

IMPLEMENTACIÓN Y MIGRACIÓN DE REDES CORPORATIVAS CON CISCO
DNA CENTER

PROYECTO DIRIGIDO II

HAVER GARZÓN RAMIREZ

HEILERD ENRIQUE BERNAL MORENO

ESPECIALIZACIÓN DE GESTION DE REDES DE DATOS

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

BOGOTÁ D.C.

Abstract

El presente documento pretende exponer el proyecto que fue elegido como la mejor alternativa después de una serie de propuestas, este proyecto tratará la migración de cualquier red corporativa a la red intuitiva de Cisco DNA Center.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
PROBLEMA	6
SITUACIÓN ACTUAL	7
<i>Redes Legacy</i>	7
SITUACIÓN DESEADA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>Redes NGN</i>	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>Objetivo general</i>	9
<i>Objetivos específicos</i>	9
MARCO TEÓRICO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
REDES BASADAS EN LA INTENCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ARQUITECTURA DE RED DIGITAL	11
CISCO DNA CENTER	11
ANTECEDENTES	14
TERMINOLOGIA.....	25
MARCO LEGAL	27
PROPUESTA DE SOLUCIÓN	28
MODELO TÉCNICO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	28
CONCLUSIONES	37
REFERENCIAS	38

INTRODUCCIÓN

Las redes vienen en una constante evolución, esto en comparación con las redes legacy las cuales conllevan cambios manuales en cada uno de sus dispositivos, siendo esto engorroso y perdiendo una gran cantidad de tiempo y recursos; sin embargo hoy en día se tienen varias alternativas que apuntan a las redes definidas por software(SDN) teniendo un auge importante en la modernización de las redes, es por ello que se quiere demostrar este alcance a través de la herramienta intuitiva Cisco DNA Center, se podrá desplegar nuevos dispositivos, aplicar políticas y gestionar cambios de configuración en un solo fabric de red desde su dashboard centralizado.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a las múltiples dificultades en la administración de los dispositivos de red donde uno de los errores más comunes es el factor humano, hoy es más necesario el interés de minimizar estos errores que causan constantemente indisponibilidad en los servicios de red. En ese sentido el concepto de DNA Center surge como una alternativa importante para simplificar esta administración, evitando fallas causadas por una inadecuada gestión.

Con DNA Center la red es más estratégica que nunca para cualquier negocio. Con este sistema de administración de red se podrá automatizar la implementación, conectividad, el ciclo de vida de la infraestructura y mantener de manera proactiva la calidad y seguridad de las aplicaciones para que el personal de TI pueda concentrarse en proyectos de redes que mejoren el negocio principal. La automatización de los detalles de la provisión de la red dará más tiempo para desarrollar tareas que requieren una intervención humana, como innovar y resolver problemas, (David Maksim, 2019)

DNA Center se ha destacado: “Cisco ha sabido adelantarse a este reto con toda su tecnología Cisco DNA, donde las analíticas de red son clave, donde la seguridad es un pilar dentro de la nueva red intuitiva, una red totalmente alineada con las necesidades del negocio. Cuanto más se use la red, más intuitiva será”, director de Estrategia de OneseQ, del área de ciberseguridad de Alhambra-Eidos (José María Ochoa, Dic 2017).

PROBLEMA

La problemática se centra en el manejo de la red interna de las empresas, debido a que actualmente se realiza una gestión y administración de los dispositivos de red como se manejaba hace 5 años, lo cual genera que la red sea vulnerable a fallas causadas por errores humanos.

De acuerdo con Cisco, actualmente todas las compañías con una fuerte infraestructura cuentan con la gestión de sus dispositivos de la forma convencional, por lo cual invierten más dinero en la operación de la red que en la misma implementación de esta, por lo cual con la evolución que día a día se está dando en las redes, es necesario contar con una herramienta automática de gestión que permita a nuestra red trabajar al mismo ritmo de dicha evolución tecnológica sacando al máximo el mayor rendimiento de la misma.

De acuerdo a lo expuesto, la pregunta que surge tiene que ver con lo siguiente: ¿La migración a la red DNA Center reducirá los fallos humanos permitiendo optimizar la gestión de la red corporativa, aumentar su seguridad y ahorrar costos?

SITUACIÓN ACTUAL

A medida que avanza el tiempo el sistema de redes actual de muchas compañías comienza a dar problemas que suponen gastos. Algunos de los inconvenientes son los siguientes:

- Debe actualizarse constantemente para adaptarse a la realidad de cada escenario y al final ningún usuario o administrador de la red conoce al detalle todas las actualizaciones ni el sistema en sí.
- El mantenimiento tiene un coste elevado porque los componentes se han dejado de fabricar y es complicado encontrarlos.

Redes Legacy

Se consideran problemáticos por numerosos ingenieros de software y redes por diversas causas. Dichos sistemas operan en ordenadores obsoletos y lentos, cuyo mantenimiento tiene elevados costos y son difíciles de actualizar por falta de componentes adecuados o de mantenimiento.

Los sistemas heredados o legacy incorporan una gran cantidad de actualizaciones hechas a lo largo de su vida útil. Muchas personas diferentes pueden haber estado involucradas en la ejecución de estas modificaciones a lo largo del tiempo, y es inusual para cualquier usuario o administrador del sistema tener un conocimiento perfecto del mismo, sobre todo cuando éste tiene una cierta envergadura, esto sin tener en cuenta la inversión horas/hombre solicitada para capacitar a los trabajadores del área de redes para familiarizarlos con el mismo y sean capaces de mantenerlo (entre 2 y cuatro años).

SITUACIÓN DESEADA

Redes NGN con DNA Center

Con las redes NGN, basadas en tecnología IP, producto de la evolución de las actuales redes IP, con la alternativa de ofrecer servicios específicos y acordes a la calidad de servicio demandada por las aplicaciones de cliente, en su evolución encontramos plataformas intuitivas como DNA Center.

Con las redes basadas en la intención de Cisco DNA Center se pretende implementar y/o migrar cualquier red corporativa teniendo en cuenta su estructura de red actual, realizando un análisis de cada dispositivo que actualmente compone la red con el objetivo de controlar las migraciones paulatinas con la menor afectación posible, esto contemplará cambio de dispositivos de red que serán administrados desde un dashboard centralizado con el cual se tendrá un control total de toda la topología, dando facilidades para la resolución de problemas, tiempos más óptimos de solución y quitando carga operativa en la administración de la red.

OBJETIVO GENERAL

Migrar toda la gestión de la red corporativa de cualquier empresa a la plataforma intuitiva DNA center, con el propósito de aprovisionar, configurar y administrar los dispositivos en minutos, disminuyendo los tiempos de solución de las fallas y ahorrando costos operativos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar el esquema de red simulando el funcionamiento real en una herramienta de virtualización, con el fin de tener en cuenta las posibles situaciones que se lleguen a presentar al momento de su migración.
- Evaluar costos para la compra y carga de cada tipo de licencias compatibles con los dispositivos actualmente existentes.
- Identificar dispositivos de la red interna que ya se encuentren obsoletos y no permitan la migración para que sean cambiados por equipos compatibles.

