

CUADERNOS TÉCNICOS UNIVERSITARIOS DE LA **DGTIC**

ISSN en trámite

Vol. 2, Núm. 3. julio-septiembre 2024

DOI:10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3



DGTIC UNAM

DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y
DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
Y COMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y DE
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN



**Cuadernos Técnicos Universitarios
de la DGTIC**

Vol. 2, Núm. 3. julio-septiembre 2024

DOI: 10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3

ISSN en trámite



DGTIC UNAM

DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y
DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
Y COMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación

CUADERNOS TÉCNICOS UNIVERSITARIOS DE LA DGTIC

Editor Responsable [Héctor Benítez Pérez](#) • Editora
Académica [Marcela J. Peñaloza Báez](#) • Asistente Editorial
[Pamela Valdés Reséndiz](#)

Comité Editorial de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación

[Héctor Benítez Pérez](#) • Luz María Castañeda de León
• Rafael Fernández Corro • [Alfredo Hernández Mendoza](#) •
[Marina Kriscautzky Laxague](#) • Marcela J. Peñaloza Báez
• Ana Yuri Ramírez Molina • [Eprin Varas Gabrelian](#) • Juan
Voutssás Márquez

Para citar un reporte técnico de la obra: Apellidos 1
Apellidos 2, Iniciales nombres. (2024). Título del reporte
técnico. *Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC*, 2 (2),
páginas (N1-N2).

CUADERNOS TÉCNICOS UNIVERSITARIOS DE LA DGTIC, Año 2, No. 3, julio-septiembre 2024, es una publicación trimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, Circuito Exterior s/n, frente a la Facultad de Contaduría y Administración, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Tel. (55) 5622 8502 y 5622 8354, URL: <https://cuadernos.tic.unam.mx>, correo electrónico cuadernostecnicos-dgtic@unam.mx, Editor responsable: Dr. Héctor Benítez Pérez. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título: 04-2023-100610042700-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Dra. Marcela J. Peñaloza Báez, responsable de la última actualización de este número, Circuito Exterior s/n, frente a la Facultad de Contaduría y Administración, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México. Fecha de la última modificación, 13 de agosto de 2024.

El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

AVISO DE PRIVACIDAD

<https://www.tic.unam.mx/avisoprivacidad/>

COLABORADORES

Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial a través de [Socorro Venegas Pérez](#), Directora General • [Guillermo Chávez Sánchez](#), Subdirector de Revistas Académicas y Publicaciones Digitales • [Lilia Nataly Vaca Tapia](#), Jefa de Gestión de Revistas Académicas • [Jorge Pérez García](#), Jefe del Departamento de Soporte Técnico de Sistemas Editoriales • [Juan Manuel Rodríguez Martínez](#), Jefe de Desarrollo • [Victor Daniel Haro Gómez](#), Diseñador web • [Jaqueline Segura Bautista](#), Gestión de recursos.

Dirección de Colaboración y Vinculación a través de [Ana Yuri Ramírez Molina](#), Directora de Colaboración y Vinculación • [Juan Manuel Castillejos Reyes](#), Líder de proyecto de Soporte Técnico • [Miguel Ángel Islas Flores](#), Diseño gráfico y editorial • [Jonathan Cedillo Castro](#), Maquetador.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas, Rector • Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda, Secretaria General • Mtro. Hugo Alejandro Concha Cantú, Abogado General • Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez, Secretario Administrativo • Dra. Diana Tamara Martínez Ruíz, Secretaria de Desarrollo Institucional • Dr. Héctor Benítez Pérez, Director General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación.

