfocadas a la web continúan creciendo, ante todo esto se requiere que la seguridad crezca y mejore cada día, adicionalmente en los últimos años se ha estado dando mucha importancia a todo lo que es la alta disponibilidad en los servicios y aplicaciones de las organizaciones, esto sin contar la búsqueda en la reducción de costos y la búsqueda de mejorar las arquitecturas para que estén a la par de las nuevas tecnologías y los nuevos desafíos que se dan con nuevas aplicaciones y requerimientos en las organizaciones, para esto es necesario buscar un control que este centralizado y seguridad, buscando el correcto aprovechamiento de las herramientas como son el ancho de banda, la conectividad en la nube para brindar inteligencia y efectividad en las infraestructuras que ya existen, con lo cual se automatizan las redes se simplifican las operaciones de red, teniendo un monitoreo y dando soluciones cuando son requeridas a las conexiones de red.

Hoy día los nuevos modelos de negocio tienen la necesidad de haya un nuevo modelo a nivel de red, que presente una mayor capacidad y sea más ágil ante las peticiones para que las respuestas sean oportunas, para esto se requiere que los equipos de infraestructura y tecnológicos que sean implementados deben contar con la facilidad para adaptarse a los nuevos servicios para poder apoyar las iniciativas de los negocios en todo momento e incluso en los horarios de mayor criticidad, garantizando el mejor rendimiento para las diferentes aplicaciones sin que se vea afectada o se sacrifique la seguridad o la privacidad de los datos, para lo cual es necesario disponer de un ancho de banda forma óptima, con un nuevo enfoque a nivel de conectividad para que la red pueda reducir los costos operativos y así mejorar el uso de los recursos para las implementaciones en múltiples sitios.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Tanto en Colombia como en el mundo existen diferentes servicios y dispositivos que brindan seguridad a las aplicaciones con las cuales cuentan las organizaciones aun aquellas que se almacenan en la nube, sin embargo la tecnología ha estado avanzando muy rápidamente y también lo ha estado haciendo la ciberdelincuencia, a lo que las tecnologías actuales se han estado quedando cortas para frenar los diferentes tipos de ataques y fallas en la seguridad, esto sin contar que las aplicaciones actuales han ido mejorando y aumentando el consumo de ancho de banda, lo que ha estado ocasionando que las redes actuales presentes saturaciones y fluctuaciones en las comunicaciones.

Con el ritmo acelerado de aplicaciones, ancho de banda y tecnología, las compañías requieren buscar soluciones que les brinden no solo una mejor seguridad para sus datos sino también que estos estén disponibles en todo momento y lugar para que el negocio tenga una buena continuidad de forma eficiente.

1.2 Descripción del problema

Ante el continuo crecimiento tecnológico, se puede encontrar que las organizaciones han buscado que sus soluciones en cuanto seguridad sean más eficientes, así como las implementaciones con la conectividad de la red, para que esta sea más rápida y se pueda garantizar la seguridad en la red de la organización y sus dependientes.

En primer lugar, es necesario conocer de una forma sencilla que es SD-WAN. SD-WAN es un servicio el cual le brinda a una organización la posibilidad para tener conectado de forma dinámica sus sucursales y diferentes centros de datos en una escala global, y debido al creciente uso de aplicativos que se basan en la nube las actuales tradicionales (WAN) no cuentan con la capacidad para poder mantener las altas velocidades y una conectividad optimizada.¹

Dado que los administradores de red enfrentan varios problemas SD-WAN surge para ayudar con la administración y disminución de costos, reducir la complejidad en la cual una red se implementa y aumentar la flexibilidad y rendimiento de la misma, además dado el costo que tiene una red WAN MPLS tradicional, el principal impulsor para que las empresas opten por esta tecnología es su precio además una red WAN que se basa en MPLS es costosa, esto debido a que la mayor parte de su

¹ BOUDREAU, Brianna «A Primer For Anyone Who Has Ever Googled “What is SD-WAN?”». [En línea]. [26 Julio de 2016] disponible en: (<https://blog.telegeography.com/what-is-sdwan-how-to-use-sd-wan-in-your-network>).

tráfico se destina a una puerta de enlace de internet pública.² Hoy en día podemos encontrar que cerca del 70% de las interrupciones que se presentan con aplicativos se relacionan con problemas en las redes, esto se debe a que la red actual con la cual cuentan muchas organizaciones deben de trabajar más, para así poder ofrecer a los usuarios una mejor experiencia en la nube. Mirando como las tecnologías van evolucionando y tomando en cuenta que muchos servicios migran hacia la nube, es importante garantizar una seguridad que esta unificada con una conexión multinube con una buena arquitectura.³

Debido que las plataformas tecnológicas han estado evolucionando y mejorando sus esquemas de red y seguridad en sus aplicaciones, los especialistas en seguridad han buscado mejorar el diseño de diferentes arquitecturas que mejoren el entorno de seguridad en los diferentes dispositivos y servicios web. Dado que en la actualidad están expuestos a diferentes tipos de ataques como los son códigos maliciosos, ataques de fuerza bruta a dispositivos de red y a la afectación de las implementaciones en el esquema de red como son las MPLS, red LTE, VPNS y Internet. Debido a este motivo, la monografía se enfoca en la aplicación de la nueva tecnología SD-WAN, ya que esta cumple con un esquema que brinda una mejor interconexión entre diferentes puntos y sedes, dejando a un lado el esquema conocido y tradicional de enrutamientos y aplicando toda la seguridad de una MPLS, VPN y optimizando los tiempos de instalación, así como los costos de esta.⁴

Desde antes de que se desarrollara la tecnología SD-WAN e incluso al día de hoy se continúan viendo ataques de todo tipo hacia las diferentes soluciones de red en todo el mundo y ha sido constante la batalla contra los diferentes grupos de ciberdelincuentes que vulneran la seguridad de estas.

De acuerdo con informes proporcionados por el gigante Kaspersky durante el primer trimestre del año 2019 se presentó un aumento en los ataques a las diferentes redes en todo el mundo del tipo DDoS en donde se pueden encontrar países como China con un 59.85%, EE.UU con un 21.28%.⁵

Si bien estos ataques afectan a las redes SD-WAN son más frecuentes que se presenten en las redes tradicionales y a las redes SD-WAN es más frecuente leer en las noticias de ciberseguridad que se presente afectación a las SD-WAN, sin embargo esto no quita que se vean afectadas por ataques DDoS y por lo cual para principios del año 2020 la compañía Citrix a cual cuenta con soluciones SD-WAN realizo correcciones en una brecha de seguridad que detecto en sus

² Cisco, «SD-WAN: el nuevo panorama de las redes». [En línea]. [01 Marzo de 2018.] disponible en: (https://www.cisco.com/c/m/es_es/solutions/enterprise-networks/sd-wan/new-landscape-of-networking.html?oid=ebken010131)

³ Citrix, «What is SD-WAN software-defined WAN?». [En línea]. [22 Septiembre de 2019]. Disponible en: (<https://lac.citrix.com/glossary/sd-wan.html>)

⁴ Silver-peak, «What is SD-WAN?». [En línea]. [15 Septiembre de 2019.]. Disponible en: (<https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>)

⁵ KUPREEV, Oleg; Badovskaya Ekaterina, « Ataques DDoS en el primer trimestre de 2019 ». [En línea]. [21 de Mayo de 2019] disponible en: (<https://securelist.lat/ddos-report-q1-2019/88828/>).

dispositivos Gateway luego de haber recibido diversos ataques del tipo Ransomware, por lo que esto da una muestra de que si bien esta solución lleva a penas unos 5 años en el mercado y 2 años en Colombia han sido pocos los registros de ataques a las mismas ya que constante los diferentes proveedores están dando actualizaciones y mejoras a los dispositivos además es necesario resaltar que las sedes tradicionales si bien tienen su nivel de seguridad, una red SD-WAN mejora aún más la seguridad que pueda contener cualquier sede, pues la ventaja que tienen es que se pueden acoplar a las ya existentes esto sin contar que los equipos orquestadores cuentan con un FW propio el cual se puede administrar las diferentes conexiones.⁶

1.3 Formulación del problema

¿Cómo SD-WAN ayuda a la encriptación del tráfico y seguridad en las aplicaciones?

⁶ VALDEOLMILLOS Celia, « Tras decenas de ataques de ransomware Citrix corrige la brecha de seguridad en sus Gateways ». [En línea]. [27 de Enero de 2020] disponible en: (<https://www.muycomputerpro.com/2020/01/27/citrix-parche-vulnerabilidad-gateways>).

2. JUSTIFICACION

Debido al alto crecimiento que se ha presentado en la última década con las tecnologías y las redes, se dio la necesidad de buscar nuevos mecanismos para poder abordar las nuevas necesidades que se tenían para el tráfico de los datos, de igual forma buscando opciones para mejoramiento de la seguridad tanto de datos como de las aplicaciones con las cuales las compañías cuentan, aplicaciones que por supuesto han ido cambiando y mejorando con el avanzar de la tecnología.

Como se ha mencionado anteriormente se requería de una nueva tecnología que ayudara a todo lo que es el flujo de los datos, el control y seguridad en las aplicaciones y debido a que ya se estaba presentando un estancamiento en los límites que tienen las arquitecturas WAN tradicionales y que todos conocemos, lo que estaba ocasionando que se presente un cuello de botella dentro de las redes actuales, esto debido a que estas redes no podían seguir el ritmo de las nuevas peticiones de la red y los aplicativos, además de las fallas en la seguridad de las mismas debido a los tantos ataques por DDoS que se vieron en el año 2018, para evitar este tipo de fallas y en la búsqueda de una solución no solo al tránsito de los datos y mejorar la seguridad en las aplicaciones propias de las compañías surgió la tecnología SD-WAN, la cual en los 5 años desde el desarrollo de la tecnología SD-WAN se modificó toda la infraestructura conocida, con la cual se disminuyeron los costos frente a las redes tradicionales, desaparecieron equipos como los routers y las funciones pasaron a equipos orquestadores como por ejemplo los equipos Edge provistos por la compañía Velocloud de VMWare, con el cual se tiene un control de toda la red y de los aplicativos todo en un entorno gráfico y en donde un administrador de red podrá definir y controlar como una red distribuye todo el ancho de banda a sus usuarios, controlando además que aplicaciones consumirán que cantidad del bandwidth.

Si bien al día de hoy existen ya varios proveedores que pueden brindar una solución SD-WAN a un cliente es necesario que se entienda también que esta solución puede complementarse con otros dispositivos, como por ejemplo dispositivos provistos por Fortinet en donde la red cuenta con FW para la protección de la información y el control de las aplicaciones de la sede, al implementar un SD-WAN y acoplarlo a los FW existentes, la seguridad se mejora y amplía aún más debido a que Velocloud cuenta con un FW propio en el cual se pueden definir políticas en conjunto con las de un Fortinet.

Con las redes definidas por software es decir las SD-WAN con las cuales se tiene un control en la encriptación del tráfico y mantenido un óptimo rendimiento en las diferentes aplicaciones que pueda tener cualquier compañía, adicionalmente la tecnología SD-WAN se adapta a las condiciones cambiantes que pueda tener cualquier red dentro de una organización todo sin la necesidad de tener un director de TI que lleve una supervisión directa. SD-WAN es una tecnología que ayuda no solo a la simplificación de la red, sino también al tener una mejor seguridad al adoptar la nube.

Ampliando un poco más lo antes mencionado y ante el surgimiento de nuevas tecnologías, nace la necesidad de estudiar aquellas nuevas herramientas, que posibilitan realizar una implementación ágil y segura en el campo tecnológico en las redes que pueden ser ubicadas en diferentes sedes, además de proporcionar a las organizaciones nuevos enfoques en estabilidad, brindando un rendimiento en aplicaciones optimizando las conexiones VPN. De estos eventos surge el hecho de mejorar una red WAN tradicional, que fuera de ser compleja en su implementación también es costosa, con una nueva tecnología que proporcione una mejora en la conexión entre diferentes sedes de extremo a extremo, brindando una seguridad y automatización en la implementación del software desde la nube y hacia las redes locales, con el fin de proteger los datos.

Dentro de la arquitectura de SD-WAN, el software y hardware que conforma el SD-WAN es una estructura de alto nivel debido a su implementación, la seguridad que brinda es uno de sus principales beneficios y ventajas por ellos las organizaciones que hacen uso de esta tecnología son quienes se benefician de su cifrado de extremo a extremo en toda su red. Gracias a una funcionalidad de intercambio de claves que es escalable y su seguridad definida por software, los dispositivos y puntos finales se encuentran completamente autenticados.⁷

La tecnología SD-WAN se encuentra conformada por varias tecnologías la cual es una combinación las mejoras más recientes. La redundancia que hay entre los enlaces de telecomunicaciones que conectan diferentes sitios remotos se remonta hasta los años de 1970 en donde los enlaces que eran utilizados para acceder a terminales remotas principales,⁸ ya luego en el año 2000, el enfoque a la administración de los enlaces WAN aumento y ya en el año 2014 la nueva tendencia en redes es SD-WAN, que es importante para el todo el proceso de gestión de políticas de seguridad en las conexiones, el análisis de red y una interfaz que es fácil de administrar y configurar, ayudando a disminuir vulnerabilidades en el tráfico de red. Hoy en día se ha logrado un punto de equilibrio por ello las organizaciones se están interesando en esta nueva tecnología y en Colombia el interés por esta ha ido en aumento, iniciando a validar los costos de inversión para así poder mejorar la competitividad y eficacia en sus diversas plataformas y servicios.⁹

Se estima que para el año 2020 el mercado de SD-WAN generara 6.000 millones de dólares, esto se debe a la evolución que se ha estado dando con las redes definidas por software, por ello la tecnología SD-WAN ha emergido para cumplir con los requisitos para el cloud computing. Adicionalmente de acuerdo con un informe realizado por la compañía IDC (International Data Corporation), resalta que esta tecnología cuenta tres factores principales que motivan para su implementación,

⁷ Oracle, « SD-WAN Architecture». [En línea]. [09 Septiembre de 2019] disponible en: (https://www.talari.com/glossary_faq/sd-wan-architecture/).

⁸ A. Gottlieb, «A Brief History of the Enterprise WAN». [En línea]. [06 Abril de 2012] disponible en: (<https://www.networkworld.com/article/2222089/a-brief-history-of-the-enterprise-wan.html>).

⁹ D. Dubie, «Managing the WAN». [En línea]. [13 Marzo de 2006]. Disponible en: (<https://www.networkworld.com/article/2309455/managing-the-wan.html>)

como lo es la seguridad, el precio y disminución en la complejidad al momento de implementarla.¹⁰

La propuesta que tiene la tecnología SD-WAN, se centra en la seguridad, debido al aumento de diferentes servicios en la nube, por lo cual surge la necesidad de dar una respuesta enfocada a la seguridad para así poder proteger el tráfico de internet.¹¹

El propósito de investigar sobre redes de nueva generación NGN (SD-WAN), se debe a las ventajas que tiene a nivel de costos y seguridad, lo cual permite mejorar; la seguridad en las aplicaciones en la nube, que acceden dentro de una organización.

¹⁰ NETWORKING, «El mercado SD-WAN generará 6.000 millones de dólares en 2020». [En línea]. [12 Julio de 2016] disponible en: (<https://www.networkworld.es/networking/el-mercado-sdwan-generara-6000-millones-de-dolares-en-2020>).

¹¹ C. Annesley, «Asegurando la SD-WAN: El próximo desafío de las redes de conexión». [En línea]. [26 Agosto de 2019] disponible en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Asegurando-la-SD-WAN-El-proximo-desafio-de-las-redes-de-conexion>

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar como el cifrado de redes SD-WAN permite el mejoramiento de la seguridad utilizando aplicaciones en la nube.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer como la implementación de una red SD-WAN ayuda en el mejoramiento de la seguridad en las aplicaciones que actualmente tienen las compañías.
- Determinar como la implementación de una red SD-WAN dentro de una organización ayuda a mejorar la comunicación con plataformas en NUBE sin dejar los datos vulnerables en las aplicaciones que utilizan las organizaciones.
- Definir como el traffic shaping mejora el rendimiento de aplicaciones sobre SD-WAN, dando una sensación de navegación e interacción con diferentes aplicaciones, garantizando que la información este encriptada y la conmutación en cada enlace ante una falla.
- Sintetizar como SD-WAN ayuda en el mejoramiento de la seguridad dentro de una organización para la protección de los aplicativos.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco teórico

La implementación de las redes de nueva generación como son las SD-WAN, tienen como uno de sus muchos objetivos mejorar la seguridad no solo de la red, sino también la seguridad de las aplicaciones presentes en una organización, de igual forma con estas redes también se busca mejorar la interconexión y disponibilidad de la información desde cualquier punto de conexión, que un usuario pueda realizar sin la necesidad de estar directamente en la organización o la red empresarial ya que los accesos están encriptados por medio de una VPN y disponibles en la nube para una validación oportuna teniendo en todo momento integridad y disponibilidad.