MARCO TEORICO

REDES BASADAS EN LA INTENCIÓN (IBN):

DNA Center está basada en IBN que corresponde a un modelo de industria emergente para la próxima generación de redes. IBN se basa en las redes definidas por software (SDN), transformando un enfoque manual y centrado en el hardware para diseñar y operar redes en uno que esté centrado en el software y la automatización.

IBN captura la intención de cada negocio, utiliza inteligencia artificial con aprendizaje automático para alinear la red de forma continua y dinámica a cada momento en que cambien las necesidades del negocio.

IBN captura y traduce la intención empresarial en políticas de red que se pueden automatizar y aplicar de forma concisa en la red.

IBN tiene tres funciones esenciales: traducción, activación y seguridad. Estas funciones interactúan con la infraestructura física y virtual de la empresa, como se muestra en la figura.

Desde el punto de vista en IBN, la infraestructura de red física y virtual es un solo Fabric. Fabric corresponde a un término utilizado para describir una superposición que representa la topología lógica utilizada para conectarse virtualmente a los dispositivos.

La superposición limita el número de dispositivos que el administrador de red debe programar. También proporciona servicios y métodos de reenvío alternativos no controlados por los dispositivos físicos subyacentes.

Mediante una solución IBN, el administrador de red puede especificar a través de directivas exactamente lo que sucede en el plano de control (Cisco Netacademy, 2020)

ARQUITECTURA DE RED DIGITAL

Cisco implementa IBN utilizando Cisco DNA Center, la intención empresarial se implementa de forma segura en la infraestructura de red. Cisco DNA recolecta continuamente

datos de varias fuentes como lo son dispositivos y aplicaciones, para proporcionar un gran contexto de información. Dicha información puede analizarse para asegurar que la red se desempeña de manera segura en su nivel óptimo y de acuerdo con la intención empresarial y las políticas de red. (Cisco Netacademy, 2020)

CISCO DNA CENTER

Cisco DNA Center es el controlador y la plataforma de analítica clave de Cisco DNA. Admite la expresión de intenciones para varios casos de uso, incluidas las capacidades de automatización, el aprovisionamiento y la segmentación basada en políticas en la red empresarial. Cisco DNA Center es un centro de control y administración de red para el aprovisionamiento y la configuración de dispositivos de red. Es una plataforma de hardware y software que proporciona un dashboard que se centra en la garantía, el análisis y la automatización de las redes empresariales.

DNA Center le ofrece un resumen general del estado y una instantánea de la red, el administrador de la red puede profundizar rápidamente en áreas de interés como las siguientes:

Diseño: Diseñar toda la red, desde sucursales y edificios, hasta dispositivos y enlaces, tanto físicos como virtuales, en todo el campus, la WAN y la nube.

Política: Utiliza políticas para automatizar y simplificar la administración de la red, lo que reduce el costo y el riesgo al tiempo que acelera la implementación de servicios nuevos y mejorados.

Aprovisionamiento: Proporciona nuevos servicios a los usuarios finales con facilidad, velocidad y seguridad en toda la red empresarial, independientemente del tamaño de la red.

Aseguramiento: Utiliza monitoreo y perspectivas de la red, los dispositivos y las aplicaciones para predecir los problemas con mayor rapidez y asegurarse de que los cambios de configuración y las política logren la intención comercial y la experiencia del usuario que se desee brindar.

Plataforma: Utiliza las API para integrarse con sus sistemas de TI para crear soluciones de extremo a extremo y agregar soporte para dispositivos de múltiples proveedores. (Wendell Odom, 2019)

ANÁLITICA DE RED

DNA Center es una plataforma que usa la información o datos en tiempo real de la red para ajustar dinámicamente la configuración de los dispositivos de red brindando una experiencia de aplicación significativa y de muy buena calidad.

Con las herramientas de DNA Assurance and Analytics almacena automáticamente información de red y los usa para mantener los grandes niveles de rendimiento sin ningún tipo de participación manual. La herramienta usa análisis más eficaces usando datos, modelos para aplicar los datos y herramientas simples de usar que permitirán a los empleados optimizar en gran medida la operación.

CISCO SD ACCESS

Es la clave mediante la que podremos definir, de una manera rápida, clara y sencilla, todo lo relacionado con los accesos a la red, el uso que pueden hacer los usuarios de la misma en resumen, todo aquello que preocupa a los responsables de estas infraestructuras, y que gracias a la sencillez de la herramienta y a las funciones de optimización de La Red Intuitiva, se verán reflejadas en un estado tanpreciado como poco común para estos profesionales dado tranquilidad de acceso a la red.

ANTECEDENTES

1	Cisco Opens Up DNA Center to Tech Partners, Developers. Autor: Burt, J. (2018). Cisco Opens Up DNA Center to Tech Partners, Developers. EWeek, N.PAG. Disponible en: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bch&AN=138959058&site=ehost-live.
	El presente artículo nos muestra que los funcionarios de Cisco Systems están abriendo el DNA Center de la compañía para permitir que los socios y desarrolladores creen aplicaciones, soluciones sobre el software de administración de red y los clientes puedan administrar sistemas de red de terceros permitiendo incluso competidores como Hewlett Packard Enterprise, Juniper Networks y Extreme. La evolución de DNA Center es el último en tecnología para la construcción de la iniciativa de red basada en la intención, en una plataforma programable y abierta que puede extenderse desde la red de borde hasta los data centers y las sucursales, todo en la nube. Hacer que la red sea abierta e impulsada por API permitira a más de 500.000 desarrolladores y 60.000 socios una plataforma que permita desarrollar soluciones de calidad. La necesidad de una red más abierta y fácilmente programable surge cuando las empresas se enfrentan a cambios rápidos, con el crecimiento en la cantidad de dispositivos móviles que se utilizan hoy en día, la naturaleza cada vez más versátil de la informática, las aplicaciones, y el auge de la nube. Además, las nuevas cargas de trabajo como la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático y el análisis de datos (Big data) están aumentando la necesidad de redes más rápidas y con mayor capacidad de respuesta frente a cualquier tipo de eventualidad. Los funcionarios de Cisco presentaron su estrategia de red basada en la intención, denominada Network Intuitive, Este es el último paso del proveedor para abordar la tendencia hacia la virtualización de redes. El objetivo Final es crear redes basadas en software que puedan determinar la intención de los administradores de red, traducir esas intenciones en políticas y configurar sistemas