CONTENIDO

Red inalámbrica con asignación de VLAN dinámica Enrique Mares Mendoza.....	8
Convergencia de enlaces de fibra óptica monomodo en la RedUNAM Luis Alberto Guillermo Piña Gorraez	16
Detección de malware utilizando un analizador de tráfico de red Pedro Temachtí Pérez Santillán	32
Automatización de tareas para desarrolladores de software en Laravel, por medio de comandos personalizados Paulina Zulen Sánchez Montes de Oca	40
Gestión de un evento académico masivo a distancia José Luis Aguirre Barrera	50
Criterios de implementación de Tailwind CSS en desarrollos frontend Edgar Vargas Zermeño	63
Auditorías internas en ISO 9001 en un área de proyectos de tecnología de información Heidi Alejandra Pérez Vera	76
Instalación y configuración de clúster de conmutación por error con Hyper-V Laura Martínez Sierra	84
Implementación del Proyecto Barrio Universitario: Soluciones de Programación José Larios Delgado	94

Red inalámbrica con asignación de VLAN dinámica

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Mares Mendoza, E. (2024). Red inalámbrica con asignación de VLAN dinámica. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas(8 - 15).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.66>

Enrique Mares Mendoza

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

enrique.mares@unam.mx

ORCID: 0009-0008-5529-0080

Resumen

El estudio examinó la necesidad de modernizar la infraestructura tecnológica de una dependencia incorporada a la UNAM, debido al aumento en el uso de dispositivos móviles y la demanda de acceso a Internet desde lugares remotos. Se propuso diseñar una red inalámbrica con un único SSID para gestionar múltiples VLAN, abordando así las limitaciones de las redes Wi-Fi existentes. La solución recomendada incluyó la asignación dinámica de VLAN mediante un servidor de autenticación RADIUS. La implementación se logró configurando cuidadosamente componentes como el controlador de LAN inalámbrica (WLC), puntos de acceso, servidor NPS, Active Directory, DHCP, IEEE 802.1X y EAP. Los resultados mostraron una correcta asignación de VLAN, mejorando la flexibilidad y la seguridad de la red, lo cual se confirmó mediante pruebas de acceso. Se enfatizó la importancia de implementar políticas de seguridad para limitar el acceso; en general, esta solución no solo mejoró la experiencia del usuario al admitir la conectividad y la movilidad de la red, sino que también proporcionó a los administradores un control de acceso más seguro y eficiente mediante una combinación de protocolos de autenticación y seguridad.

Palabras clave:

Servicios de red, políticas de acceso, acceso a información.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha sido notorio el incremento en el uso de dispositivos móviles en la vida diaria. Esta creciente adopción de la tecnología móvil demanda una actualización en la manera en que se accede a Internet. El concepto de movilidad se refiere a las ventajas que brindan los dispositivos inalámbricos, los cuales permiten la interacción con diferentes áreas de trabajo y acceder a información en tiempo real desde cualquier ubicación.

En una dependencia perteneciente a la UNAM, se han instalado dispositivos de Wi-Fi para proporcionar la conectividad necesaria que permita el acceso a los diferentes servicios informáticos; sin embargo, las redes Wi-Fi implementadas tienen limitaciones en el acceso a la información ya que los usuarios que utilizan la red inalámbrica pertenecen a distintas áreas o son externos a la dependencia, por lo que, para acceder a cierta información específica, es necesario hacer una conexión cableada.

Cada área de la dependencia tiene necesidades específicas para el uso de la red de datos, por lo que ésta se divide en VLAN: “una red de área local virtual (Virtual Local Area Network o VLAN) es un segmento lógico más pequeño dentro de una gran red física cableada” (IONOS, 2019).

En los últimos años, ha habido un gran aumento de solicitudes de servicio por parte de personal de la dependencia, lo que ha generado la necesidad de escalabilidad en los nodos de red; no obstante, factores económicos y de infraestructura física limitan el crecimiento de la red cableada.

1.1 ANTECEDENTES

En las redes inalámbricas implementadas en las áreas de la dependencia, se aplica una política estática a todos los clientes asociados a un identificador de conjunto de servicios (SSID). Aunque efectivo, este método tiene limitaciones, ya que requiere que los clientes se asocien con diferentes SSID para heredar distintas políticas de calidad de servicio (QoS) y seguridad.

1.2 PROBLEMÁTICA

El problema surge de un mal funcionamiento del controlador de Wi-Fi, que complicó la administración de los dispositivos. Como solución temporal, se implementó el uso de Puntos de Acceso (AP) autónomos que se administraban de forma independiente, esto redujo las capacidades de los AP y provocó que las redes inalámbricas se restringieran a 3 SSID con autenticación a través de WPA2 y sin una asignación por área, lo que limitó el acceso a la información. “La utilización del protocolo WPA2, también conocido como Wi-Fi Protected Access 2, utiliza el protocolo de autenticación 802.1X, que proporciona una autenticación más segura que la de WPA, y el cifrado Advanced Encryption Standard (AES)” (Salazar Herrera et al., 2023).