Con una solución SD-WAN adecuada, los usuarios pueden realizar una conexión directa a la nube y de acuerdo con las políticas que se definen y establecen en el orquestador de forma directa, se mejora y aumenta el correcto rendimiento frente a cualquier posible latencia en la MPLS. Con una administración que está centralizada, las diferentes directrices que se establezcan se podrán configurar para todos los dispositivos que estén asociados a la WAN.¹²

Si bien la tecnología SD-WAN es nueva en Colombia, en comparación con otros países en el mundo la tecnología ya tiene un camino recorrido, aun así para los 3 años que ya tiene la tecnología en Colombia y los 6 en el resto del mundo, algunas grandes empresas ya han optado por adoptar esta nueva tecnología a su modelo de negocio, como lo es Claro el cual ha dado inicio a la implementación de la tecnología para sus clientes corporativos, de esta forma se garantizara la conexión de las empresas medianas y pequeñas, el anuncio de esta nueva tecnología fue anunciada por el presidente de Claro, Carlos Zenteno en Mayo 14 del año 2019.

A la vez el también proveedor Tigo UNE cuenta con una red SD-WAN para sus diferentes clientes, entre el que destaca Bancolombia y otros más. La multinacional CenturyLink en Colombia brinda también esta tecnología a las sedes de Bancolombia del exterior y ya a nivel internacional cuenta con implementación en Estados Unidos y Brasil. Otras empresas que compiten en este mercado en el país es IFX Networks quienes en agosto de 2019 anunciaron que ya tenían a la disposición esta nueva tecnología para sus clientes en Latinoamérica, llegando al punto de darles a sus clientes una conexión que mucho más óptimo entre sus sucursales, la nubes tanto privadas como las públicas todo con las correspondientes directrices de seguridad.

¹² LANNER, « SD-WAN simplifica y asegura la gestión de WAN híbrida empresarial ». [En línea]. [14 de Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.lanner-america.com/es/computacion-de-redes/sd-wan-simplifica-y-asegura-la-gestion-de-wan-hibrida-empresarial/>).

Internexa quienes también dieron a conocer en agosto de 2019 la disposición de SD-WAN, informando que esta tecnología cuenta con una forma mucho más sencilla en su administración además de proporcionar varias opciones de conectividad, mejorando la velocidad en el transporte de datos conservando la integridad de los mismos y manteniendo más segura la información y las aplicaciones.¹³

4.2 Marco conceptual

4.2.1 Definición de SD-WAN

El SD-WAN es un formato más inteligente, mediante el cual se puede construir una WAN en la nube para así buscar mejorar la efectividad y productividad del negocio, mejorando la percepción del usuario final, con el SD-WAN también se reducen costos¹⁴, el SD-WAN es también un servicio el cual permite realizar el enrutamiento del tráfico a las empresas de una forma dinámica todo mediante una WAN híbrida, todo de acuerdo al estado en el cual se encuentra la red,¹⁵ adicionalmente de acuerdo con la compañía Fortinet definen al SD-WAN como una arquitectura de red amplia la cual es definida por software, con la cual las organizaciones pueden actualizar sus infraestructura de red WAN tradicional y así lograr satisfacer las grandes y crecientes necesidades que se dan en la evolución digital. Con este tipo de redes SD-WAN se le permite a aquellas organizaciones que las implementan a mejorar su seguridad y se capacidad de red de alto rendimiento, simplificando las operaciones y mejorando la operación empresarial¹⁶.

Una forma mediante la cual se puede comprender como es la arquitectura de una SD-WAN Híbrida es analizando la Ilustración 1.

¹³ Fernando. Muñoz, «SD-WAN: la disputa por llevar las redes inteligentes a las empresas en Colombia». [En Línea]. [27 Abril de 2019] disponible en: (<https://impactotic.co/sd-wan-redes-inteligentes-en-colombia/>)

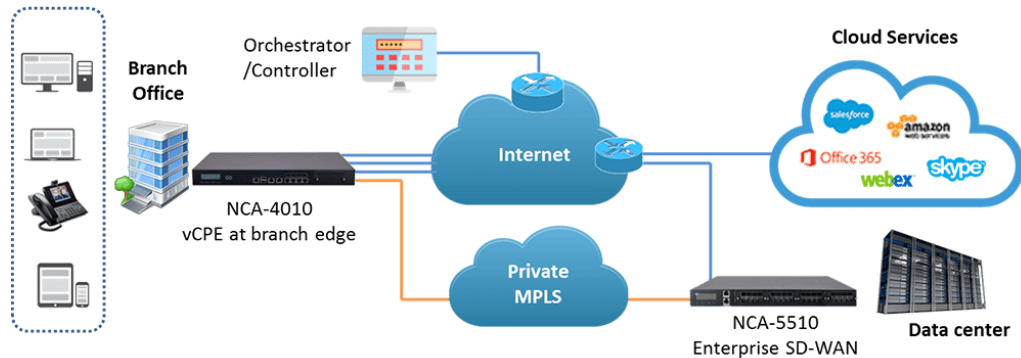
¹⁴ Silver-peak, «What is SD-WAN?». [En línea]. [15 Septiembre de 2019.] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>)

¹⁵ BOUDREAU, Brianna «A Primer For Anyone Who Has Ever Googled “What is SD-WAN?”». [En línea]. [26 Julio de 2016] disponible en: (<https://blog.telegeography.com/what-is-sdwan-how-to-use-sd-wan-in-your-network>).

¹⁶ Fortinet, «Why SD-WAN: 4 Critical Benefits that Add Value to Your Business». [En línea]. [04 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.fortinet.com/lat/products/sd-wan/what-is-sd-wan.html>).

Ilustración 1 SD-WAN Híbrida

SD-WAN Simplifies and Secures Enterprise Hybrid WAN Management

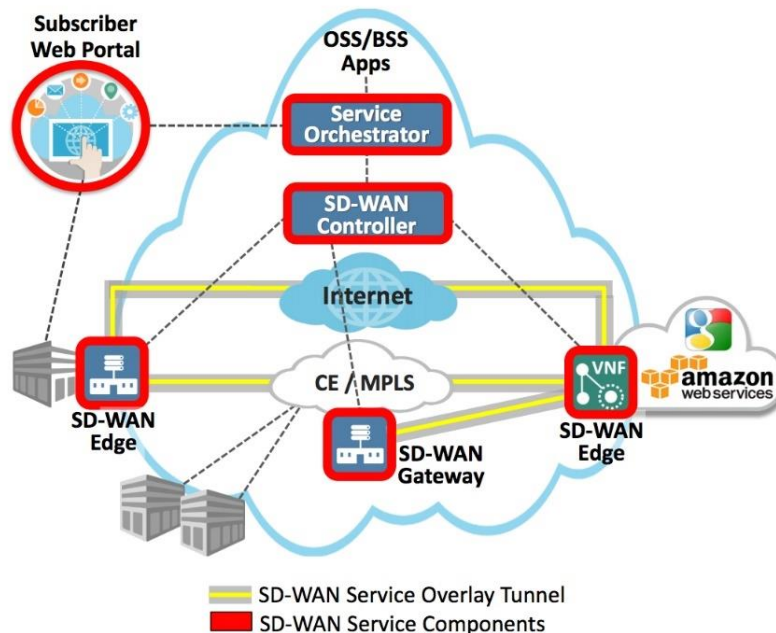


Fuente 1 <https://www.lanner-america.com/es/computacion-de-redes/sd-wan-simplifica-y-asegura-la-gestion-de-wan-hibrida-empresarial/>

Explicando de una manera sencilla la Ilustración 1, encontramos que las aplicaciones que están almacenadas en la nube se tramiten por un canal de internet, teniendo los respectivos mecanismos de seguridad, esto deja una vía libre para que otras aplicaciones se trasmitan por la MPLS privada, evitando que se genere un cuello de botella por la saturación en la trasmisión de datos, esto sin contar que el tener una nube permite a los usuarios poder conectarse en cualquier lugar del mundo y tener a la disposición información de la compañía de una forma segura, sin la necesidad de conectarse a una intranet por medio de diferentes protocolos que podrían fallar en cualquier momento.

Como bien se ha mencionado anteriormente dentro de las redes SD-WAN se tiene el uso de una MPLS que se deja para aplicaciones menos importantes o el uso de voz, dejando el internet para el uso de las aplicaciones, no obstante en caso de una falla con uno de los dos enlaces la red tiene la capacidad para operar por su alterno y de igual forma en el momento de detectar un flap en el la red conmutar hacia la red más estable, esto lo podemos apreciar en la Ilustración 2, donde podemos observar la conexión de una red SD-WAN.

Ilustración 2 Componentes de servicio SD-WAN



Fuente 2 https://www.sdxcentral.com/wp-content/uploads/2019/04/SD-WAN_NaaS.jpg

4.2.2 Evolucion del mercado

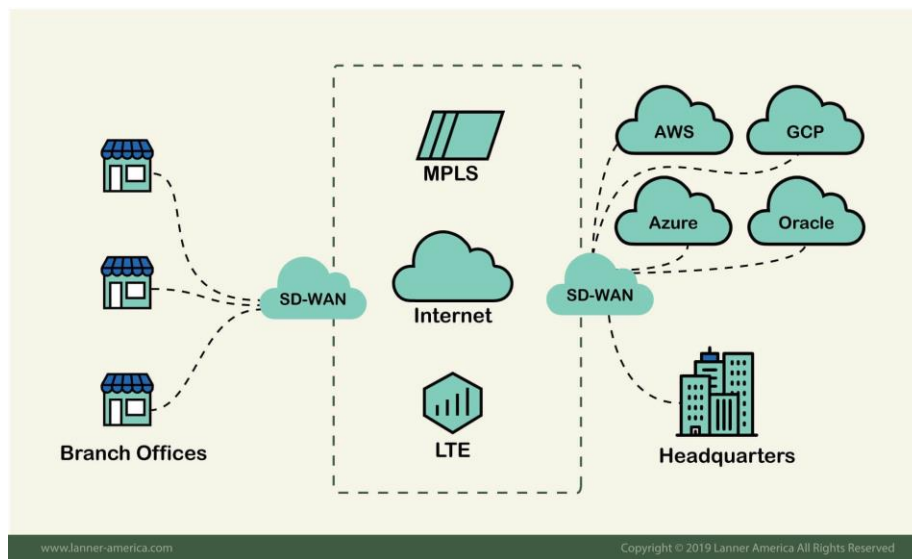
La compañía CISCO entiende que las empresas también están evolucionando y con una mayor demanda en cuanto al tráfico que se presenta con los dispositivos móviles y con el nuevo mercado que se da con el internet de las cosas (IoT), las aplicaciones SaaS (software como un servicio) y la adopción de la nube. Con todo esto aumentan las necesidades que se requieren en cuanto a seguridad y dado que las aplicaciones tienen un mayor uso en las compañías estas requieren una mayor atención y optimización, con todo esto crece la complejidad de las redes, lo que lleva a las compañías a buscar una reducción en los costos y los gastos operativos.¹⁷

Las redes SD-WAN también se encuentran disponibles para que puedan ser habilitadas e implementadas para la nube esto debido a su arquitectura la cual cuenta con equipos in situ, los cuales mediante una puerta de enlace se conectan a la nube y con la empresa FORTINET es posible aprovechar de parte de sus dispositivos un Secure SD-WAN no solo para acceder a la nube sino también a SaaS y la multinube mejora la percepción y experiencia de los usuarios en cuanto a las aplicaciones comerciales y con la seguridad avanzada que está integrada, la

¹⁷ Cisco, «Cisco SD-WAN Design Guide». [En línea]. [01 Octubre de 2018] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/solutions/CVD/SDWAN/CVD-SD-WAN-Design-2018OCT.pdf>).

seguridad que pueda poseer una sucursal de una empresa se podrá mantener aún más sólida y mejorarla aún más incluso si se tiene un acceso directo a un internet en la nube¹⁸, la Ilustración 3 muestra como con una SD-WAN da la posibilidad de tener una sede con una solución multiconexión con diferentes tipos nubes además de los diferentes medios de conexión. Este tipo de conexión permite aprovechar otros beneficios como una SD-WAN local, además de contar con otras utilidades como el aumento en el rendimiento óptimo y mejoramiento en la seguridad para aquellas empresas que hacen uso de aplicaciones en la nube¹⁹.

Ilustración 3 Conexión SD-WAN multi nube



Fuente 3 <https://www.lanner-america.com/wp-content/uploads/20191219-2.jpg>

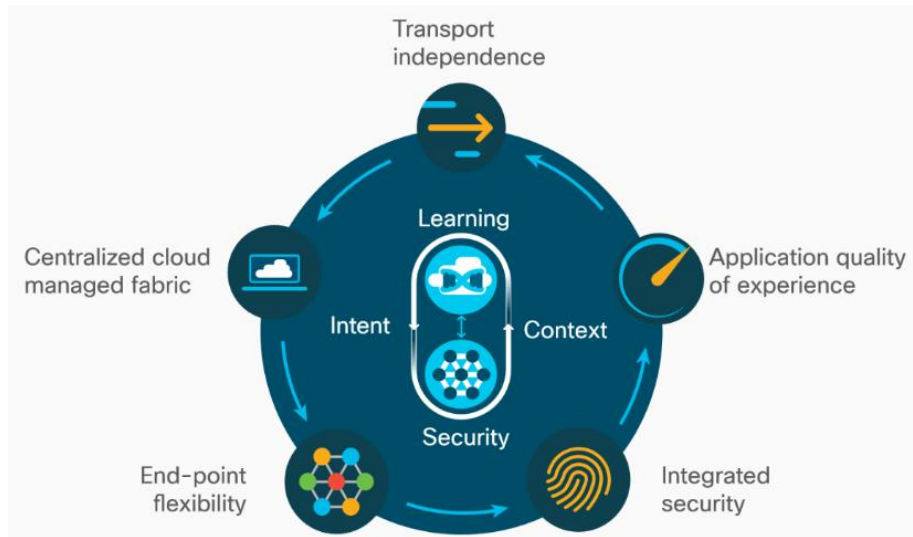
La Ilustración 4 nos da una muestra de que la seguridad de una SD-WAN es cíclica y que esta ayuda en todos los campos no solo a la seguridad sino también a la integridad. Sin embargo también podemos encontrar los casos en los cuales las empresas u organizaciones no hacen uso de una conexión a la nube, para lo cual implementan una SD-WAN local siendo esta uno de los pocas arquitecturas en la cual se configura una caja SD-WAN local sirviendo como un enrutador del tipo plug and play, en este tipo de casos es frecuente encontrarlos con aquellas compañías que prefieren almacenar sus aplicaciones internamente y no hacer uso de la nube para su alojamiento aun así el SD-WAN continua brindando la misma seguridad a la red y aplicaciones²⁰.

¹⁸ Fortinet, «FortiGate Secure SD-WAN Use Cases». [En línea]. [08 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.fortinet.com/lat/products/sd-wan.html#use-case>).

¹⁹ Oracle, «Cloud-Enabled SD-WAN». [En línea]. [03 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.talari.com/glossary_faq/cloud-enabled-sd-wan/).

²⁰ Oracle, «SD-WAN local». [En línea]. [03 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.talari.com/glossary_faq/on-premise-sd-wan/).

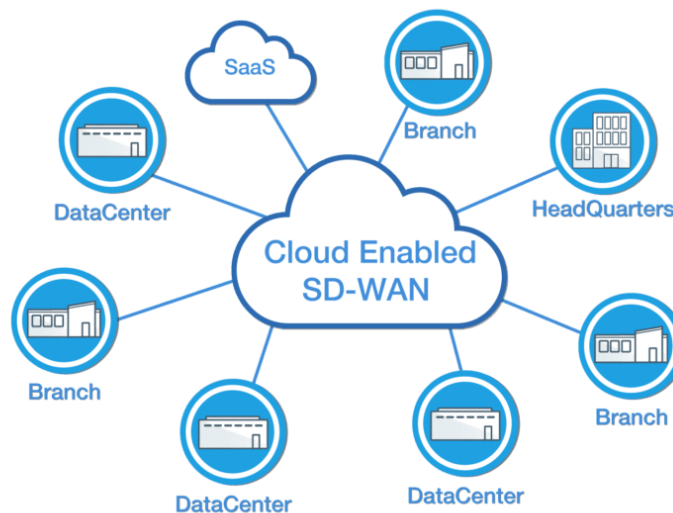
Ilustración 4 SD-WAN + Security



Fuente 4 <https://alln-extcloud-storage.cisco.com/gblogs/sites/22/SDWAN-Blog-Series-81.png>

Una red WAN definida por software, puede contener diferentes sedes conectadas entre sí teniendo aplicaciones de importancia para que estén compartidas entre todas las sedes, logrando que la comunicación sea más rápida y segura; mediante la Ilustración 5 se puede apreciar como es el diagrama de una SD-WAN que está enfocada a la nube.