	para cumplir con la intención, Cisco agregó capacidades de garantía basadas en software para garantizar que la red cumpla con las intenciones del negocio y que se aborden los problemas. Las redes basadas en intenciones no son meramente una tecnología propietaria; otros proveedores como Juniper Networks, Huawei Technologies y Apstra están llevando a cabo iniciativas similares. Al abrir DNA Center a terceros, Se está expandiendo la innovación en torno a sus esfuerzos y construyendo un amplio ecosistema con multivendors (Burt, Jeffrey, 2018)
2	Cisco Adds Assurance Capabilities to Intent-Based Network Strategy. Autor: Burt, J. (2018). Cisco Adds Assurance Capabilities to Intent-Based Network Strategy. EWeek, 1. Disponible en: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bch&AN=127722683&site=ehost-live
	Las redes basadas en intenciones son la última tendencia de las redes, con el objetivo de brindar más automatización y un enfoque más centrado en el software de las redes. La idea es permitir que el administrador de red determine cómo debe funcionar la red y luego hacer que el software en la red establezca las configuraciones de red para cumplir con esas políticas, con el objetivo de reducir la intervención humana en la red y crear redes que sean más automatizadas y menos propenso a fallas. Las nuevas tecnologías incluyen Cisco Network Assurance Engine, que analiza toda la red empresarial para asegurarse de que funciona según lo previsto, incluso si la red cambia. Crea modelos matemáticos de la red y puede predecir el impacto de los cambios, verifica continuamente las operaciones de la red y se asegura de que sea segura y de conformidad. Las nuevas tecnologías incluyen Cisco Network Assurance Engine, que analiza toda la red empresarial para asegurarse de que funciona según lo previsto, incluso si la red cambia. Crea modelos matemáticos de la red y puede predecir el impacto de los cambios, verifica continuamente las operaciones de la red y se asegura de que sea segura y de confiable.(Burt, Jeffrey, 2018)

3	Software-Defined Access Cisco DNA Center Autor: Utriainen, J. (2019). Software-Defined Access: Cisco DNA Center. Disponible en: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/266525/Utriainen_Joonas.pdf?sequence=2
	El objetivo de esta tesis fue familiarizarse con la tecnología SDA, las posibilidades que aporta ventajas e inconvenientes, diseñar y realizar un estudio de viabilidad. El propósito de la solución de red SDA es simplificar la infraestructura de la red, su diseño, facilitar la implementación y mejorar su seguridad de la información de la red. Cisco DNA Center es el componente de una solución SDA que permite la administración de red centralizada, la planificación de políticas de acceso y el diseño e implementación de redes. Uno de los objetivos del trabajo fue implementar un programa segmentado según grupos de usuarios de Active Directory y crear políticas de acceso para segmentos. También se tuvo en cuenta el diseño de la red y sus usuarios. El trabajo comenzó con un examen de los componentes, protocolos y elementos clave asociados con la tecnología SDA. Tecnologías como Cisco ISE, Cisco DNA Center, VXLAN, LISP y 802.1X se familiarizaron con los componentes, protocolos y tecnologías de la solución de red SDA. La parte práctica del trabajo consistió en el diseño e implementación de la red SDA. Las políticas de uso y segmentación de usuarios también se probaron durante la fase de implementación. Los usuarios fueron dirigidos a sus propias LAN de acuerdo con el área al que pertenecían y se aplicaron políticas de acceso planificadas en cada área para sus usuarios. El resultado del trabajo fue un prototipo exitoso del diseño e implementación de una solución SDA. (Utriainen, J. 2019)
4	Ingeniería de tráfico en redes definidas por software Autor: S. Agarwal, M. Kodialam and T. V. Lakshman, "Traffic engineering in software Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6567024

	La red definida por software corresponde al nuevo paradigma de red que separa el plano de control de la red, del plano de reenvío de paquetes y proporciona a las aplicaciones una vista centralizada y abstracta del estado de la red distribuida. Un controlador lógicamente centralizado que contiene una vista de red global es responsable de las decisiones del control y se comunica con los demás elementos de red distribuidos a través de interfaces. Se espera que la arquitectura SDN dé como resultado una gran utilización de la capacidad de la red y un mejor rendimiento de retraso y pérdida de paquetes. La contribución de este documento está en el uso de las SDN para la ingeniería de tráfico, especialmente cuando las SDN se introducen de forma incremental en una red existente. En particular, se muestra cómo aprovechar el controlador centralizado para obtener mejoras significativas en la utilización de la red, así como para reducir las pérdidas y retrasos de paquetes. El documento demuestra que estas mejoras son posibles incluso en los casos en que solo hay una implementación parcial de la capacidad SDN en una red. Se formulamos el problema de optimización del controlador SDN para la ingeniería de tráfico con implementación. (Agarwal, M. Kodialam and T. V. Lakshman, "Traffic engineering in software defined networks," 2013)
5	LiveAction Accelerates Deployments of Cisco Intent-Based Networks Autor: LiveAction. (2 C.E., May 2018). LiveAction Accelerates Deployments of Cisco Intent-Based Networks. Business Wire (English). Disponible en: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bwh&AN=bizwire.c82941171&site=ehost-live
	El artículo pretende informar que actualmente ya están el proceso de desarrollo con pruebas funcionales APIs que permiten aumentar la potencia de DNA Center, en este caso LiveNX con capacidades diseñadas para mejorar y ampliar las inversiones de los clientes de Cisco, tecnología que mejora el análisis visual y la garantía del servicio de SD-WAN y proporciona informes sofisticados sobre el rendimiento de los dispositivos y aplicaciones Apple iOS que se ejecutan en Cisco entornos empresariales. Permitirá acelerar el valor del Cisco Digital Network Architecture Center (Cisco DNA Center), LiveNX se integra fácilmente con el controlador y las aplicaciones de DNA Center vManage, Identity Services Engine (ISE), EasyQoS y Cisco DNA Center

	Assurance. Esto simplifica aún más la complejidad de la administración de redes de múltiples proveedores, aumenta la velocidad y la calidad de las implementaciones de SD-WAN con información sobre las aplicaciones que brinda a los ingenieros de red una mayor seguridad obtenida a través de una mayor gestión de red de extremo a extremo. LiveNX representa el poder y la posibilidad de las redes basadas en intenciones de Cisco "La poderosa combinación de SD-Access y LiveNX da como resultado la garantía del servicio de red para una LAN o WLAN del campus y una resolución de problemas más rápida y asegura que se establezcan las políticas correctas para crear una experiencia de usuario consistente sin comprometer la seguridad" Muninder Singh Sambi. (LiveAction,2 C.E., May 2018)
6	Network utilization optimizer for SD-WAN Autores: International Science and Technology Conference (Modern Networking Technologies) (MoNeTeC), 2014, Moscow, Russia Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6995604/keywords#keywords
	El asunto de cómo usar al máximo de posibilidades de la red sigue abierta. Los ISP y las grandes compañías distribuidas usan solo el 40-50% del ancho de banda total de la red. La tecnología que ayuda a incrementar el uso del ancho de banda de la red y la redundancia es crucial y todavía no existe una solución genérica y simple para este problema. La arquitectura SDN aboga por la separación de los datos y el plano de control, y ayuda a simplificar la gestión y el mantenimiento de la red gracias al software lógicamente centralizado. Basándose en este enfoque, nuestro equipo ha implementado una solución simple que resuelve el problema de utilización de la red. El controlador SDN remoto se ejecuta en un servidor de alto rendimiento y esto permite aplicar algoritmos de enrutamiento global por flujo relativamente complejos. Una aplicación rastrea el estado de la red. En caso de falla en el enlace, los flujos afectados por la interrupción se redireccionan por una ruta alternativa. Una red completa actúa como el único conmutador L2 distribuido desde la perspectiva de las conexiones externas, pero la arquitectura de la solución permite cambiar la representación de una red completa del conmutador L2 al enrutador L3 distribuido. La aplicación se desarrolló utilizando tecnologías OpenFlow en dispositivos de plano de datos.