Lo anterior resultaba poco óptimo: no era posible entregar las claves de conexión al usuario y mantener el control de los dispositivos en la red. El objetivo de lo presentado en este reporte es brindar movilidad y oportunidad de acceso desde cualquier sitio de la dependencia, segmentando el tráfico y tomando en cuenta la seguridad en función de las necesidades del usuario que se autentique a través de una red inalámbrica con un único SSID que gestione múltiples VLAN.

2. DESARROLLO TÉCNICO

2.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Al actualizar físicamente el hardware del firewall, se incorporó la característica de administración mediante un controlador de Wi-Fi que admitía mayores funcionalidades para la gestión de las redes inalámbricas. Una de estas funcionalidades era la capacidad de utilizar el protocolo WPA2-Enterprise, lo que permitía el uso de un servidor RADIUS y el empleo de credenciales exclusivas en lugar de una única contraseña universal.

Con base en lo anterior, se propuso la implementación de una red inalámbrica que con un único SSID gestione múltiples VLAN y permita segmentar el tráfico del usuario que se autentique en la red. Esto representa un paso crucial en la modernización y optimización de la infraestructura tecnológica de la dependencia. Al abordar esta iniciativa, se busca no solo mejorar la accesibilidad a los servicios digitales, sino también aumentar la flexibilidad y la productividad del personal al eliminar las limitaciones físicas impuestas por las conexiones cableadas tradicionales. En este contexto, la planificación detallada, la selección adecuada de equipos y la implementación de medidas de seguridad robustas, son elementos clave para garantizar y satisfacer las necesidades actuales y futuras de la dependencia.

2.2 METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un análisis de requisitos para desplegar una infraestructura de acceso inalámbrico mediante la configuración de VLAN dinámicas. Este análisis abordó diversas consideraciones técnicas que implicaban los siguientes componentes:

AD (Active Directory): Esta herramienta proporciona un servicio ubicado en uno o varios servidores, capaz de crear objetos como usuarios, equipos o grupos para la gestión de credenciales durante el inicio de sesión. El AD está implementado en la dependencia para la autenticación del dominio y facilita la asignación de permisos de acceso a los usuarios registrados por la dependencia. Para la configuración se crearon los grupos correspondientes a las áreas y se asignaron dichos grupos a los usuarios respectivos.

NPS (Network Policy Server): Este servidor de directivas de red de Windows permite la creación y aplicación de directivas de acceso a la red en toda la organización, para autenticar y autorizar solicitudes de conexión. En el entorno que actualmente se encuentra en producción para el soporte de la VPN, será empleado como un servidor RADIUS, al configurar el WLC como un cliente RADIUS en el NPS. Este servidor se configuró para utilizar el AD como fuente de autenticación y políticas de red, dependiendo del grupo creado para la asignación de las VLAN donde se asignaron los atributos del usuario de RADIUS que se utilizan para la asignación del ID de VLAN:

- Tipo de túnel: Definición de la VLAN.
- Tipo de túnel medio: Definición del protocolo 802.IX.
- Túnel Pvt Grupo ID: Definición del ID de VLAN.

WLC (Wireless LAN Controller): El Controlador de LAN inalámbrica gestiona los puntos de acceso a la red inalámbrica, el cual permite la conexión de dispositivos inalámbricos a la red de una forma centralizada. Esta característica está integrada en el firewall, lo que facilita la administración de los puntos de acceso. Se

establecieron los parámetros de autenticación 802.1X al WLC para que coincidieran con la configuración en NPS como cliente RADIUS, y posteriormente se configuró el AP para enviar las solicitudes de autenticación de tipo WPA2-Enterprise.