Ilustración 5 Diagrama de SD-WAN para cloud



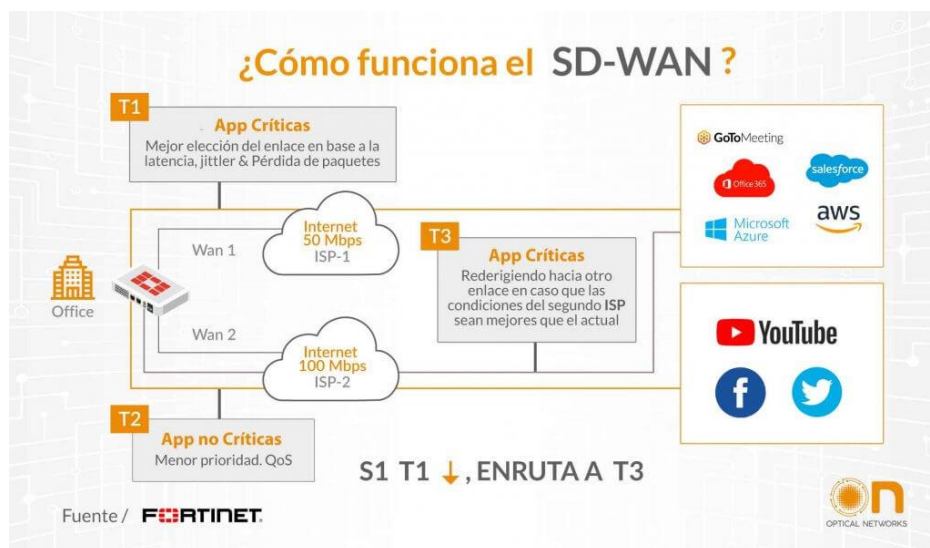
Fuente 5 <https://www.infinylink.fr/wp-content/uploads/2019/03/sd-wan-infinylink.png>

4.2.3 Funcionamiento del SD-WAN

Con la llegada del SD-WAN las reglas que se conocían para administrar y monitorear las redes, cambian pues todo el manejo pasa a ser más centralizado. Ya que con el uso de la tecnología SD-WAN se tiene la facilidad de poder tener agrupadas todo tipo de conexiones, tanto las seguras, como las públicas logrando así una mejor gestión de estas redes, dicho funcionamiento se puede observar en la Ilustración 6, en donde se puede ver como se define la comunicación en las aplicaciones.

Con el uso de software se logra tener un control en las comunicaciones de los enlaces, permitiendo dirigir el tráfico de aplicaciones como el Office 365 por medio de un enlace de internet de baja latencia, reservando así los enlaces que cuenten con una mayor capacidad para el software o aplicaciones que requieran de una mayor transferencia de datos y consumo de internet.²¹

Ilustración 6 Funcionamiento del SD-WAN



Fuente 6 <https://www.optical.pe/wp-content/uploads/2018/05/ON-INFOGRAFIA-OCT-BLOG-2-1024x597.jpg>

4.3 Ventajas del SD-WAN

Si bien es importante conocer como SD-WAN ayuda a las compañías a mejorar su red y también como beneficia al uso y seguridad de las aplicaciones, es preciso también validar y hablar sobre las ventajas que este tipo de red trae consigo. Las ventajas en una SD-WAN varían de proveedor a proveedor y según el tipo de red en el cual es implementada, por ello de acuerdo con la empresa TELDAT existen

²¹ Optical Network, « Cómo funciona SD-WAN». [En línea]. [27 Marzo de 2020] disponible en: (<https://www.optical.pe/sd-wan-conoces-las-redes-controladas-por-software/>).

algunas ventajas que tiene una solución SD-WAN cuando es implementada para una pyme, la cual además de brindar una solución para todas las necesidades que requiera la pyme y contando que normalmente el presupuesto de estas no es muy elevado y por ello esta solución no recurre en muchos gastos, para una pyme que cuenta con empleados que requieren estar constantemente conectados, aún más que las grandes corporaciones y esto se debe a que los cargos de los empleados pueden tener diferentes funciones dentro de la organización, por lo que no solo requieren que tengan garantizado una conexión a la información y a la red, sino que deben contar una accesibilidad a la red desde cualquier sitio a un cloud bien sea desde la calle la oficina o el hogar. Dado que los empleados de estas pymes requieren trabajar con diferentes tipos de aplicaciones y estar conectados a la red, las aplicaciones y las herramientas deben de funcionar a la perfección ya que la producción no puede ser detenida y por ende su funcionamiento debe de estar garantizado, sin importar si es el correo empresarial, el acceso a una videoconferencia, o un servidor interno estas conexiones deben de estar garantizadas. La seguridad es otro punto importante dentro de estas redes y dado que un trabajador puede estar ubicado en cualquier punto geográfico la seguridad debe estar garantizada por ello las comunicaciones son encriptadas de tal forma que cuando se realice una conexión a la red o un servidor los datos e información no quede expuesta²².

4.3.1 Ventajas desde el transporte de datos en sus diferentes formatos

Otras ventajas que pueden ser encontradas con las redes definidas por software (SD-WAN) de acuerdo con CISCO, es que estas permiten la administración de red área amplia e incluso una WAN, esto sin contar con la reducción en los costos con el transporte de datos en MPLS, 3G, 4G LTE, entre otras; las aplicaciones como ya se ha mencionado y se continuara mencionado las aplicaciones empresariales son quienes más se benefician esto debido a la mejora en el rendimiento, seguridad y aumento en la agilidad, se simplifican las operaciones automatizadas y la gestión basada en la nube ^{23 24}.

4.3.2 Manjeo de seguridad SD-WAN y sus ventajas

SD-WAN, es el concepto de seguridad dentro de las redes inteligentes, hoy en día con la revolución digital que hay, existen dos reglas que por así decirlo pueden alejar o atraer nuevos clientes y eso es la experiencia y la seguridad, los clientes que son atendidos de una forma eficaz tenderán a regresar, sin embargo aquellos que tiene

²² LARRAZ, Guillermo, «Las ventajas de una solución SD-WAN para pymes». [En línea]. [10 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.teldat.com/blog/es/sd-wan-para-pymes-en-la-nube/#more-3059>).

²³ Cisco, «What are the benefits of SD-WAN?». [En línea]. [09 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>).

²⁴ Sonicwall, «SECURE SD-WAN». [En línea]. [11 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.sonicwall.com/solutions/use-cases/secure-sd-wan/>).

malas experiencias y más cuando de seguridad se trata como la pérdida de información y de datos, etc. no regresan y dará una mala referencia ante el mercado. Es por esto que las redes SD-WAN están encargadas de manejar la seguridad de una forma eficiente, esto lo logran al contar con las tecnologías más recientes y poderosas todo en cuanto a seguridad digital se refiere, además de contar con un concepto de datos distribuidos y no hacer uso de datos centralizados, brindan de primera un control de la información que posee un negocio de forma segura y controlada, adicionalmente la seguridad de una red que es descentralizada y está en la nube, trae consigo grandes ventajas que son de ayuda y atractivas para cualquier negocio, algunas de estas ventajas son:

- Control sobre el tráfico: Dado que la cantidad de datos que las empresas suelen manejar es alto y estos pueden sufrir constantes picos y cambios bruscos, y dado que una red propia es limitada.
- Con una SD-WAN se pueden detectar en tiempo real los cambios que se presentan en el tráfico de datos, además de tener un continuo monitoreo en tiempo real de como es el comportamiento de las aplicaciones.
- Distribución de los recursos de la red de una forma inteligente de acuerdo con los picos de trabajo.
- Detección de ataques en tiempo real.
- De acuerdo con el gerente de ingeniería de Fortinet en Argentina Hernando Castiglioni. La tecnología SD-WAN permite contar con un control sobre la red de una forma centralizada y automatizada y dada la cantidad de diferentes proveedores que hay en el mercado y tecnologías que se tienen con el SD-WAN la gestión sobre estos se simplifica permitiendo que el personal que se encarga de la gestión del tráfico pueda enfocar su atención sobre el negocio de las compañías^{25 26}.
- Seguridad distribuida: Dado que con este modelo no existe el antiguo modelo de centro de datos, la información ya no debe de ser transmitida de alguna sede u oficina remota hacia algún lugar central, con este nuevo modelo los datos son entregados desde la nube hacia quien los requiere, claro todo con la protección digital precisa teniendo un respaldo inmediato y una seguridad avanzada que ayuda a prevenir el acceso no autorizado a la información.
- Brindar una escalabilidad y flexibilidad: Las redes SD-WAN no solo cuentan con la capacidad para habilitar los recursos de la red de una manera eficiente hacia donde sean requeridos, sino que también protege la información de una organización con el uso de las tecnologías más recientes en cuanto a

²⁵ LARRAZ, Guillermo, «Las ventajas de una solución SD-WAN para pymes». [En línea]. [10 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.teldat.com/blog/es/sd-wan-para-pymes-en-la-nube/#more-3059>).

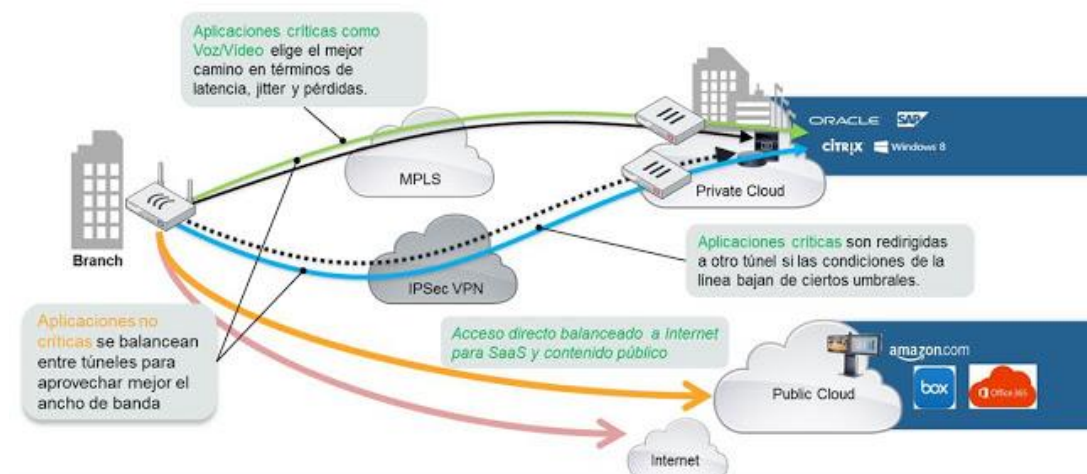
²⁶ ALOSNO, Alejandro, «Una jornada segura hacia la red WAN definida por software». [En línea]. [05 Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.itsitio.com/ar/una-jornada-segura-hacia-la-red-wan-definida-software/>).

seguridad²⁷.

- Con una red SD-WAN las aplicaciones se convierten en parte de las operaciones de la red, esto debido a que esta tecnología tiene la facilidad de permitir de forma consistente el enrutamiento de las aplicaciones y hacer uso de cualquier transporte que se encuentre disponible dentro una ruta dinámica para satisfacer cualquier SLA determinado²⁸.
- Con el uso de una red SD-WAN diferentes negocios ubicados en diferentes sitios remotos podrán estar conectados entre sí aun cuando se está haciendo uso de una conexión diferente lo que significa que una compañía no requiere hacer nuevas inversiones en nuevas infraestructuras.
- Equilibrio en el balanceado entre la carga de varios y diferentes enlaces y así decidir la cantidad de recursos que deberán ser asignados a cada una de las aplicaciones que se tengan²⁹.

Lo que antes se ha mencionado se puede ver de una forma más sencilla con la Ilustración 7, en donde se muestra cómo se puede manejar las cargas de las aplicaciones dejando los enlaces más óptimos para aplicaciones críticas, el uso de tuneles.

Ilustración 7 Manejo de la seguridad con SD-WAN



Fuente 7 https://2.bp.blogspot.com/-Bn_I8-1Gjk4/WN1Y3M-0Cbl/AAAAAAAAABMU/ZHQctRxjS0wzTIOOqjcFb20FTTLpm-YzQLcB/s640/img1.jpg

²⁷ GARCÍA, José Carlos, «SD-WAN: las redes modernas de comunicaciones». [En línea]. [28 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.claro.com.co/empresas/sectores/noticias-interes/sd-wan/>).

²⁸ Broadcom, «Top 3 Strategies for Successful SD-WAN Monitoring». [En línea]. [05 Junio de 2019] disponible en: (<https://www.broadcom.com/sw-tech-blogs/aiops/top-3-strategies-for-successful-sd-wan-monitoring>).

²⁹ Spooster it services, «The cost breakdown of SD-WAN and MPLS». [En línea]. [15 Junio de 2018] disponible en: (<https://spooster.com.au/sd-wan-cost-australia/>).

4.4 Fallas que presentan las redes WAN actuales

Si bien la infraestructura actual con la cual cuentan las organizaciones es compatible con la WAN, es preciso resaltar que también presentan constantemente fallas en su red y esto se debe al alto volumen del tráfico. Por ello aquellas organizaciones que hacen uso de una MPLS y otro tipo de soluciones de red, pueden hallar como se presentan fallas con sus servicios, como hay congestión en el tráfico y en degradación en la red. Uno de los ejemplos más claros frente a esto es con las llamadas de VoIP presentándose una mala calidad en las mismas, esto también puede encontrarse con el streaming cuando la conexión a la red es muy alta³⁰.

4.5 SD-WAN vs. SDN

Dado la gran cantidad y tipos de redes que existen hoy por hoy, es necesario también hablar de las diferencias que se presentan entre dos conceptos más conocidos y utilizados hoy por hoy.

En el año 2011 se introdujeron nuevos conceptos respecto a las redes definidas por software o SDN por sus siglas en inglés, también aparece el concepto de Open Flow los cuales aparecen con la finalidad de brindar una mejor agilidad, flexibilidad, eficiencia operativa y nuevas opciones para la creación de redes de datos. Para las redes SDN fue fundamental la separación o desagregación de la función de tener un control o gestión (plano) en la función de reenvío de datos (plano) de la red. Con el SDN se propuso un control que era centralizado en tanto se dejaba la función de reenvío de datos distribuida entre los elementos de la red es decir conmutadores y enrutadores.

En cuanto las redes SD-WAN su modelo arquitectónico es similar al de las redes SDN en muchas maneras:

- Gestión centralizada u orquestación: el plano de control.
- Función de reenvío de datos distribuidos: el plano de datos.
- Políticas de enrutamiento de tráfico basadas en aplicaciones.

SD-WAN, similar a las soluciones SDN, ya que no admite la interoperabilidad entre proveedores. Sin embargo, varios grupos de trabajo de la industria SDN y SD-WAN continúan proponiendo y debatiendo la creación de estándares de la industria.³¹

³⁰ Citrix, « What is SD-WAN or Software-Defined WAN? ». [En línea]. [22 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://lac.citrix.com/glossary/sd-wan.html>).

³¹ silver-peak, « SD-WAN Explained ». [En línea]. [15 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>).

4.6 SD-WAN ofrece valor a empresas de todos los tamaños

A diferencia de los proveedores SDN, los proveedores de SD-WAN se encuentran más centrados en el ofrecimiento de WAN que sean dignas de producción y proporcionar valor a todas las empresas sin importar su tamaño. Por lo cual los esfuerzos de interoperabilidad SD-WAN están centrados en trabajar con la infraestructura WAN que ya existe, como lo son enrutadores, firewalls y servicios de transporte, y no en soluciones SD-WAN de múltiples proveedores.

4.7 SD-WAN ofrece un ROI tangible

Desde la llegada del SD-WAN al mercado y ante el nuevo conocimiento que se ha estado adquiriendo, esta nueva tecnología ha estado siendo adoptada con gran rapidez para las funciones con las cuales cuentan las empresas en todos los tamaños y los diferentes sectores verticales de la industria ya que se ofrece un ROI (Retorno de inversión) el cual es tangible y es fácil de alcanzar. Desde principios del segundo semestre del año 2018, la tecnología SD-WAN ya ha pasado la fase inicial para su aceptación en el mercado de adoptantes a la mayoría temprana, para lo cual a este momento del año 2018 ya se cuenta con más de 10,000 implementaciones en la tecnología SD-WAN en toda la industria.³²

En el momento de estar tratando el tema de SD-WAN es común encontrar en primera instancia que se hable de las redes SDN, las cuales son redes definidas por software y si bien las SD-WAN también lo son, ambas cuentan con diferencias una de la otra, las redes SDN surgen primero que las SD-WAN ya que esta última es una evolución de la anterior la cual hereda algunas cualidades y pasa a mejorar otras, no obstante ambas tecnologías son utilizadas hoy día, en la Tabla 1 que se encuentra a continuación se puede apreciar una comparación breve entre ambas tecnologías.