	La aplicación utiliza el algoritmo de Dijkstra modificado. El algoritmo busca la ruta con la mejor capacidad disponible según la utilización real de la red. Además, el algoritmo permite controlar la longitud de la ruta sobre la penalización por salto. Por tanto, la aplicación desarrollada permite aplicar la vigilancia por flujo en términos de ancho de banda y latencia. (International Science and Technology Conference (Modern Networking Technologies) (MoNeTeC), 2014, Moscow, Russia)
7	DNA—The Digital Network Architecture Autores: Wecker S. (1982) DNA—The Digital Network Architecture. In: Green P.E. (eds) Computer Network Architectures and Protocols. Applications of Communications Theory. Springer, Boston, MA. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6698-4_10
	Con DNA Center se pretende diseñar un mecanismo de comunicación que respalde una amplia gama de aplicaciones de usuario, sistemas informáticos host e interconexión tecnologías. Soporta la flexibilidad de interconexión de las familias de computadoras al tiempo que proporciona una interfaz fácil de usar. Se creara una interfaz de usuario común. La interfaz de la aplicación a la red debe admitir un amplio espectro de comunicaciones entre aplicaciones. Los requisitos DNA deben ser comunes en las diversas implementaciones. Dentro de un entorno de red de este tipo, las aplicaciones se pueden mover entre los sistemas en la red, con la interfaz común que oculta el interno de características y topología de la red. DNA Center Apoya una amplia gama de instalaciones de comunicación. La red debe ser adaptable a los cambios en la tecnología de la comunicación y operar con una variedad de canales de comunicación. La implementación de DNA Center debería acercarse a la eficiencia y rendimiento de una red diseñada específicamente para una determinada solicitud. Podemos concluir que aparte de que DNA Center se enfoca a dispositivos de red también es posible integrarla con aplicaciones de red, como por ejemplo se plantea en este antecedente dando una amplia gama de funciones y aplicaciones de DNA Center. (Wecker S. 1982)

8	Cisco DNA Center Multi Tenant Manager Autores: Ligtenberg, D., & Meier, A. (2019). <i>Cisco DNA Center Multi Tenant Manager</i> (Doctoral dissertation, HSR Hochschule für Technik Rapperswil). Disponible en: https://eprints.hsr.ch/850/
	La arquitectura de red digital de Cisco (DNA) permitió un nuevo enfoque para la gestión de redes. Después de una configuración inicial, muchas tareas se simplifican gracias a una interfaz amigable que permite la configuración en todos los dispositivos de la red. Esto permitirá a los administradores de red configurar de forma sencilla entornos para el uso del cliente final. No será necesario acceso físico a una red ni conocimientos avanzados de resolución de problemas. Además de las muchas herramientas que se pueden usar, la plataforma es abierta para que los desarrolladores creen herramientas personalizadas que se adapten a las necesidades del negocio. Las plataformas abiertas permiten construir una solución para agregar múltiples soluciones al proceso de incorporación con la red. El enfoque principal no es construir una integración funcional, pero si demostrar su viabilidad técnica. Podemos evidenciar que la solución DNA center también es objeto de estudio para proyectos como el actualmente referenciado, pues al ser una plataforma abierta permite que el administrador de red pueda desarrollar una solución personalizada para cada red corporativa (Ligtenberg, D., & Meier, A. 2019.)
9	Software-Defined Network in campus área Autores: Albrecht, P., Kalberer, J., & Kaspar, S. (2018). <i>Software-Defined Netzwerk im Campus Bereich</i> (Doctoral dissertation, HSR Hochschule für Technik Rapperswil). Disponible en: https://eprints.hsr.ch/686/

	El objetivo de este estudio era evaluar el Centro de Arquitectura de Red Digital de Cisco (DNA), la solución de red definida por software (SDN) de Cisco, para la Base de Soporte de Liderazgo (FUB) del Ejército Suizo. DNA Center es una solución de software de automatización de red. Esto simplifica y automatiza la implementación y administración de un entorno de red de campus mediante tecnologías como Virtual Extensible LAN (VXLAN) y Locator/ID Separation Protocol (LISP). La gestión centralizada de la infraestructura aumenta en gran medida la calidad, así como la seguridad del entorno de red. Para el FUB, la solución puede cubrir los diferentes requisitos como lo son la definición de perfiles de usuario, informes de actividades de red, movilidad de usuarios, copia de seguridad y restauración, conexión a sistemas externos como el Identity Services Engine (ISE) y el procedimiento Infoblox La primera parte del trabajo implicó la instalación y configuración del DNA Center, la conexión a sistemas externos y la implementación en un entorno de prueba. La primera puesta en marcha tomó algunos esfuerzos, pero finalmente se completó con éxito. Muchos pasos a lo largo de esta ruta de acceso sólo se automatizaron parcialmente y en la versión actual el esfuerzo manual sigue siendo necesario. De esta manera, sin embargo, se podrían obtener muchos nuevos conocimientos que no habrían sido posibles sin el esfuerzo manual. Con la ayuda de estos, los dispositivos de red se pueden poner automáticamente en funcionamiento y configurarse mediante Plug and Play (PnP) De acuerdo a esto vemos que grandes entidades con lo es el Ejército Suizo, ven factible la integración de DNA Center con la red local corporativa, siendo testigos de sus beneficios respecto a la automatización de muchas tareas que normalmente son aplicadas por personal operativo (Albrecht, P., Kalberer, J., & Kaspar, S. 2018)
10	Suministro e Instalación de Equipamiento de Comunicaciones para el Edificio de Oficinas de Paseo del Rey,32. Autor: García Valdunciel, J., García Agudo, A., Danielov Kostandev, K., San Román Guzmán, A., Martín Garzón, R., Herrero Tardón, J.,. & Escudero Andrés, A. (2019). <i>Plan estratégico TI para el Hospital Clínico</i>. Grupo GRIAL Disponible en: https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/26e9cc20-fa30-41f6-b528-f9198fd9b999/DOC20190610094552PliegoDePrescripcionesTecnicas.PDF?MOD=AJPERES