AP (Access Point): Los puntos de acceso se utilizaron para establecer conexiones inalámbricas entre equipos, lo que posibilita la creación de redes inalámbricas y contribuye a la reducción de las conexiones cableadas. Se configuró el puerto del AP como un puerto Troncal para que permita múltiples VLAN y se transmitan a través de un único SSID.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol): Este protocolo, que opera bajo una arquitectura cliente-servidor, se encarga de asignar direcciones IP de manera dinámica y automática. Dado que este protocolo ya está implementado en la dependencia, será utilizado para asignar las direcciones IP correspondientes a cada área, según las reglas establecidas por el NPS. En el DHCP se asignaron los parámetros de red apropiados, incluidas las direcciones IP, máscaras de subred, puertas de enlace predeterminadas y servidores DNS para cada VLAN configurada para acceso inalámbrico.

Estándar IEEE 802.1X: "Es un estándar para el control de acceso basado en puertos que ofrece un marco para una autenticación basada en usuario y contraseña o certificados digitales y distribución de claves de cifrado" (González Paz et al., 2016). El control de acceso que se eligió fue basado en credenciales de autenticación validadas por un servidor RADIUS, las credenciales de los usuarios serán las mismas que ocupan para ingresar a su sesión de dominio en el equipo.

EAP (Extensible Authentication Protocol): "Es un marco de autenticación que permite el uso de diferentes métodos de autenticación para tecnologías de acceso a redes seguras" (Microsoft, 2023). El tipo de EAP que se utilizó fue PEAP, ya que permite la autenticación por medio de usuario y contraseña y es compatible con NPS de Microsoft.

2.3 RESULTADOS

Al implementar una infraestructura inalámbrica utilizando una solución de seguridad basada en WPA2-Enterprise, al emplear 802.1x y EAP-PEAP se obtuvo un SSID con múltiples VLAN, que permitió reducir las redes inalámbricas administradas.

Posteriormente se llevaron a cabo pruebas de acceso con el fin de validar la capacidad de los usuarios para ingresar a la red y garantizar que, al conectarse, cada usuario recibiera una dirección IP correspondiente a su área respectiva, para esto fue fundamental implementar políticas de seguridad a través del NPS, con el propósito de asegurar el cumplimiento por parte de cada usuario de las políticas establecidas, así como restringir el número de conexiones. Dichas medidas garantizan que cada VLAN contenga únicamente a los usuarios pertinentes a su área designada. Por ejemplo, se restringen los usuarios a la conexión de dos dispositivos en la red usando las credenciales asignadas para evitar la pérdida de control administrativo sobre la misma y tener accesos no deseados a la VLAN que corresponde.

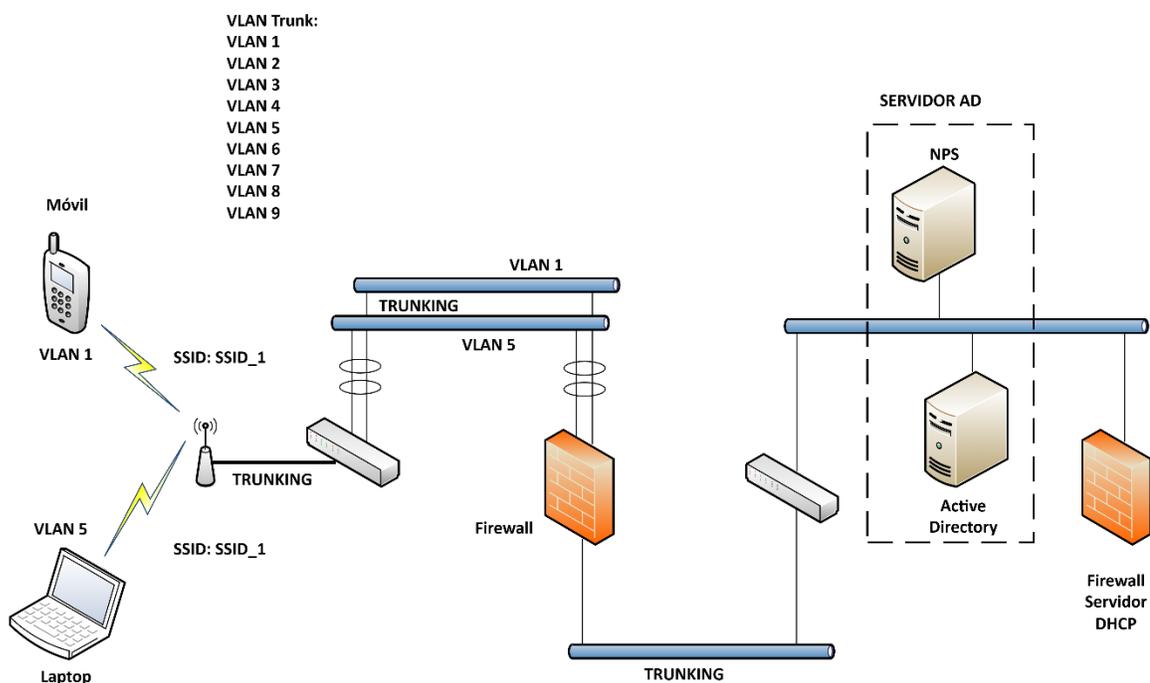
Se observó que la conexión a la red inalámbrica fue más sencilla para los usuarios ya que no necesitan una clave o el apoyo del área de infraestructura.