Tabla 1. SD-WAN vs SDN

SDN	SD-WAN
Es utilizado principalmente en centros de datos	Es implementado en sucursales y centros de datos.
Cuenta con una orquestación y controles centralizados.	Su orquestación es centralizada, cuenta con un control y aprovisionamiento sin contacto

Fuente 8 <https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>

³² silver-peak, « SD-WAN Explained». [En línea]. [15 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>).

Tabla 2. (Continuación)

SDN	SD-WAN
Separación de control y plano de reenvío de datos	Separación de control y plano de reenvío de datos
La tecnología ha tardado mucho en madurar	Tecnología reciente pero que madura muy rápidamente
Presenta constantes variaciones en los productos básicos y hardware de conmutación especializado	Aparatos x86 estándar: físicos, virtuales, en la nube
Los ahorros provienen de eficiencias operativas mejoradas	Los ahorros provienen del apalancamiento de los costos de infraestructura y transporte WAN más bajos y la eficiencia operativa mejorada

Fuente 9 <https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>

En el mundo de las redes y la seguridad existen diferentes tipos de proveedores algunos mejores que otros y otros con funcionalidades únicas, lo que hace que una compañía o persona se cuestione, que proveedor es el mejor o cual cuenta con las mejores cualidades al momento de pensar en una solución SD-WAN, por ello la Tabla 2 la cual se ha dividido en tres secciones, nos muestra una comparación sencilla con algunos proveedores de SD-WAN, más conocidos, así como algunas funciones en cuanto a seguridad, para lo cual el análisis se ha realizado con proveedores como Cisco, Velocloud, Versa Networks y Silver Peak.

Tabla 3. Cuadro comparativo de proveedores de SD-WAN

		SD-WAN			
Proveedores		Cisco	Velocloud	Versa	Silver peak
seguridad avanzada		SI	Limitado	SI	Limitado
Defensa avanzada contra amenazas de rama		La plataforma de sucursal convergente de Cisco integra conocimiento contextual en tiempo real, automatización de seguridad y prevención de amenazas líder en la industria, protección contra malware, defensa perimetral con certificación EAL4 y seguridad web.	Ofrece listas de control de acceso, firewall con estado y traducción de direcciones de red únicamente.	Ofrece firewall integrado de próxima generación y sistema de detección de intrusos.	Ofrece listas de control de acceso, firewall con estado y traducción de direcciones de red únicamente.
Arquitectura segura de extremo a extremo		SI	SI	SI	SI
		Las tecnologías VPN de sitio a sitio y de acceso remoto, DMVPN, GET VPN, FlexVPN y SSL VPN ayudan a proteger las comunicaciones empresariales sensibles. El cifrado de velocidad de línea aprobado por NIST asegura los datos en movimiento			

Fuente 10 <https://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/sd-wan-vendor-comparison.html>

Tabla 4. (Continuación)

Proveedores	SD-WAN			
	Cisco	Velocloud	Versa	Silver peak
Inteligencia de amenazas en tiempo real	SI	NO	Limitado	NO
	Servicio de seguridad integrado y entregado en la nube para enrutadores de sucursales de Cisco, que proporciona protección contra malware, botnets, phishing y ataques en línea dirigidos en la capa DNS.	Requiere una solución de terceros.	Admite un sistema de detección de intrusos, pero no la detección de ataques de capa DNS.	Requiere una solución de terceros.
Red como sensor y ejecutor	SI	NO	Limitado	NO
	La visibilidad integral de la red con análisis basados en el comportamiento permite una detección más rápida de anomalías y análisis forenses más profundos de amenazas internas y externas.		Soporte de reclamos para la detección de anomalías basada en análisis.	

Fuente 11 <https://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/sd-wan-vendor-comparison.html>

Tabla 5. (Continuación)

Proveedores	SD-WAN			
	Cisco	Velocloud	Versa	Silver peak
Sistemas confiables	SI	NO	NO	NO
	El ciclo de vida de desarrollo seguro es publicado y verificable. Los productos tienen anclajes de confianza, arranque seguro y prevención de tiempo de ejecución. El software está firmado digitalmente.			

Fuente 12 <https://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/sd-wan-vendor-comparison.html>

4.8 Empresas favorecidas por las redes SD-WAN

Para finalizar el tema también es importante conocer aquellas empresas que se han visto favorecidas por las redes SD-WAN. Uno de los clientes para la empresa Fortinet que se encuentra en el área de energía esta compañía es de petróleo y gas, es una de las más grandes a nivel mundial, contando con ingresos superiores a los \$ 200 mil millones, esta empresa buscaba una forma que fuese más rentable al momento de proporcionar una conectividad directa entre sus más de 18,000 estaciones de combustible que están ubicadas en todo el mundo. Uno de sus objetivos era disminuir la sobrecarga de MPLS mientras se extendía una estrategia de "nube primero" en toda su infraestructura. Algunos de los desafíos con la solución actual que poseían incluían una red de concentrador y radio antigua el cual tenía fallas para poder permitir aplicaciones más nuevas, además de la falta de integración entre sus dispositivos WAN edge y LAN, y sus preocupaciones sobre la seguridad ligera que se ejecuta en sus enrutadores remotos. La solución que buscaban era necesaria para proporcionar la funcionalidad SD-WAN, conectividad LAN sin interrupciones y seguridad de clase empresarial, la opción para que decidieran optar no solo por la red SD-WAN sino para escoger al proveedor Fortinet fue un soporte de conmutación por un error de enlace que se daba con la aplicación

Office365 y aplicaciones personalizadas, seguridad avanzada para conectividad directa³³.

Actualmente en Colombia podemos encontrar pocos proveedores que actualmente estén operando con la tecnología SD-WAN, entre ellos podemos hablar de Tigo-UNE que le brindan servicios a Bancolombia operando con tecnología de Cisco Edge, el proveedor ETB con la serie MX (Meraki). Y la empresa Claro que de acuerdo con el Carlos Zenteno presidente de esta compañía, esta nueva tecnología les permitirá a las empresas que trabajen con LoT la integración de un SD-WAN sin problemas teniendo una operación en tiempo real, además también las interconexiones del tipo Multicloud entre otros³⁴.

4.9 Costos del SD-WAN

Si bien la información que se ha presentado hasta el momento se ha estado hablando del SD-WAN como una red que se enfoca en seguridad y algunas ventajas y beneficios es preciso también hablar la importancia que tiene el precio de estas. La empresa Gartner que es consultora e investigadora en tecnologías de la información³⁵, predijo que para finales del año 2019 se contaría con un 30% de las empresas habrán realizado despliegues en cuanto redes SD-WAN en sus sucursales. Y dado el alto crecimiento que se ha dado frente al cloud computing también se presenta un aumento en la demanda de la red³⁶.

Con SD-WAN se puede lograr una reducción de costos de una WAN a la mitad y muchos de los costos de WAN suelen representar un 10% en el presupuesto de TI de una organización³⁷. En la mayoría de los casos los gerentes de TI validan los costos de SD-WAN, luego de que han presentado eventos desafortunados como son todas aquellas tareas y cargas en información que en ultimas se trasforman en demasiado complejas para la red, poniendo a prueba las aplicaciones más críticas de una organización, además de que el rendimiento de estas disminuye sin contar la degradación que suele presentarse en la red, en ultimas esto termina en una disminución en la visibilidad de la red, presentados con el tiempo más problemas que van ralentizando los servicios y aplicativos de la red de la organización y es allí cuando surge esa necesidad para encontrar de manera urgente un proveedor que brinde los servicios de forma óptima un SD-WAN, lo que es atractivo de esta

³³ Fortinet, «Fortinet Beats the Competition with its Robust Secure SD-WAN Solution». [En línea]. [15 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.fortinet.com/blog/business-and-technology/fortinet-beats-the-competition-with-its-robust-secure-sd-wan-sol.html>).

³⁴ Portafolio, «Claro lanzó en Colombia su servicio SD-WAN para empresas». [En línea]. [14 Mayo de 2019] disponible en: (<https://www.portafolio.co/negocios/empresas/claro-lanzo-en-colombia-su-servicio-sd-wan-para-empresas-529528>).

³⁵ Gartner, «Sobre la empresa Gartner». [En línea]. [01 Octubre 2019] disponible en: (<https://www.gartner.com/en/about>).

³⁶ Riverbed, «Beyond SD-WAN Pricing: Delivering ROI». [En línea]. [01 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.riverbed.com/faq/does-sd-wan-pricing-matter.html>).

³⁷ SLAYMAKER, Scorell, «SD-WAN Can Reduce WAN Costs by Half». [En línea]. [17 Diciembre de 2018] disponible en: (<https://www.nojitter.com/sd-wan/sd-wan-can-reduce-wan-costs-half>).

tecnología es que el tiempo para la recuperación es corto y el dinero invertido en ella retorna rápidamente, una vez se implementa una red SD-WAN los cuellos de botella se reducen ya que se logra controlar la capacidad y la demanda de la red, redirigiendo todos los paquetes obteniendo una fluidez sin problemas y con el aumento en el rendimiento general del sistema se logra aprovechar diferentes rutas de red, obteniendo conexiones que son más rápidas para el uso de las aplicaciones más críticas³⁸.

4.10 La simplificación de la red SD-WAN

La empresa Silver peak con su tecnología SD-WAN propone que para poder simplificar la arquitectura WAN se requiere de un enfoque que se base en políticas y que dicho enfoque este orientado a todas aquellas aplicaciones que no solo se implementen en los entornos existentes sino que también en aquellos nuevos, lo que con SD-WAN es una forma de superposición en un entorno existente o mediante un dispositivo SD-WAN pequeño pero que tenga integrado funciones de red para nuevos entornos como enrutamiento, optimización WAN y firewalls con encadenamiento de servicios³⁹. Hay algunas aplicaciones que tienden a presentar un alto consumo en las redes actuales y suelen presentar una lentitud en las redes de la compañía, por ello la solución que proporciona la empresa Aruba Networks con sus equipos SD-WAN son las características de Microsoft, para aplicaciones como Office 365, equipos y la aplicación para VoIP y streaming como el Skype for Business, ante esto la integración con la cual cuentan los equipos de esta Aruba Networks permite tener una visión única de estas aplicaciones detectando el tráfico del Skype for Business, teams y el office 365, priorizando el tráfico sobre las aplicaciones que no son tan críticas. También cuenta con una función para poder visualizar y tener control sobre las aplicaciones mediante una tecnología para realizar una inspección profunda de paquetes para evaluar y optimizar el rendimiento y políticas de QoS para más de 3.000 aplicaciones, también para el tráfico que pueda estar oculto o encriptado⁴⁰.

³⁸ Riverbed, «Beyond SD-WAN Pricing: Delivering ROI». [En línea]. [01 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.riverbed.com/faq/does-sd-wan-pricing-matter.html>).

³⁹ Silver peak, «Enterprise: Simplifying WAN Architecture». [En línea]. [05 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/use-cases/simplifying-wan-architecture>).

⁴⁰ Aruba network, «ARUBA SD-WAN improved visibility and control at the WAN edge». [En línea]. [15 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_SD-WAN.pdf).

5. SEGURIDAD EN LAS APLICACIONES CON SD-WAN EN LAS EMPRESAS

Las redes SD-WAN han sido creadas para brindar más seguridad a la red, además de reducir costos operativos para las organizaciones, por tanto implementar una solución SD-WAN dentro de una organización ayuda en temas de seguridad con aplicaciones físicas y en la nube las cuales cada día van en aumento. Una solución SD-WAN a prueba de fallas aprovechan los enlaces de internet que son muy económicos los cuales son los más idóneos para el control de los flujos de tráfico para todo tipo de aplicaciones, abarcando una gran cantidad de aplicaciones en la nube, aplicaciones propias de la compañía, adquiridas a proveedores y también las VoIP que estén alojadas en los sistemas y servidores.

Para poder ayudar en la mejora de la seguridad los proveedores cuentan con diferentes equipos que proporcionan una mejora a la seguridad de las redes SD-WAN, las cuales gracias a su adaptabilidad pueden fusionarse con otros equipos que cuenten con funciones SD-WAN, uno de los mecanismos de protección a las aplicaciones es contar con equipos como los Forti-Nac, para proteger todo el acceso a la red de la compañía mejorando el tejido de seguridad, para tener una mejor visibilidad, control y respuesta frente a todo dispositivo que ingresa a la red, permitiendo así que solo usuarios autorizados por MAC ingresen no solo a la red sino que también puedan tener un acceso a las aplicaciones y según la definición de roles y asignación de VLAN se tendrá un acceso a diferentes aplicaciones o ninguna todo de acuerdo a cada definición de reglas.

5.1 Algunas ventajas que las empresas deben considerar

La implementación del SD-WAN dentro de una organización trae consigo varias ventajas como por ejemplo:

- Al ser implementado disminuyen los riesgos seguridad, los tiempos de inactividad en la red y aplicaciones.
- Aumenta la confiabilidad y la calidad en la experiencia de las aplicaciones como no se ha visto antes.
- Permite que se tenga un mayor control al tener una mejor administración de los recursos de la red para las aplicaciones.
- Control en tiempo real de las aplicaciones y detectar posibles ataques.
- Las redes con las cuales cuentan las organización se tornan más seguras, esto debido al cifrado IPsec y una encriptación AES 256 (Este cifrado es utilizado por la agencia NSA, para proteger los documentos que cuentan con una clasificación top secret).
- Una vez configurado las políticas dentro del sistema que proporcionan las redes SD-WAN los dispositivos son autenticados de tal forma que se asegure que no puedan conectarse otros elementos externos.
- Nadie puede suplantar un dispositivo SD-WAN.

- Operan sin problemas con cualquier tipo de red con la cual cuente una organización, Fibra, ADSL, 4G e incluso con todo tipo de VPN.
- Cuentan con micro segmentación, esto quiere decir que ante cualquier tipo de ataque haya sido detectado, el administrador de red podrá aislar el ataque desde la red interna, para que así no se afecte la red y solo queda el equipo atacado.
- Al ser implementada no solo puede administrarse el ancho de banda que consume cada sede que tenga una organización, sino que también es posible administrar los datos que se transmiten en las aplicaciones de la organización.
- Ayuda en el rendimiento de la red y las aplicaciones ⁴¹ ⁴².

Si bien es importante tener en cuenta las ventajas que antes se mencionan, es necesario conocer que un administrador de red que conozca de la tecnología puede encontrar muchas ventajas de las cuales tomar provecho para la organización en donde se desee implementar y sacar un mayor beneficio para la seguridad tanto de la red como de las aplicaciones.

5.1.1 Entorno SD-WAN aplicando políticas a aplicaciones

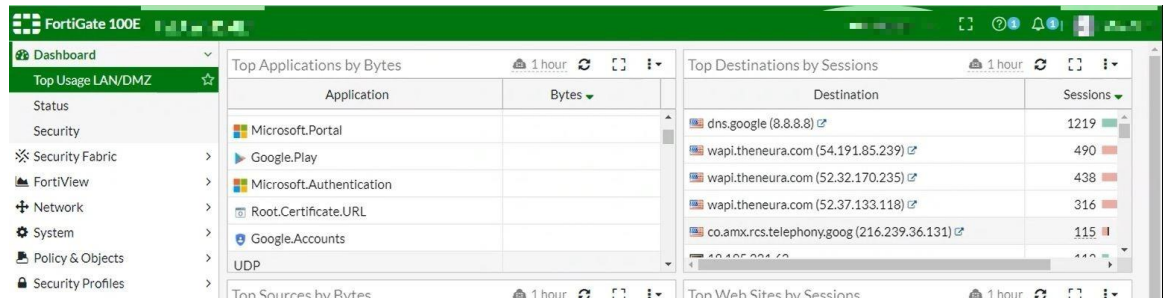
Cuando se tiene ya implementado toda la solución SD-WAN con cualquier proveedor se puede comenzar con la configuración de políticas para que las aplicaciones operen con cierta carga del ancho de banda o para que operen solo algunas de ellas, en las evidencias a continuación daremos una muestra en la cual se tiene la implantación de una solución con el proveedor Fortigate.

En la ilustración 8, podemos encontrar con una explicación sencilla que se tiene un top de aplicaciones que son utilizados en la red tanto LAN como la DMZ, con esto se definen políticas en toda la red, para el correcto uso de aplicaciones e incluso las reglas aplican hacia dispositivos móviles, tablets o laptops que estén asociados a WLC (controladoras acces point).

⁴¹ Cisco, «Cisco SD-WAN Solution Overview». [En línea]. [14 Noviembre de 2019] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/solution-overview.html>).