	El objeto del presente pliego consiste en el suministro del equipamiento necesario, su instalación, configuración y puesta en servicio para proveer soluciones de comunicaciones al edificio de ADIF en la calle Pº del Rey, 32, con gestión centralizada de todas ellas, de modo que faciliten la conectividad a la red corporativa de ADIF a todos los empleados, colaboradores e invitados en dichas oficinas; con la calidad y cobertura especificada, siendo absolutamente imprescindible que dicho equipamiento sea totalmente compatible con la infraestructura técnica inicial que dispone ADIF, basada en los fabricantes Cisco Systems y HP-Aruba. Suministro, instalación, homologación, configuración e integración en la plataforma de gestión DNA Center de ADIF de los equipos de conexión entre el edificio y la red corporativa de ADIF (Cisco ENCS5408): Si bien ADIF realizó en su día pruebas de homologación del equipamiento solicitado, el adjudicatario deberá realizar en esta fase una serie de pruebas, aportadas por ADIF, con el objetivo de confirmar el correcto funcionamiento e integración en el orquestador de los posibles escenarios de implementación en la red de ADIF. El adjudicatario deberá adicionalmente realizara todas las pruebas que ADIF requiera para la integración de los equipos en la plataforma DNA Center de ADIF, así como probar la integración y gestión de distintas VNFs (Virtual Network Functions) que ADIF pudiera necesitar. El adjudicatario deberá adicionalmente realizar todas las pruebas que ADIF requiera para la integración de los equipos en la plataforma DNA Center de ADIF, así como probar la integración class y gestión de distintas VNFs (Virtual Network Functions) que ADIF pudiera necesitar. (García Valdunciel, J., García Agudo, A., Danielov Kostandev, K., San Román Guzmán, A., Martín Garzón, R., Herrero Tardón, J.,. & Escudero Andrés, A. 2019)
11	Plan estratégico departamento TI del hospital clínico Autores: García Valdunciel, J., García Agudo, A., Danielov Kostandev, K., San Román Guzmán, A., Martín Garzón, R., Herrero Tardón, J & Escudero Andrés, A. (2019). Plan estratégico TI para el Hospital Clínico. Grupo GRIAL. Disponible en: https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1650/1/Plan%20strate%CC%81gico%20departamento%20TI%20del%20hospital.pdf

	La solución de DNA center, ofrece APIs abiertas de manera que puede intercambiar información e inteligencia con aplicaciones y sistemas fuera del propio dominio de red. Puede utilizarse el SDK multivendor, para realizar integración de DNA center con soluciones legacy que no soporten DNA, o soluciones de otros fabricantes de red que no sean cisco, DNA center también dispone de “adaptadores de proceso” basados en la API de integración, conectores desarrollados que permiten una integración más sencilla que la API. Actualmente el departamento TI del hospital clínico maneja una elevada cantidad de vlan’s para la separación del tráfico, en DNA center, las redes se encuentran separadas a en capa 3 mediante VN (virtual networks), de manera que es necesario un equipo con capacidad multi-vrf (router multi-vrf o FW) para comunicar dichas redes, manteniendo redes totalmente aisladas dentro del mismo fabric DNA. El problema principal que podría tener el personal del departamento TI del hospital, es que no se implemente de manera completa, o se implemente de forma parcial las funcionalidades de DNA center, pues existe la posibilidad de utilizar el equipamiento de una manera tradicional. De esta manera no se aprovecharían los recursos ni el potencial de la herramienta. El actual antecedente permite identificar que para los dispositivos que no soporten DNA Center una alternativa es SDK multivendor, el cual permite mediante el uso de API integrar dichos dispositivos a DNA center, sin necesidad de tenerlos que reemplazar o actualizar, únicamente se proceder a cargarlo SDK y posteriormente se integra el API a DNA Center (García Valdunciel, J., García Agudo, A., Danielov Kostandev, K., San Román Guzmán, A., Martín Garzón, R., Herrero Tardón, J & Escudero Andrés, A. 2019)
12	Extending center cluster membership to additional compute resources Autor: Vadapalli, R. K., Nandy, K., Khoe, D., & Nethi, R. (2020). U.S. Patent Application No. 16/379,526. Disponible en: https://patents.google.com/patent/US20200162330A1/en

La tecnología actual aborda la necesidad de configurar automáticamente un nuevo recurso informático para unirse a un clúster existente de recursos informáticos en este caso DNA Center. El objeto de esta divulgación se refiere en general a las tecnologías para mejorar el funcionamiento de una red y, más concretamente, a mejorar la adición de recursos informáticos a un clúster en la red Wireless.

Una Wireless Lan Controller puede soportar los access point habilitados de la red, manejando las tareas tradicionales de un entorno Wireless. En algunas organizaciones la estructura de la red se podría implementar un despliegue inalámbrico donde se tenga una visual del plano de datos, desde una ubicación centralizada en este caso con DNA Center, de acuerdo a lo anterior el aprovisionamiento de las implementaciones de los access point inalámbricos con un dispositivo de borde inteligente permite una mayor autonomía.

El presente proyecto expone la posibilidad de integrar DNA Center en un entorno efocado a las redes Wireless, por cual podemos ver que ya está siendo usado para pequeños segmentos o divisiones de red dentro de las empresas, en este caso se integró únicamente con la red Wireless lo cual es totalmente valido desde dicho punto de vista. (Vadapalli, R. K., Nandy, K., Khoe, D., & Nethi, R. 2020).

TERMINOLOGIA

Red basada en la intención: El sistema de Redes Basadas en la Intención (IBNS, por sus siglas en inglés) es la base de la nueva era del networking. El principio básico es que la red adopta el objetivo del negocio y lo transforma automáticamente en configuraciones de red para todos los dispositivos. Reduce las operaciones manuales al mínimo.

SDN: Las redes definidas por software son un conjunto de técnicas relacionadas con el área de redes computacionales, cuyo objetivo es facilitar la implementación e implantación de servicios de red de una manera determinista, dinámica y escalable, evitando al administrador de red gestionar dichos servicios a bajo nivel.

Fabric: Las redes Fabric pueden ser, topología donde los nodos de red se interconectan con otros nodos vía uno o más switches. Estas redes tienen características técnicas específicas y una serie de funcionalidades, que solventan las necesidades que he comentado al principio.

VRF: El Enrutamiento Virtual y Reenvío (VRF) es una tecnología incluida en routers de red IP (Internet Protocol) que permite a varias instancias de una tabla de enrutamiento existir en un router y trabajar al simultáneamente.

Multi-tenant: Se podría definir, como una arquitectura en la que una sola instancia de una aplicación de software sirve a múltiples clientes. Cada cliente sería un Tenant. Cada cliente del servicio es considerado como un tenant, esto permite que se pueda

personalizar elementos de la aplicación, como son colores de la interfaz, pero no se personaliza el código como tal.

API: Una API es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. API significa interfaz de programación de aplicaciones. Las API permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados.

Plano de Control: El plano de control (control plane), es decir, la lógica de control o inteligencia del hardware que normalmente está implementada en los componentes de hardware y que no es otra cosa que su sistema operativo específico o firmware

Plano de Datos: Data plane, permanece en los dispositivos de red (todos los routers, conmutadores y cortafuegos conectados a la red). su función es la de reenvío de paquetes.