Las pruebas que se realizaron en esta red también arrojaron resultados no deseados, por ejemplo, la existencia de dispositivos que no son compatibles con el protocolo WPA2-Enterprise, ya que son dispositivos desactualizados, lo que evita la conexión a esta red.

Gracias a ello se identificó que la infraestructura de la red inalámbrica con asignación de VLAN dinámica implementada resuelve el problema del acceso a la información que necesitan los usuarios al conectarse por Wi-Fi, pero aún existen áreas de oportunidad que son necesarias para la seguridad de la red, tales como la distinción de dispositivos al tener una asignación en una VLAN o la actualización de dispositivos para implementar conexiones seguras con distintos protocolos. La figura 1 muestra la arquitectura de la red inalámbrica implementada.

Figura 1

Proceso de conexión de un dispositivo a la red inalámbrica con VLANs dinámicas



3. CONCLUSIONES

Las redes inalámbricas se han convertido en un recurso importante para facilitar la movilidad y tener acceso a recursos necesarios cuando no hay forma de conectar un cable al equipo, por ello, es necesario tener en cuenta la seguridad del medio por el cual viaja la información.

Esta implementación permitió observar la ventaja significativa en la facilidad de conexión para los usuarios, ya que se utilizan las mismas credenciales que emplean para acceder a sus equipos en el dominio, lo que les concede conectarse a la red con la asignación de la VLAN correspondiente, sin necesidad de cableado; de igual manera, facilitó la gestión de accesos al medio inalámbrico para el administrador de la red, lo que le permite mejorar el control de quien se encuentra conectado a la red inalámbrica.

Implementar una red inalámbrica con asignación dinámica de VLAN no resuelve por completo el problema del acceso a la información, ya que hay dispositivos que por su antigüedad no son compatibles

con algunos métodos de seguridad o no hay distinción en los dispositivos que acceden a la red como los teléfonos móviles, los cuales no deberían ser asignados a una VLAN que tenga información de la dependencia. Por ello, es fundamental identificar los requisitos de seguridad que se desean lograr y, a partir de ellos, combinar los protocolos según las necesidades específicas e identificando las áreas de oportunidad para mejorar el acceso a la información.

REFERENCIAS

- González Paz, Alex, Beltrán Casanova, David, & Fuentes Gari, Ernesto Roberto. (2016). Propuesta de Protocolos de Seguridad para la Red Inalámbrica Local de la Universidad de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(4), 130-137. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000400017&lng=es&tlng=es.
- Intel. (2021). Legacy Intel® Wireless Products. Recuperado de <https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/articles/000006999/wireless/legacy-intel-wireless-products.html>
- IONOS. (2019). ¿Qué es una VLAN? Concepto, ventajas y aplicaciones. IONOS. <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/vlan/>
- Microsoft. (2023). Protocolo de autenticación extensible (EAP). Recuperado de <https://learn.microsoft.com/es-es/windows-server/networking/technologies/extensible-authentication-protocol/network-access?tabs=eap-tls%2Cserveruserprompt-eap-tls>
- Salazar Herrera, A. F., Barahona Cuji, D. A., Delgado Delgado, J. V., & Suárez León, J. C. (2023). Seguridad en redes WIFI (Tesis de maestría en Ciberseguridad). Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/6106>

ANEXO A.