⁴² Xbyorange, « Qué ventajas tienen las SD-WAN sobre las VPN clásicas». [En línea]. [1 Noviembre de 2019] disponible en: (<https://www.xbyorange.com/blog/tendencias-tecnologia/ventajas-sd-wan-sobre-vpn-clasicas>)

Ilustración 8 Entorno SD-WAN con Fortigate

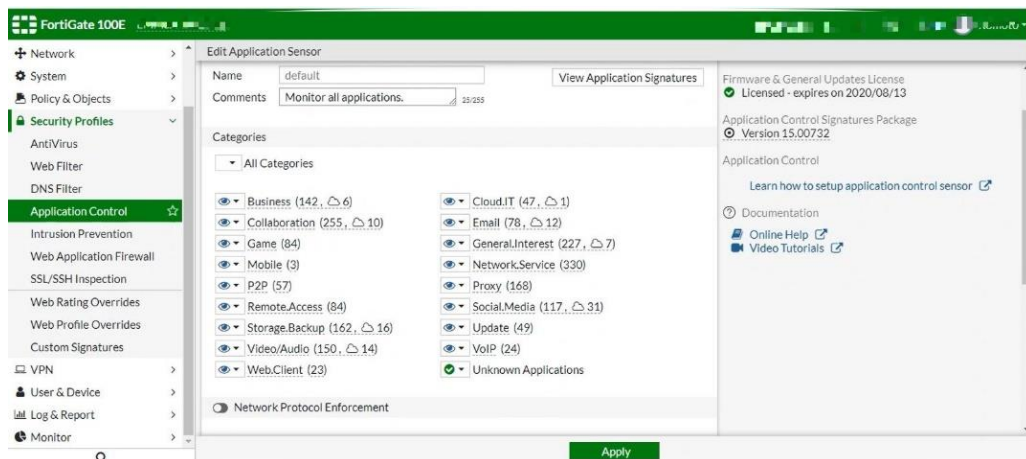


Fuente 13 Ilustración de un dispositivo empresarial propio

5.1.2 Aplicación de controles a aplicaciones en la nube

Cabe de destacar que los equipos Fortigate cuenta con funciones SD-WAN, en estos equipos se aplican diferentes esquemas de acceso o de bloqueo sobre las aplicaciones que se tienen descubiertas en nuestro dispositivo y que de igual forma se pueden descubrir o anexar otras más, esto permite tener un mejor control sobre el ancho de banda que consume cada una de ellas, y así mismo también se define el personal que solo tendrá acceso a recursos de Office, para ello podemos observar la ilustración 9 en donde se tienen diferentes categorías para las diferentes configuraciones. Otra funcionalidad con la que se cuenta este dispositivo que si bien es potente es uno sencillo en comparación con otros aun así este cumple a cabalidad con su propósito respecto a la seguridad ya que este cuenta entre su mecanismo integrado un WAF con el que se proporciona una protección a los servidores de aplicaciones y también una prevención de intrusos IDS.

Ilustración 9 Control de aplicaciones



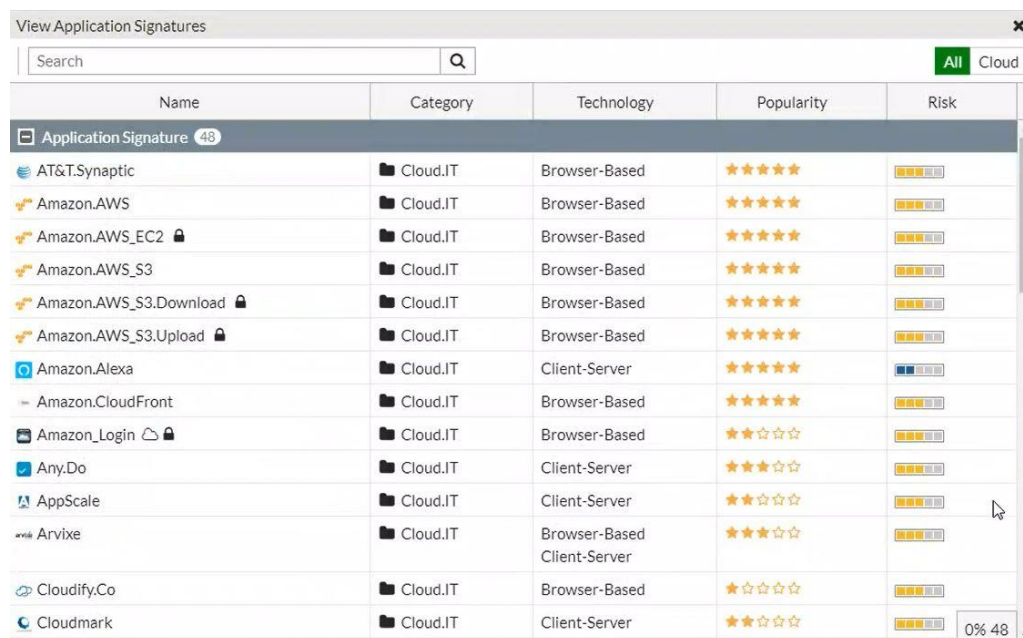
Fuente 14 Ilustración de un dispositivo empresarial propio

5.1.3 Categoría de aplicaciones luego de controles aplicados

En la Ilustración 10 se evidencia las diferentes firmas sobre las aplicaciones que tiene en su contenedor el equipo Fortigate donde se enlazan a la nube, de esta manera se determina que acciones se pueden aplicar y si es necesario aplicar calidad de servicio sobre alguna aplicación que utilice la compañía y se considere crítica para el negocio.

Esta característica permite la creación de políticas de Internet servicios donde apuntan directamente a la aplicación de esta manera se deja de lado la opción de definir puertos e IPs de destino, facilitando aún más la administración y la seguridad de las aplicaciones y al mismo tiempo la optimización de la mismas.

Ilustración 10 aplicaciones luego de controles aplicados



Name	Category	Technology	Popularity	Risk
Application Signature 48				
AT&T.Synaptic	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.AWS	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.AWS_EC2	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.AWS_S3	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.AWS_S3.Download	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.AWS_S3.Upload	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.Alexa	Cloud.IT	Client-Server	★★★★★	★★★★
Amazon.CloudFront	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Amazon.Login	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Any.Do	Cloud.IT	Client-Server	★★★★★	★★★★
AppScale	Cloud.IT	Client-Server	★★★★★	★★★★
Arvixe	Cloud.IT	Browser-Based Client-Server	★★★★★	★★★★
Cloudify.Co	Cloud.IT	Browser-Based	★★★★★	★★★★
Cloudmark	Cloud.IT	Client-Server	★★★★★	★★★★

Fuente 15 Ilustración de un dispositivo empresarial propio

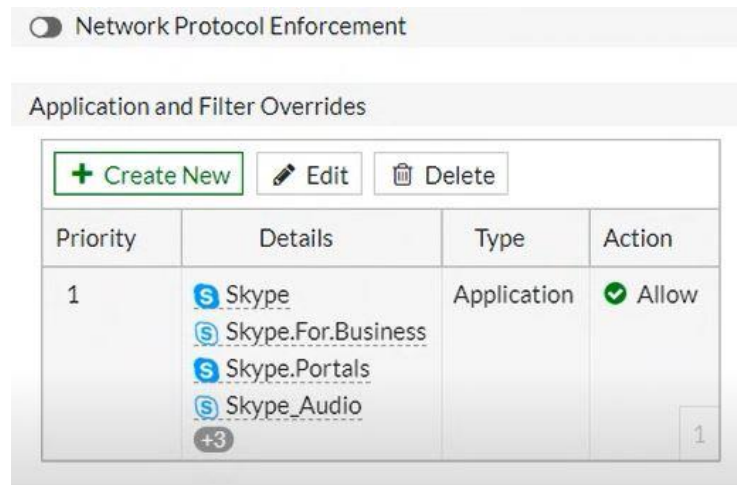
5.1.4 Dando prioridad a aplicaciones críticas

Podemos ver en la ilustración como en la compañía definimos que tipo de tráfico se está garantizando a la compañía, por medio de un servicio de esta manera se da una optimización de ella, garantizando que no tenga una pérdida de comunicación por configuración de puertos, sino que esta se enlaza directamente a la plataforma destino donde se consumirá los recursos.

Tomando como ejemplo la aplicación de Skype business de office como se ve en la ilustración 11, como esta es una aplicación la cual es crítica para la compañía y que

requiere de un buen ancho de banda y debido a su criticidad esta debe estar en la medida de lo posible siempre disponible. En la Ilustración 12 se puede definir un control adicional por medio de una VPN, anexando las aplicaciones que se requiere tengan una comunicación por este medio dejando de lado las que no son necesarias cuando se realizan conexiones desde fuera de las instalaciones de una compañía.

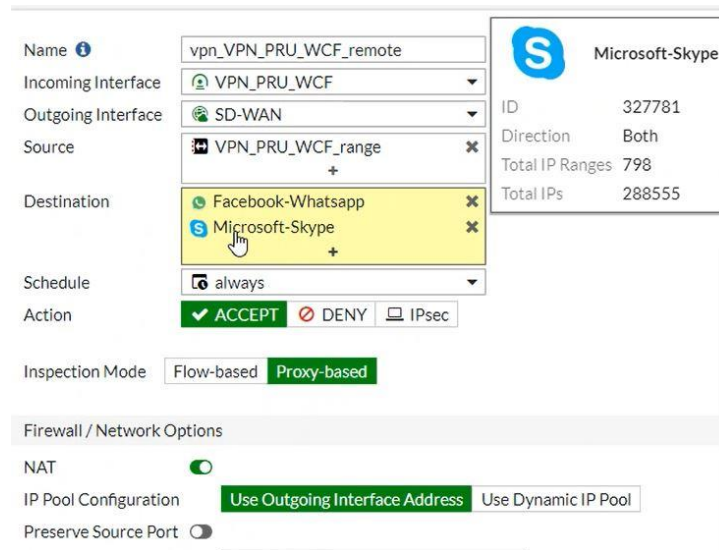
Ilustración 11 Prioridad a los Skype Business



Fuente 16 Ilustración de un dispositivo empresarial propio

Anteriormente hemos hablado que dentro de una compañía la aplicación de Skype Business es una aplicación crítica, pues con ella es con lo que se realizan la mayoría de las comunicaciones, conferencias y capacitaciones dentro de una organización, por lo que se requiere que esta siempre esté disponible y con la mayor tasa de transferencia de datos y una buena tasa en el ancho de banda. De igual forma existen otras aplicaciones que pueden ser consideradas en la misma funcionalidad y todo dependerá de cada compañía, ya que algunas pueden optar también por otra AP de la suite de Microsoft como lo es teams, o bien también podría considerarse whatsapp o Facebook para las comunicaciones de medios sociales, tal y como se muestra en la ilustración 12.

Ilustración 12 Anexando aplicaciones por medio de VPN


















Fuente 17 Ilustración de un dispositivo empresarial propio

5.1.5 Dando permisos al correo de Microsoft

Una de las aplicaciones que más se utilizan dentro de las organizaciones es el correo y debido a la popularidad y más demanda de uso a nivel global se tiene por preferencia el uso de la suite de office, el Outlook y más recientemente todo el office 365, el cual tiene su operación en la nube y ante esto es necesario contar con buenos parámetros de seguridad para tener un buen control dentro de esta suite.

En cuanto al uso del correo una aplicación por donde se puede llegar a presentar fallas de vulnerabilidad por la cantidad de correos que ingresan a diario a los diferentes usuarios es necesario que se tenga una serie de políticas definidas que protejan contra cualquier posible correo sospechoso y si bien los firewall tradicionales ayudan en la seguridad de correos no deseados, los dispositivos SD-WAN de Fortinet cuentan con un firewall adicional en donde se pueden definir políticas adicionales para cualquiera de las sedes que tenga una organización, o bien definiendo los diferentes permisos a toda la red, en la Ilustración 13 podemos ver un ejemplo de permisos que han sido definidos para el Outlook y en donde si regla cumple con los parámetros de seguridad establecida esta estará permitiendo el paso del correo.

Ilustración 13 Permisos en el correo

Date/Time		S...	Destination	Application Name	Action
2019/11/27 20:04:44		192....	52.96.69.50 (attachment.outlook.live.net)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 20:03:59		192....	13.107.42.11 (live.ms-acdc.office.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:49:32		192....	20.36.216.244	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:44:56		192....	52.96.35.2 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:44:56		192....	52.96.35.2 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:42:19		192....	52.96.9.178 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:42:17		192....	52.96.9.178 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:42:17		192....	52.96.9.178 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:42:17		192....	52.96.9.178 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:33:16		192....	40.97.188.226 (eas.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:33:16		192....	40.97.188.226 (eas.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:26:13		192....	52.96.58.98 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:26:13		192....	52.96.58.98 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass
2019/11/27 19:26:13		192....	52.96.58.98 (imap-mail.outlook.com)	 Microsoft.Outlook	pass

Fuente 18 Ilustración de un dispositivo empresarial propio

6. SD-WAN DENTRO DE LAS EMPRESAS EN LAS APLICACIONES Y EL USO DEL CLOUD

Las redes SD-WAN también cuentan con una simplificación a la redes de las compañías, esto se da al brindar una mayor rapidez debido a la implementación atomizada, la sencillez en la configuración, además de permitir que múltiples servicios, dispositivos y enlaces coexistan e interactúen entre sí, esto se debe a la optimización en el rendimiento de las aplicaciones mediante los enlaces híbridos que cuenten con un acceso directo y seguro para las aplicaciones empresariales y de cloud. Con el SD-WAN se tiene una constante supervisión y visibilidad que se consolida en múltiples enlaces WAN y proveedores de servicios⁴³.

Contando con una red definida por software del tipo SD-WAN, muchos servicios comienzan a migrar a entornos más amigables o que bien se puedan acceder en todo momento y de una forma segura, dentro de las organizaciones un usuario que está dentro de la red de forma legítima es decir que ha cumplido con todas condiciones como el acceso de usuario la autenticación a la red por medio de un NAC y la conexión con token RSA, puede acceder a toda la red y las aplicaciones que se utilizan en la compañía, la mayoría se encontrara en la nube, por lo que algunos proveedores que implementen su solución SD-WAN pueden proveer de diferentes dispositivos para la seguridad hacia la nube como bien sería el caso de un CASB, el cual al operar de manera bidireccional se protegerá los directorios que son subidos a las diferentes nubes, esto sin contar que los proveedores con los que se contrate brindaran un nivel extra en la seguridad siempre y cuando sean servicios pagos. Esta facilidad de subir documentos a la nube ayuda a que muchos colabores dentro de las empresas eviten tener que estar realizando diferentes conexiones por medios VPN en lugares externos a las instalaciones y que según el lugar donde se encuentren estas conexiones pueden fallar y tener los archivos disponibles de manera segura es importante.⁴⁴

6.1 Ayuda en cuanto a seguridad

Las redes SD-WAN son las redes modernas para las comunicaciones, es por ello que este tipo de redes cuentan con una buena innovación en cuanto a seguridad y eficiencia, ya que cuando son implementadas dentro de los entornos empresariales se logra obtener una mayor seguridad cuando de transferir datos se habla; además de contar un buen manejo en los diferentes canales de comunicación, que puedan

⁴³ VMware, «Descripción de SD-WAN». [En línea]. [04 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.vmware.com/latam/solutions/sd-wan.html>).

⁴⁴ BUSINESSWIRE, «Masergy Announces Managed Cloud Access Security Broker (CASB) Solution». [En línea]. [07 Mayo de 2018] disponible en: (<https://www.businesswire.com/news/home/20180507005141/en/>).