Identity Services Engine (ISE): es un servidor de políticas que nos permite gestionar el acceso a una red corporativa a todo tipo de usuarios que quieren ingresar a la red con una gran variedad de dispositivos desde portátiles o equipos de escritorio hasta ipads y smartphones.

VXLAN: (Virtual Extensible Local Area Network) es un protocolo de superposición de redes ideado para transportar tráfico de Capa de enlace de datos sobre la Capa de red, concretamente tráfico Ethernet sobre redes IP empleando encapsulación MAC-in-UDP.

LISP: Es un protocolo de "mapeo y encapsulado", la dirección IP. LISP admite la separación del espacio de direcciones IPv4 e IPv6 siguiendo un esquema de mapa y encapsulado basado en red (RFC 1955). En LISP, tanto los identificadores como los localizadores pueden ser direcciones IP o elementos arbitrarios como un conjunto de coordenadas GPS o una dirección MAC.

MARCO LEGAL

Derechos de los titulares de la información. Art. 8 Ley 1581 de 2012: Esta ley es de vital importancia dado que al montar esta infraestructura tendremos posesión de datos tanto personales como empresariales que corresponde a un tratamiento responsable de la información.

Ley 1978 de 2019 Art 6: Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC) son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones y redes, por lo cual la implementación de DNA center se acoge a esta ley al hacer uso de dispositivos de red.

PROPUESTA SOLUCIÓN

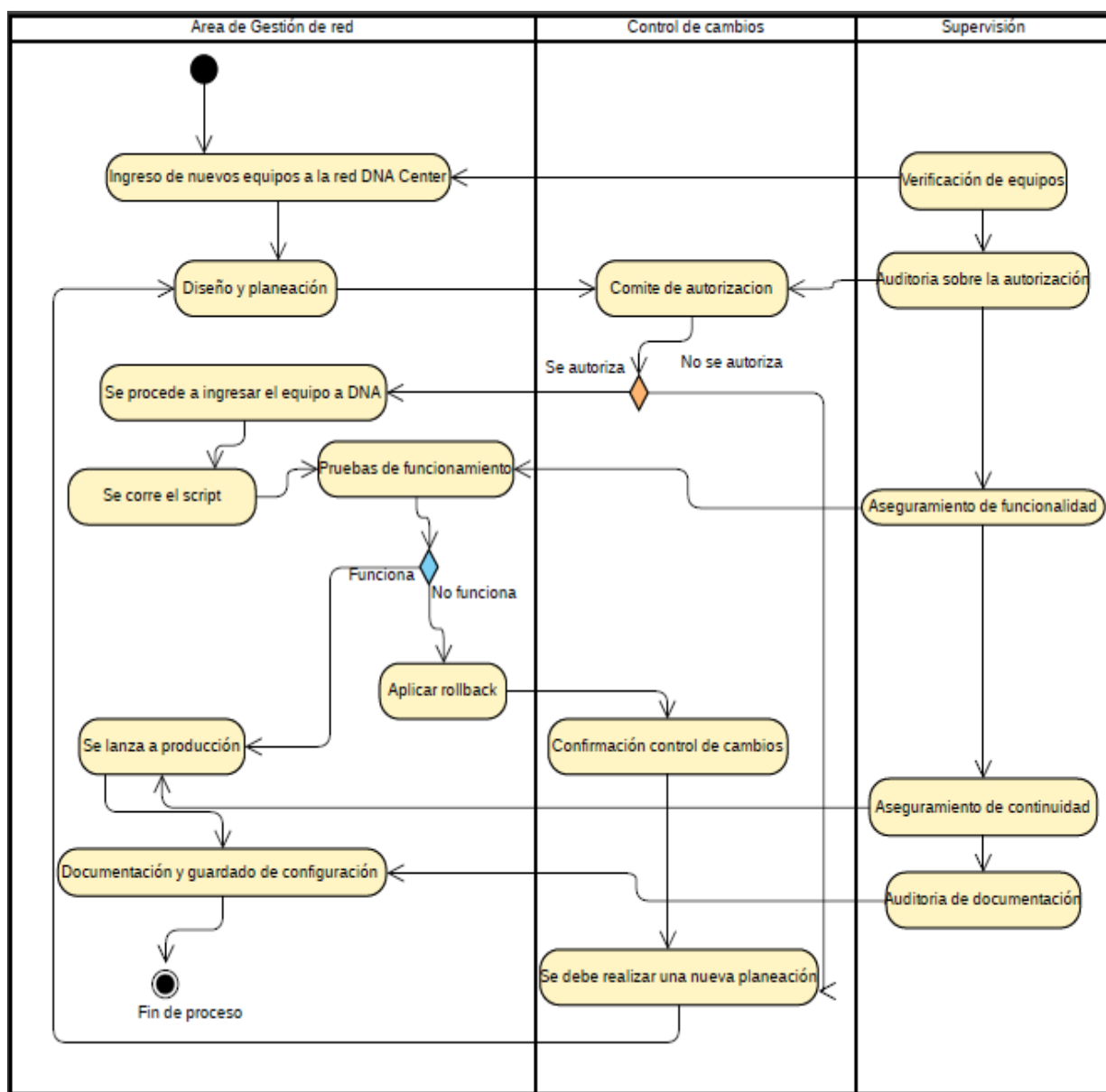
ASPECTOS CONCEPTUALES

De acuerdo al planteamiento de la pregunta problema, DNA center tiene la capacidad de mejorar la experiencia del usuario con un solo dashboard con vistas granulares en toda la red, comprendiendo en una falla lo que estaba sucediendo cuando realmente ocurrió con una vista de línea de tiempo del dispositivo de red o del cliente final, actualizaciones constantes con descripción general rápida del estado de cada dispositivo de red y cliente en la red.

También nos permite automatizar el aprovisionamiento de dispositivos de red, implementación de nuevos equipos en minutos, sin necesidad de visitas de soporte en sitio, automatización de cambios, aprovisionamiento, políticas y actualizaciones evitando los comunes errores humanos, permite administración de imágenes de software para obtener consistencia y un mejor rendimiento de la red, comprobaciones previas y posteriores para ayudar a prevenir los efectos adversos de las actualizaciones de software, detección, contención y mitigación de las amenazas, ya que permite que la red funcione como un sensor de seguridad aún más avanzado capaz de detectar amenazas incluso en tráfico cifrado.

Respecto a su desarrollo se elabora un cronograma en el cual se tendrá en cuenta un análisis de toda la red y api's actualmente implementadas en la empresa sobre la cual se implementará DNA center, de acuerdo a dicho análisis se procederá a elaborar una simulación con el fin de poder predecir posible incidencias o situaciones no deseadas al momento de instalar el controlador DNA center, una vez finalizada la simulación con éxito se pasará a la fase de implementación, en donde se programara una ventana con afectación

de la red para proceder a implementar la solución, para esto solo se necesita tener activo el controlador DNA center y su respectivo licenciamiento comprado.