CARACTERÍSTICAS DE IEEE 802.1X

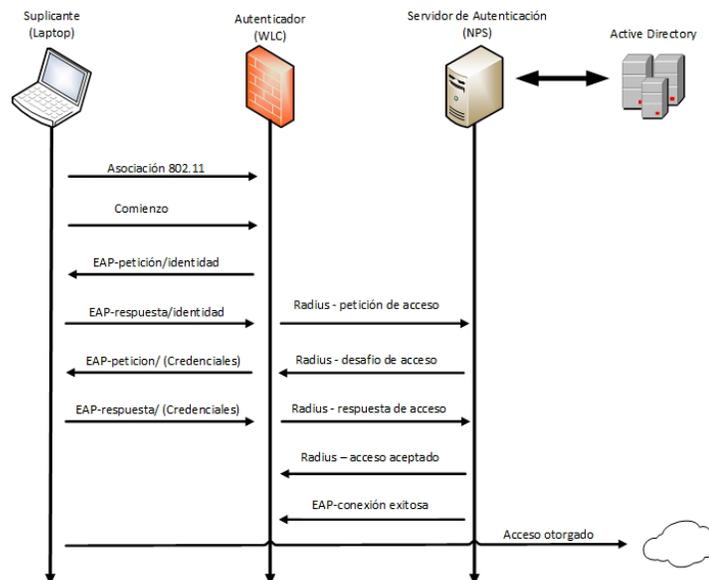
Es un estándar de control de acceso basado en puertos protegidos por autenticación. Al autenticarse a través de 802.1X para acceder a una red, se genera un puerto virtual en el punto de acceso para permitir la comunicación. Si la autorización no se realiza correctamente, no se creará el puerto virtual y se bloqueará la comunicación.

La autenticación 802.1X consiste en tres elementos fundamentales: el solicitante, que es el dispositivo que busca acceder a la red; el autenticador, que es el dispositivo que facilita la comunicación con el medio de conexión; y el servidor de autenticación, que es la base de datos que guarda las credenciales de autorización para el acceso al medio. Para que cada elemento se comunique entre sí, se requiere el uso de un protocolo de autenticación extensible. “El tipo de EAP en realidad maneja y define la autenticación. El punto de acceso que actúa como autenticador es solo un proxy que permite la comunicación entre el solicitante y el servidor de autenticación” (Intel, 2021).

Este sistema opera cuando el usuario de un dispositivo (solicitante) busca acceder a la red. En este proceso, el WLC actúa como autenticador, al solicitar las credenciales del usuario del dispositivo. Posteriormente, el usuario envía sus credenciales al WLC, el cual las redirige al servidor NPS para su autenticación. Una vez que las credenciales son comparadas con los datos almacenados en la base de datos del servidor, si son válidas, el servidor otorga al WLC la autorización para el acceso a la red al dispositivo, como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Proceso que realiza el protocolo EAP basada en una autenticación tipo PEAP



El protocolo EAP es capaz de manejar distintos tipos de autenticación para satisfacer las necesidades y entornos de seguridad. Estos métodos proporcionan a la organización diversos mecanismos de autenticación para acceder a la red. Algunos de los métodos más habituales incluyen:

EAP-TLS es una forma de autenticación que se apoya en el uso de certificados digitales para verificar la identidad tanto del cliente como del servidor. Este enfoque se emplea en situaciones que demandan un alto nivel de seguridad, ya que proporciona un cifrado sólido para la comunicación segura.

EAP-TTLS con este método hace más accesible al método EAP-TLS ya que crea un túnel mediante TLS, por medio del cual se pueden realizar otros métodos de autenticación adicionales. Por este método, sólo el servidor debe autenticarse con un certificado digital, mientras que del lado del cliente puede usar métodos más sencillos como contraseñas.

PEAP es un método que crea un túnel TLS seguro para proteger el proceso de autenticación. Esto se logra mediante la autenticación del servidor con un certificado digital, y las credenciales del cliente se transmiten de forma cifrada a través del túnel para garantizar una mayor seguridad.