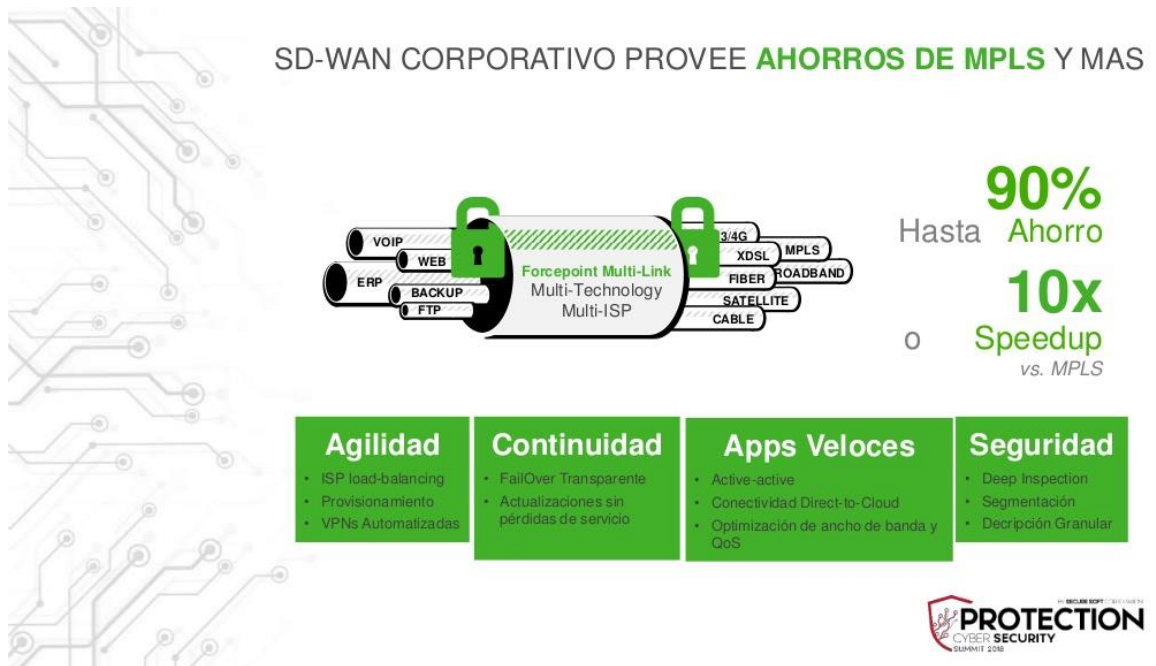
tener contratados las organizaciones⁴⁵. Hoy en día dentro de las redes actuales es decir las tradicionales WAN, la forma mediante la cual se puede asegurar tanto aplicaciones como la red y de forma confiable, es mediante el uso de una conmutación de etiquetas multiprotocolo, el único problema de hacer uso de esto es su costo; es allí en donde las empresas comienzan a considerar a las redes SD-WAN como una opción para así limitar el uso de este tipo protocolos, ya que el costo de esta técnica se debe a que las redes MPLS son más una técnica que un servicio debido que pueden brindar cualquier cosa, como una VPN IP e incluso una Ethernet metropolitana y dado que esto tiene un gran costo, las empresas consideran a la SD-WAN como una forma mediante la cual se puede optimizar las conexiones a la red con un menor costo como internet ⁴⁶.

Se podría pensar que en una red con la cual se tendrán menos costos, generando ahorros en los gastos y que adicionalmente se recibirá seguridad velocidad en las comunicaciones de las aplicaciones, continuando con una buena continuidad en todas las apps de la organización sin perder continuidad es de pensar que la red no funciona, sin embargo la tecnología SD-WAN cuenta con esta capacidad debido a como son utilizados los recursos tanto de internet como los de la MPLS, algo que puede verse en la Ilustración 14, en donde todo el tráfico es segmentado para contar con una mejor velocidad y continuidad en los recursos con los que cada compañía tenga, esto sin dejar de lado la seguridad que es de los puntos que más busca y se desean para una compañía.

⁴⁵ GARCÍA, José Carlos, «SD-WAN: las redes modernas de comunicaciones». [En línea]. [28 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.claro.com.co/empresas/sectores/noticias-interes/sd-wan/>).

⁴⁶ WEINBERG, Neal and JOHNSON Johna Till, «Cómo funciona MPLS». [En línea]. [21 Marzo de 2018] disponible en: (<https://www.networkworld.es/telecomunicaciones/como-funciona-mpls>).

Ilustración 14 SD-WAN Seguridad y bajos costos



Fuente 19 <https://image.slidesharecdn.com/05presentacionforcepoint-180430220609/95/seguridad-y-eficiencia-unidas-para-redes-wan-hibridas-el-camino-hacia-sdwan-11-1024.jpg?cb=1525126676>

De acuerdo con CISCO, cada vez hay más usuarios, más aplicaciones y más dispositivos esto ha comenzado a superar el límite en el flujo de datos y dispositivos en las arquitecturas de las redes WAN tradicionales, lo que ha conllevado a impedir que las redes pueden seguir este ritmo de crecimiento, por ello una de las soluciones propuestas para esto es utilizar el poder que tienen las redes definidas por software (SD-WAN) dentro de una red WAN lo que terminaría siendo una red híbrida, esta implementación permitirá que las organizaciones puedan mejorar no solo el rendimiento que tiene su red y uso de aplicaciones, sino que también los costos en utilidades se reducen, sin mencionar que estas continuarán manteniéndose protegidas ⁴⁷.

6.1.1 SD-WAN seguridad en el cloud

Con una creciente evolución en la tecnología y la aparición de nuevas aplicaciones que son almacenadas en la nube, la gran mayoría de las organizaciones buscan como tener una mayor seguridad para las aplicaciones de terceros, como también para las propias, las cuales como ya hemos mencionado son almacenadas en la nube que bien podría ser una nube pública que está en internet o las privadas que

⁴⁷ Cisco, « SD-WAN: el nuevo panorama de las redes». [En línea]. [01 Enero de 2018] disponible en: (https://www.cisco.com/c/m/es_es/solutions/enterprise-networks/sd-wan/new-landscape-of-networking.html?oid=ebken010131).

serían las MPLS, para esto las SD-WAN le ofrecen a estas organizaciones continuar con las ventajas propias que ya tienen las cloud como son la agilidad y el desempeño además de otorgar un control de seguridad adicional que es otorgado por las compañías que proporcionan los servicios en la nube, AWS, Oracle, Azure.

Una vez que se ha implementado una solución SD-WAN que cuente con una administración de la nube es necesario comprender que no todos los proveedores ofrecerán las mismas características por lo que es recomendable conocer qué clase de equipos adquirir o con qué proveedor contratar la mayoría de dispositivos, para esto podemos hablar de uno de ellos como lo es Huawei ya que cuentan con una arquitectura que es optimizada, además de contar con una aceleración de hardware para evitar lentitud en el manejo de aplicaciones, adicionalmente sus algoritmos de procesamiento y enrutadores NetEngine AR6000 que ayudan a acelerar las interconexiones con las sedes asociadas a una compañía ⁴⁸.

6.1.2 Arquitectura SD-WAN para seguridad en el cloud

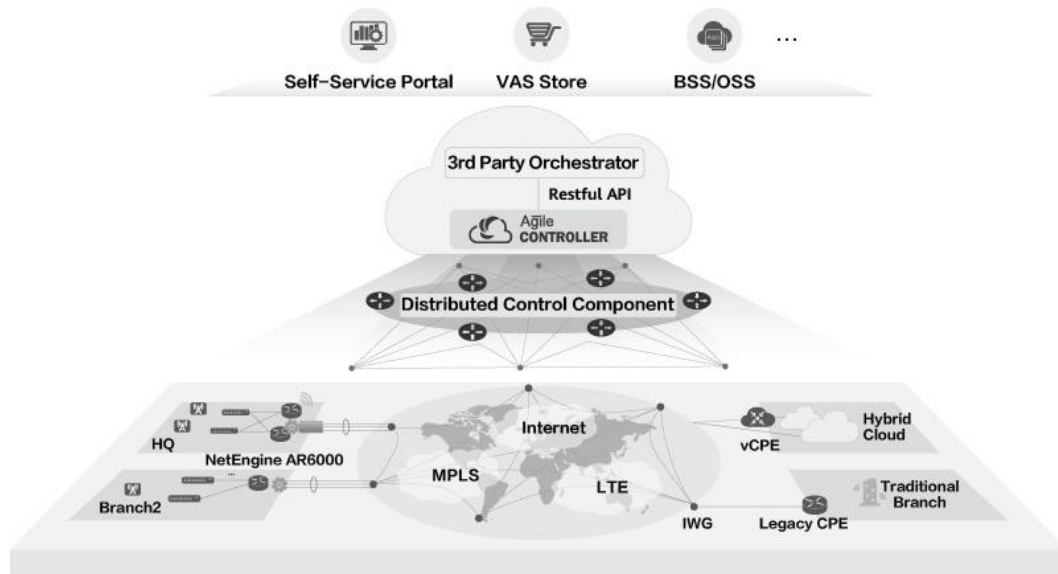
Una solución CloudWAN está compuesta por enrutadores de la serie AR6000 de NetEngine, vCPE AR1000V, componente de control distribuido, un controlador ágil y para finalizar el orquestador de terceros dicha estructura se puede ver con la Ilustración 15 en la que se tienen diferentes tipos de redes interconectadas entre sí y con una comunicación con aplicaciones a nivel mundial entre redes diferentes y el uso del Cloud, y al igual que una red tradicional pero con los beneficios de seguridad y velocidad de las SD-WAN la comunicación y uso del Cloud se estará realizando desde diferentes tecnologías de comunicación incluyendo las 3G, 4G y la 5G en los países en donde ya está disponible.

- **Enrutador NetEngine serie AR6000:** Funciona como lo haría un CPE de salida dentro de una sucursal empresarial o de un centro de datos.
- **AR1000V vCPE:** Al igual que el enrutador funciona también como un CPE de salida, pero en este caso su salida es en un centro de datos o un sitio en la nube. Se ejecuta desde un servidor que puede ser físico o bien desde un entorno virtual.
- **Componente de control distribuido:** Se encarga de distribuir la información de ruta y el túnel VPN entre el CPE según las políticas de la topología VPN que el usuario haya definido.
- **Controlador ágil:** Encargado de dar orden de forma automática tanto topologías como políticas, supervisa el rendimiento y brinda API RESTful (aplicación en el backend) el cual va hacia el norte para poder tener una interconexión con orquestadores de terceros y otros tipos de sistemas. ⁴⁹

⁴⁸ Huawei, « NetEngine AR6000 de próxima generación ». [En línea]. [05 Mayo de 2020] disponible en: (<https://e.huawei.com/es/products/enterprise-networking/routers/new-ar-router>).

⁴⁹ Huawei, « AR1000V Virtual Router ». [En línea]. [02 Diciembre de 2019] disponible en: (<https://s3.amazonaws.com/huaweisdwan/Huawei+AR1000V+brochure.pdf>)

Ilustración 15 Arquitectura de soluciones SD-WAN



Fuente 20 <https://e-file.huawei.com/-/media/EBG/Images/SolutionV2/enterprise-network/sd-wan/topic/CloudWAN-SD-WAN-img-en.jpg?la=es-MX>

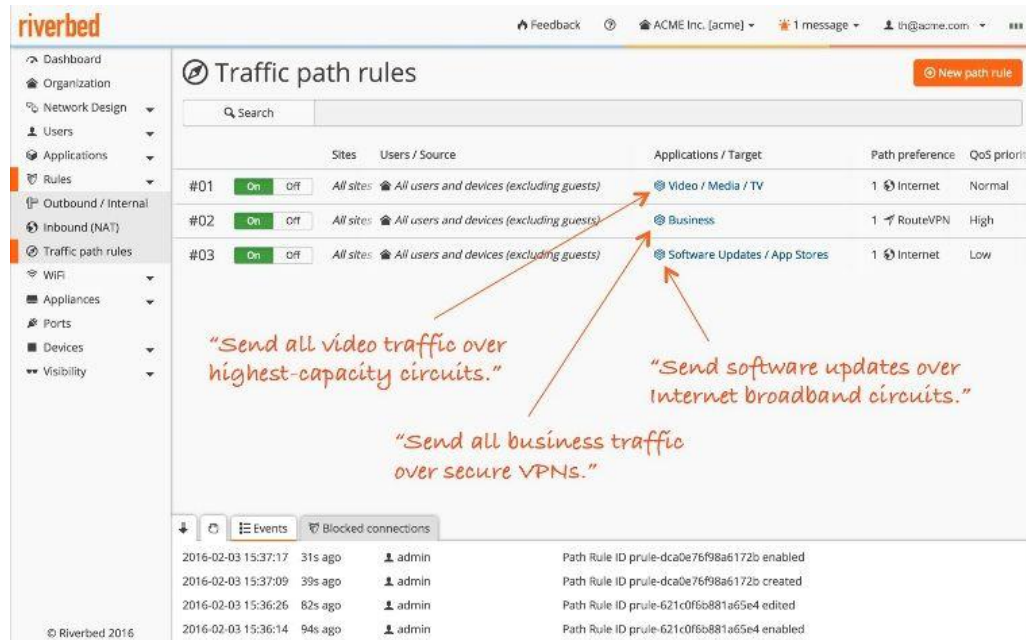
6.1.3 Solución SD-WAN basada en la nube con Riverbed

El proveedor Riverbed cuenta con una solución SD-WAN, con la cual se propone tener un acercamiento a las redes de una forma diferente y evolucionando a lo que el mundo actualmente se acerca un entorno a la nube. Lo que se busca es aportar a las redes que actualmente tienen las compañías tener una gestión que sea centralizada en las aplicaciones definiendo como utilizar correctamente los servicios al definir reglas para un mejor tráfico como se ve en la Ilustración 16, y así poder tener una respuesta ante las problemáticas que actualmente presentan algunas compañías, lo que realmente se quiere con la solución SD-WAN para os entorno en nube es que haya un mejor rendimiento y una mejor agilidad en las aplicaciones. Riverbed cuenta con un producto llamado SteelConnect con el cual se busca que se tenga unificación con la conectividad de la red mediante el uso de las redes WAN híbridas, LANs remotas y redes cloud como lo son AWS de Amazon o el cloud de Microsoft, Microsoft Azure.

Para poder tener un buen control en el manejo de la red, la conexión al cloud y manejo de las aplicaciones, la solución de Riverbed cuenta con una serie completa de dispositivos como switches LAN, puntos de acceso WIFI y Gateway WAN

blindados, con lo cual se tendrá gestión de una manera central desde una consola cloud la cual cuenta con una interfaz de usuario la cual es grafica e intuitiva.⁵⁰

Ilustración 16 Entorno SD-WAN Riverbed



Fuente 21 <http://www.haycanal.com/uploads/noticias/9499/riverbed.jpg>

⁵⁰ Riverbed, « Riverbed presenta nueva solución SD-WAN basada en la nube ». [En línea]. [28 Noviembre de 2019] disponible en: (<https://haycanal.com/noticias/9499/riverbed-presenta-nueva-solucion-sd-wan-basada-en-la-nube>)

7. VENTAJAS DESDE EL TRANSPORTE DE DATOS EN SUS DIFERENTES FORMATOS

Otras ventajas que pueden ser encontradas con las redes definidas por software (SD-WAN) de acuerdo con CISCO, es que estas permiten la administración de red área amplia e incluso una WAN, esto sin contar con la reducción en los costos con el transporte de datos en MPLS, 3G, 4G LTE, entre otras. Las aplicaciones empresariales son quienes más se benefician esto debido a la mejora en el rendimiento, seguridad y aumento en la agilidad, se simplifican las operaciones automatizadas y la gestión basada en la nube ^{51 52}.

En el transcurso del presente año 2020 dos grandes compañías como lo son Cisco y Google se acercaron y formaron una relación que ha permitido acercar más clientes para que puedan interconectarse hacia las redes SD-WAN brindando aplicaciones que se ejecuten en un centro privado, que podría ser manejado por Google Cloud o cualquier otra nube disponible e incluso una aplicación SaaS.

Las ventajas que trae consigo dicha unión entre estos dos grandes que la plataforma que ambos han desarrollado y que han llamado SD-WAN Cloud Hub de Cisco con Google Cloud, combina una serie de diferentes parámetros de seguridad, definiendo políticas y sincronización con la red troncal que estará establecida por el software de Google de esta forma estará garantizando que sea complicado los diferentes SLA para las aplicaciones. ⁵³

7.1 Manjeo de seguridad SD-WAN y sus ventajas

SD-WAN, es el concepto de seguridad dentro de las redes inteligentes, hoy en día con la revolución digital que hay, existen dos reglas que por así decirlo pueden alejar o atraer nuevos clientes y eso es la experiencia y la seguridad, los clientes que son atendidos de una forma eficaz tienden a regresar, sin embargo aquellos que tienen malas experiencias y más cuando de seguridad se trata como la pérdida de información y de datos, etc. no regresan y darán una mala referencia ante el mercado. Es por esto que las redes SD-WAN están encargadas de manejar la seguridad de una forma eficiente, esto lo logran al contar con las tecnologías más recientes y poderosas todo en cuanto a seguridad digital se refiere, además de contar con un concepto de datos distribuidos y no hacer uso de datos centralizados, brindando de primera un control de la información que posee un negocio de forma segura y controlada, adicionalmente la seguridad de una red que es descentralizada

⁵¹ Cisco, «What are the benefits of SD-WAN?». [En línea]. [09 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>).

⁵² Sonicwall, «SECURE SD-WAN». [En línea]. [11 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.sonicwall.com/solutions/use-cases/secure-sd-wan/>).