De acuerdo a lo informado es necesario tener resultados medibles, por lo cual lograremos la solución propuesta teniendo en cuenta las siguientes métricas

- 67% Reducción de tiempos de provisión de red
- 80% Mejora en la resolución de problemas
- 48% Reducción posibles problemas de brechas de seguridad
- 61% Reducción de costos operativos.

Categorías

Se tendrá en cuenta las siguientes categorías dentro de la red al momento de la migración y durante la operación:

- **Automatización:**

Gestión de actualizaciones de software y controlar la consistencia de las versiones y configuraciones de imágenes de red, Acelerar y simplificar la implementación de nuevas imágenes y parches de software. Las comprobaciones previas y posteriores ayudan a prevenir los efectos adversos de una actualización.

- **Plug and Play:**

Aprovisionamiento de cero manipulaciones para la instalación de un nuevo dispositivo. Permitirá el aprovisionamiento del equipo de red simplemente conectándose a la red.

Función de aseguramiento que muestra la conectividad del dispositivo o del cliente desde cualquier ángulo de la red. Incluye información sobre topología, rendimiento y latencia de diferentes equipos y aplicaciones.

Proporciona una vista detallada del rendimiento de cualquier dispositivo o cliente a lo largo del tiempo. Proporciona solución de problemas muy granular en segundos.

- **Red De Viajes En El Tiempo:**

Función de garantía que permite a un operador ver el rendimiento del dispositivo o del cliente en una vista de línea de tiempo para comprender el estado de la red cuando se produjo un problema.

Permite a un operador retroceder en el tiempo con el histórico y ver la causa de un problema de red, en lugar de intentar volver a crear el problema en un laboratorio.

- **Trazado de ruta:**

Permite al operador visualizar la ruta de una aplicación o servicio desde el cliente a través de todos los dispositivos hasta el servidor.

Realiza instantáneamente una tarea de resolución de problemas común y crítica que normalmente requiere de 6 a 10 minutos. El operador simplemente hace clic en la aplicación.

- **Sensor activo Aironet:**

Un sensor de red compacto diseñado para monitorear la red cableada o inalámbrica. Simulara experiencias de los clientes para validar el rendimiento inalámbrico en lugares críticos y ubicaciones críticas, como salas de conferencias y salas de reuniones.

- **Algoritmos De Aprendizaje Automático:**

A medida que cambian las condiciones de la red, Se realiza una captura de información identificando si algún factor está afectando el rendimiento de la red. Se pueden identificar problemas a tiempo cuando se detectan comportamientos no deseados. El resultado es un 75% menos de problemas para solucionar.

- **Plataforma Cisco DNA Center:**

Un amplio conjunto de API, SDK y adaptadores que amplían las capacidades de Cisco DNA Center a aplicaciones externas, dominios de arquitectura, sistemas, procesos y dispositivos de terceros.

Permite a Cisco DNA Center compartir datos de red y conocimientos que pueden proporcionar inteligencia importante relacionada con las operaciones empresariales y de TI. También permitirá el control en tiempo real de la red en función de las necesidades del negocio.

PLANEACIÓN METODOLÓGICA

Fase I:

- Planeación de proyecto
- Definición de objetivos del proyecto
- Plan de trabajo
- Diseño de solución
- Justificación del proyecto ante gerencia
- Análisis de la solución desde ingeniería
- Especificación de materiales y recursos financieros

Fase II

- Compra de DNA Controllers, licencias y cableado de red
- Paso a implementación de solución

- Entrega de Modulo aprovisionamiento de dispositivos
- Entrega de Modulo Assurance de dispositivos
- Entrega de Modulo de imágenes de IOS de dispositivos
- Entrega de Modulo de Seguridad de los dispositivos
- Entrega de Modulo de API'S

Fase III:

- Documentación final
- Monitoreo y Soporte
- Informe final
- Supervisión del proyecto

DESARROLLO TECNOLÓGICO

Fase I: Simulación de Red

Desarrollar el esquema de red simulando el funcionamiento real en una herramienta de virtualización (Cisco DNA Center)

Fase II: Reconocimiento de equipos

Se busca Identificar dispositivos de la red interna que ya se encuentren obsoletos y no permitan la migración para que sean cambiados por equipos compatibles

Fase III: Despliegue

Despliegue de dispositivos de RED en cada sede cliente, como lo son enrutadores, Switches, servidores, access-point, máquinas virtuales, etc. estos autenticándose de forma automática con el dashboard centralizado de cisco DNA Center.

Fase IV: Aprovisionamiento y configuración

Permitirá automatizar el aprovisionamiento de cada dispositivo de red, implementación de nuevos equipos en minutos, sin necesidad de visitas de soporte en sitio, automatización de cambios, políticas y actualizaciones.

Fase V: Monitoreo y Puesta en marcha

Se monitoreará constantemente el panel centralizado en donde se podrán mitigar fallas o incidentes presentados en la migración de una forma más ágil y en menor tiempo, adicional a esto se evaluará y se hará seguimiento a cada dispositivo de la red con el fin de que la red permanezca estable y con una mejora continua.

CONCLUSIONES Y PROYECCIONES DE PROPUESTA SOLUCIÓN

La propuesta solución planteada en base a los antecedentes realizados mediante el ejercicio investigativo, nos permitió organizar ideas desde la teoría hasta la práctica del desarrollo del proyecto, por lo cual podemos concluir que en los antecedentes encontrados, los más teóricos son bases fundamentales para conocer el funcionamiento a fondo de la

solución, así mismo sobre los antecedentes orientados a una implementación exitosa se ve factibilidad para continuar con el proyecto ya que han sido completados a satisfacción demostrando muchas funcionalidades de DNA Center aplicables sobre nuestro proyecto indicadas en la propuesta solución.

Aunque la solución de una red intuitiva tiene grandes beneficios su implementación tiene en parte complicaciones debido a las características de cada red en particular, pero que pueden ser superadas si se tiene pleno conocimiento de las herramientas, algo que debemos mencionar es que el costo de su implementación es un poco elevado pero a diferencia de muchas soluciones solo se incurriría en su implementación, una vez la solución ya esté en producción los costos operativos y de administración bajaran significativamente.

Podemos concluir que definitivamente Cisco DNA Center cumple los objetivos planteados ya que la red se ve proyectada a ser gestionada de una forma más ágil e inteligente reduciendo los errores humanos que con frecuencia se tienen en las redes convencionales.