EAP-FAST es un método que crea un túnel sin necesidad de un certificado digital, sino que en su lugar se autentifica mediante un PAC (credencial de acceso protegido) que el servidor de autenticación crea directamente.

EAP-SIM es un método que emplea autenticación a través de una tarjeta SIM. Dicha tarjeta utiliza una clave WEB basada en sesiones dinámicas, y se necesita introducir un código de verificación o PIN para acceder.

LEAP es un método que utiliza un cifrado de transmisión de datos mediante claves WEB dinámicas.

Convergencia de enlaces de fibra óptica monomodo en la RedUNAM

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Piña Gorraez, L.A.G. (2024). Convergencia de enlaces de fibra óptica monomodo en la RedUNAM. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (16 - 31).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.46>

Luis Alberto Guillermo Piña Gorraez

Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de
Información y Comunicación

Universidad Nacional Autónoma de México

guillermo.pina@unam.mx

ORCID: 0009 -0006-7443 -7418

Resumen

A partir del año 2021, la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación retomó el proyecto de reubicación de fibras ópticas monomodo y remoción de las fibras ópticas multimodo dentro de los Puntos de Presencia de la RedUNAM en Ciudad Universitaria, lo cual permitió a los administradores de la RedUNAM tener una mejor gestión e identificación de los enlaces físicos de interconexión utilizables para crear enlaces redundantes, con una gran capacidad de transferencia de datos para satisfacer las necesidades de procesamiento y compartición de información de la comunidad universitaria, así como atender todas aquellas necesidades en proyectos con tecnologías emergentes en el área de las tecnologías de la información.

Palabras clave:

Atenuación, punto de presencia, OTDR, empalme.

1. INTRODUCCIÓN

Los centros de datos y los puntos de presencia (*PoP*, por sus siglas en inglés) que pertenecen a la infraestructura de telecomunicaciones de la RedUNAM requieren conexiones de red seguras y con alta disponibilidad, además de soportar la transmisión y recepción de una alta densidad de datos a través de su ancho de banda. Por tal motivo, el *Backbone* de la red de datos institucional ha sido construido con fibra óptica monomodo OS2 (*Optical simple 2*, debido a la nomenclatura adoptada por TIA de la norma internacional ISO/IEC 11801) en virtud de las características operativas de este medio.

Con la finalidad de mejorar la administración de los elementos pasivos al interior de los *PoP* de la infraestructura de telecomunicaciones que conforman el *Backbone* de la RedUNAM, así como de la liberación de espacio en la canalización de planta externa existente entre los 12 *PoP* de esta red en Ciudad Universitaria, se llevó a cabo el proyecto de reubicación de fibras ópticas monomodo y optimización de espacios destinados a las telecomunicaciones. Estos trabajos fueron realizados tomando como base lo recomendado en el estándar ANSI/TIA-568.3-D: *Optical Fiber Cabling Components*, ya que especifica los requisitos para componentes como: cables, conectores, hardware de conexión y cordones.

El objetivo es reorganizar las conexiones de fibra óptica monomodo existentes en los *PoP* de la RedUNAM, en Ciudad Universitaria, para la mejora de la administración en los distribuidores de fibra óptica, además de poder lograr la optimización de los recursos de conectividad físicos existentes sin la necesidad de invertir en la creación de nuevos enlaces de datos en el *Backbone* de la red de datos institucional; y prescindir del cableado de fibra óptica multimodo innecesario u obsoleto.

2. ANTECEDENTES

Durante el periodo comprendido entre los años 2013 a 2015 la RedUNAM fue sometida a un proceso de reingeniería en su *Backbone* de datos, ya que se requería incorporar un medio de transmisión que fuera capaz de soportar el intercambio de altos volúmenes de información a través del ancho de banda y con el que se pudieran interconectar los 12 *PoP* que conforman la infraestructura de telecomunicaciones en Ciudad Universitaria. De igual manera, se buscó la construcción de enlaces de datos capaces de alcanzar grandes distancias sin perder la integridad y comprometer la seguridad de la información.