⁵³ COONEY, Michael, «Cisco y Google Cloud integran la conectividad SD-WAN». [En línea]. [23 Abril de 2020] disponible en: (<https://www.networkworld.es/cloud-computing/cisco-y-google-cloud-integran-la-conectividad-sdwan>)

y está en la nube, trae consigo grandes ventajas que son de ayuda y atractivas para cualquier negocio, algunas de estas ventajas son:

- Control sobre el tráfico: Dado que la cantidad de datos que las empresas suelen manejar es alto y estos pueden sufrir constantes picos y cambios bruscos, y dado que una red propia es limitada.
- Con una SD-WAN se pueden detectar en tiempo real los cambios que se presentan en el tráfico de datos, además de tener un continuo monitoreo en tiempo real de como es el comportamiento de las aplicaciones.
- Distribución de los recursos de la red de una forma inteligente de acuerdo con los picos de trabajo.
- Detección de ataques en tiempo real.
- De acuerdo con el gerente de ingeniería de Fortinet en Argentina Hernando Castiglioni. La tecnología SD-WAN permite contar con un control sobre la red de una forma centralizada y automatizada y dada la cantidad de diferentes proveedores que hay en el mercado y tecnologías que se tienen con el SD-WAN la gestión sobre estos se simplifica permitiendo que el personal que se encarga de la gestión del tráfico pueda enfocar su atención sobre el negocio de las compañías^{54 55}.
- Seguridad distribuida: Dado que con este modelo no existe el antiguo modelo de centro de datos, la información ya no debe de ser transmitida de alguna sede u oficina remota hacia algún lugar central, con este nuevo modelo los datos son entregados desde la nube hacia quien los requiere, claro todo con la protección digital precisa teniendo un respaldo inmediato y una seguridad avanzada que ayuda a prevenir el acceso no autorizado a la información.
- Brindar una escalabilidad y flexibilidad: La redes SD-WAN no solo cuentan con la capacidad para habilitar los recursos de la red de una manera eficiente hacia donde sean requeridos, sino que también protege la información de una organización con el uso de las tecnologías más recientes en cuanto a seguridad⁵⁶.
- Con una red SD-WAN las aplicaciones se convierten en parte de las operaciones de la red, esto debido a que esta tecnología tiene la facilidad de permitir de forma consistente el enrutamiento de las aplicaciones y hacer uso de cualquier transporte que se encuentre disponible dentro una ruta dinámica

⁵⁴ LARRAZ, Guillermo, «Las ventajas de una solución SD-WAN para pymes». [En línea]. [10 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.teldat.com/blog/es/sd-wan-para-pymes-en-la-nube/#more-3059>).

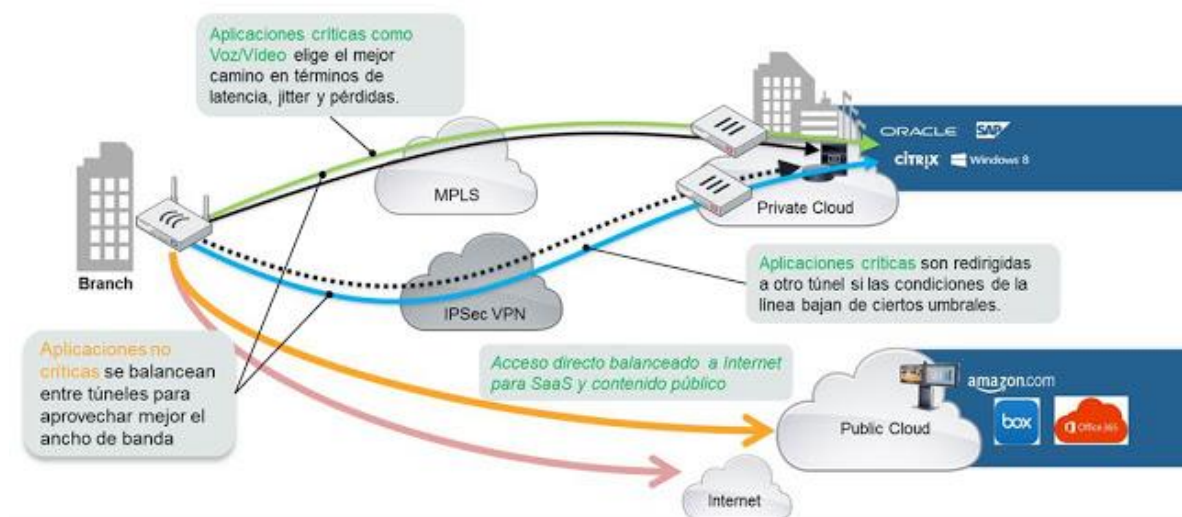
⁵⁵ ALOSNO, Alejandro, «Una jornada segura hacia la red WAN definida por software». [En línea]. [05 Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.itsitio.com/ar/una-jornada-segura-hacia-la-red-wan-definida-software/>).

⁵⁶ GARCÍA, José Carlos, «SD-WAN: las redes modernas de comunicaciones». [En línea]. [28 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.claro.com.co/empresas/sectores/noticias-interes/sd-wan/>).

para satisfacer cualquier SLA determinado⁵⁷.

- Con el uso de una red SD-WAN diferentes negocios ubicados en diferentes sitios remotos podrán estar conectados entre sí aun cuando se está haciendo uso de una conexión diferente lo que significa que una compañía no requiere hacer nuevas inversiones en nuevas infraestructuras.
- Equilibrio en el balanceado entre la carga de varios y diferentes enlaces y así decidir la cantidad de recursos que deberán ser asignados a cada una de las aplicaciones que se tengan⁵⁸.
- Debido a que existe una gran cantidad de aplicaciones y las organizaciones usan aplicaciones que pueden consumir una gran cantidad del ancho de banda, algunas de ellas se definen como aplicaciones críticas como la voz y otras como no críticas que pueden ser balanceadas por medio de túneles y así poder acceder a las que se almacenan en una cloud publica para tener acceso a un office 365, este tipo de conexión puede ser apreciado en la Ilustración 17.

Ilustración 17 Manejo de cargas con SD-WAN



Fuente 22 https://2.bp.blogspot.com/-Bn_l8-1Gjk4/WN1Y3M-0Cbl/AAAAAAAAABMU/ZHQctRxjS0wzTIOOqjcFb20FTTLpm-YzQCLcB/s640/img1.jpg

⁵⁷ Broadcom, «Top 3 Strategies for Successful SD-WAN Monitoring». [En línea]. [05 Junio de 2019] disponible en: (<https://www.broadcom.com/sw-tech-blogs/aiops/top-3-strategies-for-successful-sd-wan-monitoring>).

⁵⁸ Spooster it services, «The cost breakdown of SD-WAN and MPLS». [En línea]. [15 Junio de 2018] disponible en: (<https://spooster.com.au/sd-wan-cost-australia/>).

8. Cifrado de datos en el SD-WAN

En una solución SD-WAN es importante que los datos cuenten con un cifrado de alto nivel para proteger todos los datos y aplicaciones que se encuentran dentro de la red de una organización, para ello se hace uso de un cifrado IPsec y una encriptación AES-256 cifrado muy fuerte el cual es utilizado por la agencia de seguridad nacional de los estados unidos la NSA para así proteger los documentos que cuentan con una clasificación top secret).

Adicionalmente los datos son cifrados al ser segregados en las capas de la 3 a la 7, lo que significa que cada organización cuenta con una red privada además de firewalls que son dedicados y un pool de dirección IP las cuales no podrán ser compartidas con nadie más. De este mismo modo tanto datos como aplicaciones se almacenan en un espacio distinto a otro tipo de información y este almacenamiento es cifrado de una forma exclusiva en reposo. Cabe resaltar que al momento en que se realicen las copias backup programadas dentro de una organización la solución SD-WAN hace uso AES-256 algoritmo para que la información quede encriptada tanto en la nube como en los discos de almacenamiento designados⁵⁹.

8.1 Túneles encriptados dentro del SD-WAN

Las soluciones SD-WAN cuentan con una opción de seguridad para el cifrado es hacer uso de túneles que estén encriptados en las diferentes partes de la red de una organización haciendo que las conexiones sean igual de seguras que una VPN sin que haya sido aprovisionada o se haya configurado como tal. Para poder asegurar que dentro de una red solo los usuarios que están debidamente autorizados puedan hacer uso de la red, las soluciones SD-WAN cuentan con capacidades de cifrado que vienen ya integradas su programación interna y así solo permitir el uso tanto de activos como de datos a los usuarios autorizados⁶⁰.

8.1.1 Firewall y redes privadas automáticas para la encriptación

Anteriormente hemos hablado sobre la facilidad que tienen las soluciones SD-WAN para integrarse a las redes ya existen dentro de una organización estas funcionan correctamente en combinación con los dispositivos firewalls ya presentes y los switches presentes, debido al soporte centralizado para una seguridad integrada la cual es proporcionada por las soluciones SD-WAN, los dispositivos como los firewalls APS y switches, eliminando la necesidad de requerir dispositivos de

⁵⁹ LEVIN Gayle, « Star Wars, Network Security and the Force of SD-WAN». [En línea]. [6 Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.riverbed.com/blogs/star-wars-network-security-and-the-force-of-sd-wan.html>).

⁶⁰ Martello, «Game Changing SD-WAN Finding the Right SD-WAN Solution». [En línea]. [20 de Noviembre de 2019] disponible en: (https://martellotech.com/ebooks/finding-the-right-sd-wan-solution/?utm_source=google)

seguridad adicionales a los ya existentes en sedes propias a la organización. Las soluciones SD-WAN incluyen un firewall incorporado logrando tener un estricto control respecto al cifrado y las políticas del tráfico de internet de salida y entrada que es permitido.

Para las redes privadas automáticas o AutoVPN, estas redes se basan el cifrado IPSec estándar AES-256, creando así una red VPN troncalizada que es segura tanto para los usuarios de las sedes principales de una organización como para las sedes remotas. Y si se desea aumentar aún más el nivel de seguridad respecto al cifrado de la información y datos se podrá implementar entre los diferentes puntos de acceso, Gateway y VPN de terceros clásicas. Las AutoVPN son por lo general compatibles con todos los diferentes tipos de transporte WAN en donde se incluyen internet y las MPLS aplicando el nivel de seguridad y cifrado a las aplicaciones y los datos top-secret⁶¹.

8.2 Proveedores SD-WAN

Entre algunos de los muchos proveedores que hay referentes a equipos tecnológicos con redes, podemos encontrar a Juniper quienes creen en su capacidad y experiencia para evitar que se presenten riesgos dependerá en el cómo sea implementado una SD-WAN y debido que hay múltiples enfoques para su implementación y eso se debe a que no existe un estándar formal que se haya definido⁶². Otro de los proveedores que ofrecen servicios SD-WAN y que adicionalmente cuentan con enfoques en seguridad se encuentra versa networks, en su implementación SD-WAN se basan en VNF (Función de red virtual) mediante esta multifunción VNF ofrecida por el proveedor versa, se puede realizar un diseño rápido y personalizado en el cual se combinaran las funciones de red principal, contando con un enrutamiento consistente y seguro en cuanto a las aplicaciones que posea la organización^{63 64}.

8.2.1 La seguridad de Juniper

La seguridad ofrecida por Juniper en cuanto redes SD-WAN cuenta con cifrado en el transporte de datos mediante el protocolo IPsec y firewalls de próxima generación lo que se conoce como (NGFW) dentro de esta seguridad se incluye la gestión de un UTM de esta forma se puede contar con criterios para tener una red SD-WAN exitosa en cuanto a seguridad o cualquier tipo de implementación en cuanto

⁶¹ CITRIX, «netscaler-sd-wan». [En línea]. [01 Marzo de 2020] disponible en: (<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler-sd-wan/10/sd-wan-licensing.html>)

⁶² Juniper, «How Secure Are SD-WANs?». [En línea]. [29 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.juniper.net/us/en/insights/sd-wan-security>).

⁶³ Versa Networks, «AGILE AND EFFICIENT MANAGED SD-WAN SERVICES». [En línea]. [02 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.versa-networks.com/service-provider/managed-sd-wan/>)

⁶⁴ ROUSE, Margaret, «Funciones de red virtual, o VNF». [En línea]. [02 Octubre de 2019] disponible en: (<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Funciones-de-red-virtual-o-VNF>).

virtualización. Como dato de acuerdo con un estudio llevado a cabo por la empresa Heavy Reading en el año 2017 se obtuvo que la seguridad es la prioridad número uno para los proveedores que ofrecen servicios de comunicación⁶⁵. Con el aumento que se da día a día en fallas de seguridad respecto a virus del tipo malware que afectan al tráfico cifrado, es necesario buscar soluciones que brinden una seguridad avanzada, para aquellos negocios que ya se encuentran conectados directamente a internet, esta seguridad avanzada es requerida debido no solo al aumento en amenazas cibernéticas sino a la sofisticación que han presentad, además el aumento en ataques del tipo Ransomware y ataques de IPS por minuto. Una de las soluciones propuestas por Fortigate es realizar un análisis en tiempo real sobre los certificados SSL sin afectar la operatividad ni ralentizar el tráfico de la red de la compañía⁶⁶.

8.2.2 La simplificación de la red SD-WAN

La empresa Silver peak con su tecnología SD-WAN propone que para poder simplificar la arquitectura WAN se requiere de un enfoque que se base en políticas y que dicho enfoque este orientado a todas aquellas aplicaciones que no solo se implementen en los entornos existentes sino que también en aquellos nuevos, lo que con SD-WAN es una forma de superposición en un entorno existente o mediante un dispositivo SD-WAN pequeño pero que tenga integrado funciones de red para nuevos entornos como enrutamiento, optimización WAN y firewalls con encadenamiento de servicios⁶⁷. Hay algunas aplicaciones que tienden a presentar un alto consumo en las redes actuales y suelen presentar una lentitud en las redes de la compañía, por ello la solución que proporciona la empresa Aruba Networks con sus equipos SD-WAN son las características de Microsoft, para aplicaciones como Office 365, equipos y la aplicación para VoIP y streaming como el Skype for Business, ante esto la integración con la cual cuentan los equipos de esta Aruba Networks permite tener una visión única de estas aplicaciones detectando el tráfico del Skype for Business, teams y el office 365, priorizando el tráfico sobre las aplicaciones que no son tan críticas. También cuenta con una función para poder visualizar y tener control sobre las aplicaciones mediante una tecnología para realizar una inspección profunda de paquetes para evaluar y optimizar el rendimiento y políticas de QoS para más de 3.000 aplicaciones, también para el tráfico que pueda estar oculto o encriptado⁶⁸.

⁶⁵ Versa Networks, «AGILE AND EFFICIENT MANAGED SD-WAN SERVICES». [En línea]. [02 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.versa-networks.com/service-provider/managed-sd-wan/>)

⁶⁶ ALOSNO, Alejandro, «Una jornada segura hacia la red WAN definida por software». [En línea]. [05 Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.itsitio.com/ar/una-jornada-segura-hacia-la-red-wan-definida-software/>).

⁶⁷ Silver peak, «Enterprise: Simplifying WAN Architecture». [En línea]. [05 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/use-cases/simplifying-wan-architecture>).

⁶⁸ Aruba network, «ARUBA SD-WAN improved visibility and control at the WAN edge». [En línea]. [15 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_SD-WAN.pdf).

8.2.3 El beneficio de las SD-WAN para las APPS

Si bien anteriormente hemos hablado de los beneficios que trae consigo el SD-WAN, es importante también hablar sobre el cómo estas redes benefician a la entrega de APPS. Tradicionalmente el cómo se desempeñan las aplicaciones sobre las redes se ha manejado y supervisado mediante políticas de calidad de servicio, que normalmente son aplicadas dentro de los servicios de la capa 2 y 3, pero con la llegada de las redes definidas por software (SD-WAN) el escenario en el cómo son entregada cambia y por ello está el cuestionamiento de cuáles los beneficios de estas redes para las aplicaciones de la compañía.

Uno de los principales beneficios de las redes definidas por software es como dar prioridad al tráfico, pero en tiempo real y por ello estas se apoyan en uno de los principios en los cuales se determina cual es la mejor forma para enrutar el tráfico. Y acá es importante aclarar que esto es diferente a la calidad de servicio el cual se apoya en políticas en donde se determina el desempeño. Adicionalmente, el desempeño de aplicaciones es emparejado mediante un cifrado robusto, de esta forma es adicionado un nivel más en la seguridad con la cual ya cuenta el cliente. Dado que las redes SD-WAN pueden aprovechar de una forma dinámica todo tipo de conexiones pasando por las redes 4G de celular e incluso aquellas líneas rentadas y de banda ancha⁶⁹.

8.2.4 SD-WAN en el el IoT

El SD-WAN también podemos encontrarlo en áreas como IoT (internet de las cosas), por ejemplo, con aquellas organizaciones que dependen de las redes móviles y personal de campo, como socorristas, los departamentos que cuentan con áreas de transporte, los equipos de seguros contra desastres entre otros más, para estas empresas es importante que las conexiones LTE no solo sea segura sino también confiable. Los vehículos y los centros de comando móviles se han convertido en el centro de comunicaciones de campo, esto les permite a los empleados de las compañías acceder a las diferentes aplicaciones que son de misión crítica e internet en cualquier lugar, conservando el flujo de datos hacia la nube de una forma segura desde telemetría, sensores, cámaras de vigilancia y otros dispositivos⁷⁰.