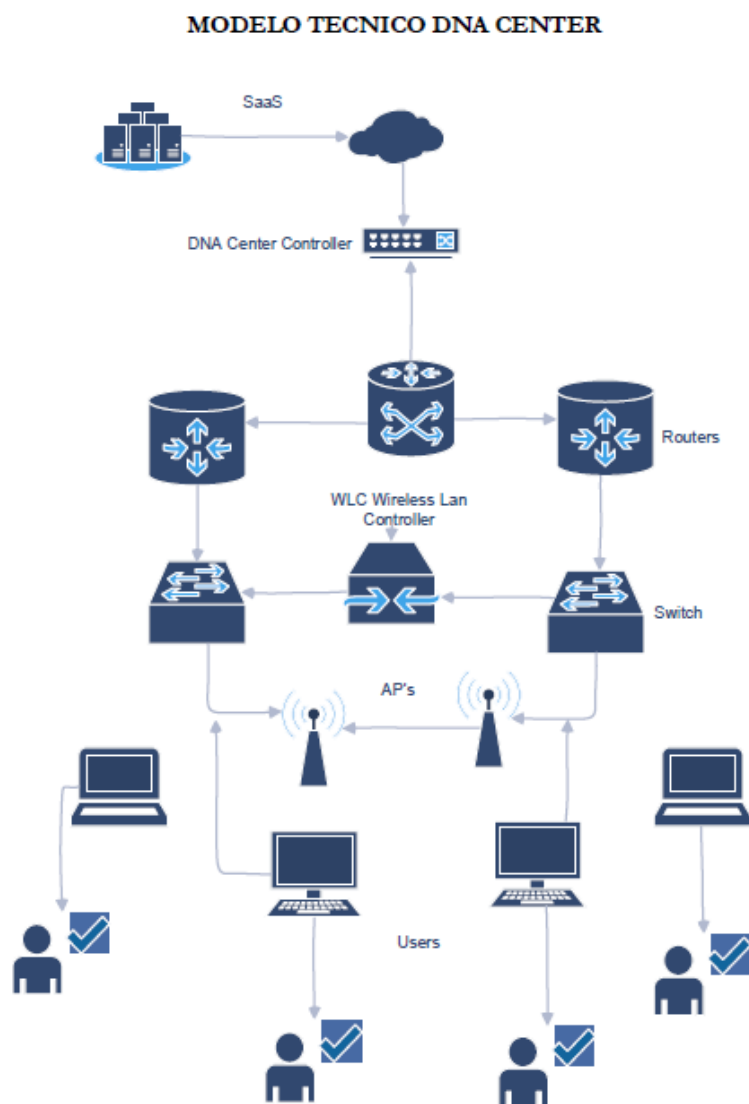
RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta que es de vital importancia realizar un correcto proceso investigativo, con el fin de no incurrir en repetir las mismas ideas y en base a los proyectos ya desarrollados, poder potencializar más el uso de la herramienta con nuevos desarrollos enfocándose en la integración con la red ya existente y sus aplicaciones.

Para futuros proyectos que podrían continuar enfocándose en esta implementación es conveniente que se revise inicialmente las dificultades de los distintos escenarios que

contempla la red que se pretende migrar, esto ayudará a tener una visual más clara del alcance del proyecto pudiendo agilizar su despliegue.

MODELO TÉCNICO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN



CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto referente a los antecedentes nos permite evidenciar el constante desarrollo tecnológico de la red intuitiva, permitiendo el desarrollo de API personalizadas para integrarlas con DNA Center, también tiene la gran ventaja de poder integrar los dispositivos de red que pertenezcan a otros vendors independientes a Cisco, por lo cual es evidente que se necesita más seguridad y automatización en la gestión de redes, dado esto, el ofrecer una migración a la red de Cisco DNA center es una solución bastante factible y poco común, por lo cual es una gran oportunidad de mejora de las redes empresariales y de negocio, pues actualmente en el mercado pocas empresas se atreven a darle la oportunidad a una tecnología revolucionaria e innovadora que se adapte a la necesidades de su negocio.

Al migrar exitosamente la red al DNA Center, evitaremos los errores humanos que comúnmente deja la red totalmente inoperativa generando afectación sobre los diversos aplicativos con los que contamos, mitigando en un 80% este problema además de reducir costos en la operatividad de la red.

REFERECIAS

Ligtenberg, D., & Meier, A. (2019). Cisco DNA Center Multi Tenant Manager (Doctoral dissertation, HSR Hochschule für Technik Rapperswil). Obtenido de:
<https://eprints.hsr.ch/850/>

Vadapalli, R. K., Nandy, K., Khoe, D., & Nethi, R. (2020). U.S. Patent Application No. 16/379,526 Extending center cluster membership to additional compute resources. Obtenido de:
<https://patents.google.com/patent/US20200162330A1/en>

Albrecht, P., Kalberer, J., & Kaspar, S. (2018). Software-Defined Netzwerk im Campus Bereich (Doctoral dissertation, HSR Hochschule für Technik Rapperswil)
 Obtenido de: <https://eprints.hsr.ch/686/>

García Valdunciel, J., García Agudo, A., Danielov Kostandev, K., San Román Guzmán, A., Martín Garzón, R., Herrero Tardón, J & Escudero Andrés, A. (2019). Plan estratégico TI para el Hospital Clínico. Grupo GRIAL. Obtenido de:
<https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1650/1/Plan%20strate%CC%81gico%20departamento%20TI%20del%20hospital.pdf>

Autor: García Valdunciel, J., García Agudo, A., Danielov Kostandev, K., San Román Guzmán, A., Martín Garzón, R., Herrero Tardón, J., & Escudero Andrés, A. (2019). Plan estratégico TI para el Hospital Clínico. Grupo GRIAL. Obtenido de:

<https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/26e9cc20-fa30-41f6-b528-f9198fd9b999/DOC20190610094552PliegoDePrescripcionesTecnicas.PDF?MOD=AJPERES>

Autor: Burt, J. (2018). Cisco Opens Up DNA Center to Tech Partners, Developers.

EWeek, N.PAG. Obtenido de:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bch&AN=138959058&site=ehost-live>

LiveAction. (2 C.E., May 2018). LiveAction Accelerates Deployments of Cisco Intent-Based Networks. Business Wire (English). Obtenido de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bwh&AN=bizwire.c82941171&site=ehost-live>

Autor: Burt, J. (2018). Cisco Adds Assurance Capabilities to Intent-Based Network Strategy. EWeek, 1. Obtenido de:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bch&AN=127722683&site=ehost-live>

Utriainen, J. (2019). Software-Defined Access: Cisco DNA Center. Obtenido de

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/266525/Utriainen_Joonas.pdf?sequence=2

Cisco Netacademy (2020) IBN y Cisco DNA Center. Obtenido de:

<https://contenthub.netacad.com/ensa-bridge/14.6.2>

Wendell Odom CCIE# 1624 Emeritus(2020), Cisco Press, Cisco DNA Center.

Recuperado de:

Libro Official Cert Guide CCNA 200 -301 Volume 1

Cisco (2019) David Maksim, Cisco DNA Center, Obtenido de:

https://www.cisco.com/c/es_co/products/cloud-systems-management/dna-center/index.html

International Science and Technology Conference (Modern Networking Technologies) (MoNeTeC), 2014, Moscow, Russia

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6995604/keywords#keywords>

S. Agarwal, M. Kodialam and T. V. Lakshman, "Traffic engineering in software defined networks," 2013 Proceedings IEEE INFOCOM, Turin, 2013

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6567024>

Datacom Global "La red intuitiva con Cisco DNA" 2019

<https://info.datacom.global/hubfs/red-intuitiva.pdf>