⁶⁹ STURT, Robert, «Cómo SD-WAN beneficia la entrega de apps», [En línea]. [10 Agosto de 2016] disponible en: (<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Como-SD-WAN-beneficia-la-entrega-de-apps>).

⁷⁰ Innucloud, «ManagedSD-WAN IoT». [En línea]. [14 Octubre de 2019] disponible en: (<https://innucloud.com/managed-sd-iot/>).

9. RECOMENDACIONES

En el momento en el que una organización decide migrar su red WAN tradicional hacia una red definida por software SD-WAN, debe tomar en cuenta diferentes factores, entre ellos debe saber y comprender que si bien la tecnología es segura y tiene mecanismos que ayudaran a proteger los activos y aplicaciones, debe de realizar correctamente la gestión de su implementación si es que decide llevar a cabo todo este proceso con personal propio, aun así esto puede que no sea lo correcto pues el personal debe contar con el conocimiento necesario para su correcto despliegue y aseguramiento de toda la infraestructura, ante esto lo ideal es que cuando se contrate con alguno de los muchos proveedores de SD-WAN lleven a cabo todo el proceso de migración y en el proceso capacitar debidamente a los administradores de la red.

En el momento de considerar la tecnología SD-WAN como una opción para su negocio, lo ideal es documentarse correctamente, frente a los casos exitosos principalmente y por último, los casos donde se halla fallado con la tecnología en donde se podrán encontrar que la diferencia es amplia frente a los exitosos, y esto puede deberse a que los casos fallidos pueden deberse a malas asesorías en la implementación o simplemente casos en donde los mismos clientes incursionaron en la tecnología sin conocerla o haberse instruido correctamente por los fabricantes, algo que fácilmente ocurre en el medio con cualquier tecnología.

Una de las recomendaciones que fácilmente se le puede brindar a una empresa que este viendo con buenos ojos la tecnología de SD-WAN y que también pueden recomendar los fabricantes son 3 puntos a seguir:

- **Planee con anticipación:** Se debe considerar que en el momento de la migración puede presentarse un momento de caída en el servicio y comprendiendo que por unos pocos minutos de estar fuera en el servicio se puede perder mucho dinero, lo ideal es definir con anticipación cual es el correcto camino que se desea tener para el tráfico de las sedes vinculadas a la compañía hacia el centro de datos, los cuales podrían estar por una VPN o una MPLS de internet y otra parte del tráfico dejarla localmente por alguno de los proveedores de servicio de internet ascendentes (ISPs). En otras palabras es necesario tener claro de un principio cómo será el comportamiento del tráfico, cual se estará dejando por la MPLS y cual por enlace de internet.
- **No perder la visibilidad:** La tecnología SD-WAN opera con una serie de diferentes algoritmos de forma dinámica, los cuales están constantemente en funcionamiento y con el fin de mantener el mejor camino para la transferencia de datos y disponibilidad en las aplicaciones así como su seguridad, estos pueden cambiar una ruta definida de MPLS a Internet y viceversa, por esto

es necesario tener esto en cuenta en el momento que se decida validar algún tipo de falla.

- **Evaluar los riesgos:** Es necesario validar y conocer los riesgos que tiene una conectividad WAN por medio de internet aun así esto no es para desestimar la tecnología, pero si es un factor para analizar y conocer los posibles riesgos, que bien se podrían presentar en cualquier otra tecnología.
- **Enfoque en el usuario final:** Uno de los factores más importantes es la experiencia que tiene el usuario final, ya que a partir de este es que se puede garantizar una presentación en el servicio de la tecnología y también como se mencionó anteriormente cuando se conocen los casos de éxito se puede tomar mejores decisiones frente a la tecnología.

Algunas personas tienden a tener preferencias con algunas marcas, y muchas veces, esto no es bueno para una tecnología aun cuando esta tenga la capacidad para adaptarse a cualquier tecnología siempre y cuando tenga opciones SD-WAN, lo mejor y recomendable es escoger la más apta para el negocio y la que verdaderamente mejorar la seguridad.

10. CONCLUSIONES

- En el desarrollo del documento, se habló en diferentes ocasiones sobre como las SD-WAN ayudan a mejorar la seguridad de aplicaciones y más concretamente se dio una centralidad en las de Microsoft, esto debido a que son las utilizadas a nivel mundial, no obstante también se puede concluir y apreciar que con un SD-WAN correctamente definido y unas políticas de seguridad y navegación establecida, la seguridad se extiende a cualquier clase de aplicación que se tenga bien sea en la red o la nube, partiendo desde las de mayor criticidad, hasta llegar a las menos críticas.
- En la búsqueda de la seguridad y la protección de aplicativos y de la nube, se pueden presentar diferentes proveedores que promuevan una buena seguridad y algunos promoverán mejores parámetros que otros, pero en el momento crucial de escoger uno, lo idea es validar correctamente las posibles marcas y conocedor en detalle cómo operan cada uno y que ventajas puede traer consigo cada para el negocio, la ventaja que se tiene frente a diferentes marcas es que la tecnología SD-WAN fluye con cualquier tecnología, aun así lo mejor para una mayor optimización es contar en lo posible todo con la menor cantidad de marcas dentro de la red.
- Con nuevas aplicaciones que cada vez demandan un mayor consumo en el ancho de banda, es un tema que puede afectar mucho las operaciones de una compañía, con una red tradicional se pueden generar condiciones para que todo funcione, pero un algún momento e presentaran nuevas fallas, las redes SD-WAN cuentan con un gran beneficio, que permite a un administrador de red definir cómo distribuir la red segmentándola partes para cada aplicación esto además es una función interna de la propia SD-WAN, la cual gracias al uso de sus algoritmos valida los mejores caminos y disposición de la red para transmitir y usar las aplicaciones.
- Cuando se desea asegurar cualquier información, es importante contar con cifrados potentes y por ello las SD-WAN ayudan en este campo de la seguridad, ante el uso de cifrados complejos y potentes como los IPSec y encriptación de gran complejidad como el AES 256, este tipo de seguridad es lo que toda persona quiere para su compañía y esto se debe a que son formatos que agencias gubernamentales utilizan, contando que esta seguridad suele ir acompañada del uso de otras tecnologías ya conocida y que tienen un recorrido en el mercado como el uso de firewalls y túneles que también llevan una inscripción en el protocolo.

11. REFERENCIAS

A. Gottlieb, «A Brief History of the Enterprise WAN». [En línea]. [06 Abril de 2012] disponible en: (<https://www.networkworld.com/article/2222089/a-brief-history-of-the-enterprise-wan.html>).

ALOSNO, Alejandro, «Una jornada segura hacia la red WAN definida por software». [En línea]. [05 Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.itsitio.com/ar/una-jornada-segura-hacia-la-red-wan-definida-software/>).

Aruba network, «ARUBA SD-WAN improved visibility and control at the WAN edge». [En línea]. [15 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_SD-WAN.pdf).

BOUDREAU, Brianna «A Primer For Anyone Who Has Ever Googled “What is SD-WAN?”». [En línea]. [26 Julio de 2016] disponible en: (<https://blog.telegeography.com/what-is-sdwan-how-to-use-sd-wan-in-your-network>).

Broadcom, «Top 3 Strategies for Successful SD-WAN Monitoring». [En línea]. [05 Junio de 2019] disponible en: (<https://www.broadcom.com/sw-tech-blogs/aiops/top-3-strategies-for-successful-sd-wan-monitoring>).

BUSINESSWIRE, «Masergy Announces Managed Cloud Access Security Broker (CASB) Solution». [En línea]. [07 Mayo de 2018] disponible en: (<https://www.businesswire.com/news/home/20180507005141/en/>).

C. Annesley, «Asegurando la SD-WAN: El próximo desafío de las redes de conexión». [En línea]. [26 Agosto de 2019] disponible en: (<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Asegurando-la-SD-WAN-EI-proximo-desafio-de-las-redes-de-conexion>).

Cisco, « SD-WAN: el nuevo panorama de las redes». [En línea]. [01 Enero de 2018] disponible en: (https://www.cisco.com/c/m/es_es/solutions/enterprise-networks/sd-wan/new-landscape-of-networking.html?oid=ebken010131).

Cisco, «Cisco SD-WAN Design Guide». [En línea]. [01 Octubre de 2018] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/solutions/CVD/SDWAN/CVD-SD-WAN-Design-2018OCT.pdf>).

Cisco, «Cisco SD-WAN Solution Overview». [En línea]. [14 Noviembre de 2019] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/solution-overview.html>).

Cisco, «SD-WAN: el nuevo panorama de las redes». [En línea]. [01 Marzo de 2018] disponible en: (https://www.cisco.com/c/m/es_es/solutions/enterprise-networks/sd-wan/new-landscape-of-networking.html?oid=ebken010131).

Cisco, «What are the benefits of SD-WAN?». [En línea]. [09 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html>).

Citrix, «What is SD-WAN or Software-Defined WAN?». [En línea]. [22 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://lac.citrix.com/glossary/sd-wan.html>).

CITRIX, «netscaler-sd-wan». [En línea]. [01 Marzo de 2020] disponible en: (<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler-sd-wan/10/sd-wan-licensing.html>).

COONEY, Michael, «Cisco y Google Cloud integran la conectividad SD-WAN». [En línea]. [23 Abril de 2020] disponible en: (<https://www.networkworld.es/cloud-computing/cisco-y-google-cloud-integran-la-conectividad-sdwan>).

D. Dubie, «Managing the WAN». [En línea]. [13 Marzo de 2006]. Disponible en: (<https://www.networkworld.com/article/2309455/managing-the-wan.html>).

Fernando. Muñoz, «SD-WAN: la disputa por llevar las redes inteligentes a las empresas en Colombia». [En Línea]. [27 Abril de 2019] disponible en: (<https://impactotic.co/sd-wan-redes-inteligentes-en-colombia/>).

Fortinet, «Fortigate Secure SD-WAN Use Cases». [En línea]. [08 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.fortinet.com/lat/products/sd-wan.html#use-case>).

Fortinet, «Fortinet Beats the Competition with its Robust Secure SD-WAN Solution». [En línea]. [15 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.fortinet.com/blog/business-and-technology/fortinet-beats-the-competition-with-its-robust-secure-sd-wan-sol.html>).

Fortinet, «Why SD-WAN: 4 Critical Benefits that Add Value to Your Business». [En línea]. [04 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.fortinet.com/lat/products/sd-wan/what-is-sd-wan.html>).

GARCÍA, José Carlos, «SD-WAN: las redes modernas de comunicaciones». [En línea]. [28 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.claro.com.co/empresas/sectores/noticias-interes/sd-wan/>).

Gartner, «Sobre la empresa Gartner». [En línea]. [01 Octubre 2019] disponible en: (<https://www.gartner.com/en/about>).

Martello, «Game Changing SD-WAN Finding the Right SD-WAN Solution». [En línea]. [20 de Noviembre de 2019] disponible en: (https://martellotech.com/ebooks/finding-the-right-sd-wan-solution/?utm_source=google)

Huawei, « AR1000V Virtual Router ». [En línea]. [02 Diciembre de 2019] disponible en: (<https://s3.amazonaws.com/huaweisdwan/Huawei+AR1000V+brochure.pdf>)

Huawei, « NetEngine AR6000 de próxima generación ». [En línea]. [05 Mayo de 2020] disponible en: (<https://e.huawei.com/es/products/enterprise-networking/routers/new-ar-router>).

Innucloud, «ManagedSD-WAN IoT». [En línea]. [14 Octubre de 2019] disponible en: (<https://innucloud.com/managed-sd-iot/>).

Juniper, «How Secure Are SD-WANs?». [En línea]. [29 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.juniper.net/us/en/insights/sd-wan-security>).

KUPREEV, Oleg; Badovskaya Ekaterina, « Ataques DDoS en el primer trimestre de 2019 ». [En línea]. [21 de Mayo de 2019] disponible en: (<https://securelist.lat/ddos-report-q1-2019/88828/>).

LANNER, « SD-WAN simplifica y asegura la gestión de WAN híbrida empresarial ». [En línea]. [14 de Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.lanner-america.com/es/computacion-de-redes/sd-wan-simplifica-y-asegura-la-gestion-de-wan-hibrida-empresarial/>).

LARRAZ, Guillermo, «Las ventajas de una solución SD-WAN para pymes». [En línea]. [10 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.teldat.com/blog/es/sd-wan-para-pymes-en-la-nube/#more-3059>).

LEVIN Gayle, « Star Wars, Network Security and the Force of SD-WAN ». [En línea]. [6 Febrero de 2018] disponible en: (<https://www.riverbed.com/blogs/star-wars-network-security-and-the-force-of-sd-wan.html>).

NETWORKING, «El mercado SD-WAN generará 6.000 millones de dólares en 2020». [En línea]. [12 Julio de 2016] disponible en: (<https://www.networkworld.es/networking/el-mercado-sdwan-generara-6000-millones-de-dolares-en-2020>).

Optical Network, « Cómo funciona SD-WAN ». [En línea]. [27 Marzo de 2020] disponible en: (<https://www.optical.pe/sd-wan-conoces-las-redes-controladas-por-software/>).

Oracle, « SD-WAN Architecture». [En línea]. [09 Septiembre de 2019] disponible en: (https://www.talari.com/glossary_faq/sd-wan-architecture/).

Oracle, «Cloud-Enabled SD-WAN». [En línea]. [03 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.talari.com/glossary_faq/cloud-enabled-sd-wan/).

Oracle, «SD-WAN local». [En línea]. [03 Octubre de 2019] disponible en: (https://www.talari.com/glossary_faq/on-premise-sd-wan/).

Portafolio, «Claro lanzó en Colombia su servicio SD-WAN para empresas». [En línea]. [14 Mayo de 2019] disponible en: (<https://www.portafolio.co/negocios/empresas/claro-lanzo-en-colombia-su-servicio-sd-wan-para-empresas-529528>).

Riverbed, « Riverbed presenta nueva solución SD-WAN basada en la nube ». [En línea]. [28 Noviembre de 2019] disponible en: (<https://haycanal.com/noticias/9499/riverbed-presenta-nueva-solucion-sd-wan-basada-en-la-nube>).

Riverbed, «Beyond SD-WAN Pricing: Delivering ROI». [En línea]. [01 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.riverbed.com/faq/does-sd-wan-pricing-matter.html>).

ROUSE, Margaret, «Funciones de red virtual, o VNF». [En línea]. [02 Octubre de 2019] disponible en: (<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Funciones-de-red-virtual-o-VNF>).

Silver peak, «Enterprise: Simplifying WAN Architecture». [En línea]. [05 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/use-cases/simplifying-wan-architecture>).

Silver-peak, « SD-WAN Explained». [En línea]. [15 Septiembre de 2019] disponible en: (<https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>).

Silver-peak, «What is SD-WAN?». [En línea]. [15 Septiembre de 2019.]. Disponible en: (<https://www.silver-peak.com/sd-wan/sd-wan-explained>).

SLAYMAKER, Scorell, «SD-WAN Can Reduce WAN Costs by Half». [En línea]. [17 Diciembre de 2018] disponible en: (<https://www.nojitter.com/sd-wan/sd-wan-can-reduce-wan-costs-half>).

Sonicwall, «SECURE SD-WAN». [En línea]. [11 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.sonicwall.com/solutions/use-cases/secure-sd-wan/>).

Spooster it services, «The cost breakdown of SD-WAN and MPLS». [En línea]. [15 Junio de 2018] disponible en: (<https://spooster.com.au/sd-wan-cost-australia/>).

STURT, Robert, «Cómo SD-WAN beneficia la entrega de apps», [En línea]. [10 Agosto de 2016] disponible en: (<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Como-SD-WAN-beneficia-la-entrega-de-apps>).

VALDEOLMILLOS Celia, « Tras decenas de ataques de ransomware Citrix corrige la brecha de seguridad en sus Gateways ». [En línea]. [27 de Enero de 2020] disponible en: (<https://www.muycomputerpro.com/2020/01/27/citrix-parche-vulnerabilidad-gateways>).

Versa Networks, «AGILE AND EFFICIENT MANAGED SD-WAN SERVICES». [En línea]. [02 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.versa-networks.com/service-provider/managed-sd-wan/>).

Vmware, «Descripción de SD-WAN». [En línea]. [04 Octubre de 2019] disponible en: (<https://www.vmware.com/latam/solutions/sd-wan.html>).

WEINBERG, Neal and JOHNSON Johna Till, «Cómo funciona MPLS». [En línea]. [21 Marzo de 2018] disponible en: (<https://www.networkworld.es/telecomunicaciones/como-funciona-mpls>).

Xbyorange, « Qué ventajas tienen las SD-WAN sobre las VPN clásicas ». [En línea]. [1 Noviembre de 2019] disponible en: (<https://www.xbyorange.com/blog/tendencias-tecnologia/ventajas-sd-wan-sobre-vpn-clasica>).