Por tal motivo, el medio físico elegido para la construcción de este nuevo Sistema de Transporte de Información fue la fibra óptica monomodo OS2. Si bien se contaba con enlaces de interconexión con fibra óptica multimodo OM1 y OM2 (*Optical Mode 1* y *Optical Mode 2*, debido a la nomenclatura adoptada por TIA de la norma internacional ISO/IEC 11801), la fibra óptica monomodo OS2 supera técnicamente a las fibras multimodo OM1 y OM2, ya que la primera es capaz de cubrir distancias de 40 km y transmitir datos en un ancho de banda de los órdenes de 1Gbps, 10Gbps, 40Gbps y 100Gbps (Hosecom, 2024). Técnicamente, las fibras ópticas multimodo también son capaces de transmitir en anchos de banda de hasta 10Gbps pero en distancias máximas de hasta 33 metros en el caso de OM1 y 82 metros en el caso de OM2 (FS Norteamérica, 2021).

Por otro lado, la fibra óptica monomodo OS2 permite la implementación de tecnologías como la Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM, por su definición en inglés *Wavelength Division Multiplexing*) o Multiplexado Denso por División en Longitudes de Onda (DWMD, por su definición en inglés *Dense Wavelength Division Multiplexing*) permitiendo que varios canales ópticos ocupen un único

cable de fibra óptica, es decir, se pueden utilizar varias longitudes de onda de luz (o colores) para enviar datos a través de un mismo hilo de fibra.

Además, habría que discernir entre la fibra óptica monomodo OS1 y OS2. La principal diferencia entre la fibra OS1 y OS2 es el *coeficiente de atenuación* expresado en dB / km. La Asociación de Fibra Óptica (FOA, por sus siglas en inglés), define al coeficiente de atenuación como *la pérdida de potencia óptica*, es decir, es la pérdida de potencia del haz de luz a medida que viaja a través del medio. El coeficiente de atenuación para la fibra monomodo OS1 es de 1.0 dB/km mientras que para la monomodo OS2 es de 0.4 dB/km. Como dato, los coeficientes de atenuación para la fibra óptica multimodo OM1 y multimodo OM2 es de 3.5 dB/km.

Por ello resultó de gran importancia implementar un diseño con la correcta distribución para la mejoría en la administración e identificación de cada uno de los componentes ópticos del *Backbone* dentro de los *PoP* de la RedUNAM, ya que es en estos espacios donde conviven los componentes activos de la red de datos (conformados por: enrutadores, switches de datos, servidores y otros dispositivos de comunicación) y los elementos pasivos (todo el cableado de fibra óptica y cable par trenzado categoría 6A); y es la conjunción de estos elementos, pasivos y activos, la que permite a la comunidad universitaria tenga acceso a Internet y, con esto, contar con la posibilidad de acceder a datos relevantes de reciente creación, la interacción y compartición de información con otras entidades educativas y de investigación, nacionales e internacionales, además de poner en práctica algunos de los conocimientos y habilidades adquiridos en los diferentes espacios universitarios.

3. DESARROLLO TÉCNICO

Para facilitar la adopción e implementación del Sistema de Transporte de Información construido con fibra óptica monomodo OS2 se tomó en cuenta el estándar ANSI/TIA-568.3-D: *Optical Fiber Cabling Components*. TIA/EIA-568 (Telecommunications Industry Association, 2022), el cual está compuesto por un conjunto de recomendaciones de telecomunicaciones de la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA, por sus siglas en inglés). Este estándar contiene requisitos que facilitan la planificación e instalación de un sistema de cableado estructurado. En concreto, los criterios técnicos y de rendimiento para los sistemas de cableado de fibra óptica se especifican en TIA-568.3-D (TIA FOTC, 2024).

La mayor parte de los estándares definen tipos de cableado, distancias, conectores, arquitecturas de sistemas de cables, estándares de terminación de cables y características de rendimiento, requisitos de instalación de cables y métodos de prueba de cables instalados.

TIA/EIA-568-D.1 define los requisitos generales,

TIA-568-D.2 se centra en componentes de sistemas de cables de par trenzado balanceados,

TIA-568-D.3 aborda componentes de sistemas de cable de fibra óptica, y

TIA-568-D.4 aborda los componentes del cableado coaxial.

La intención de estos estándares es proporcionar prácticas recomendadas para el diseño e instalación de sistemas de cableado que soportarán una amplia variedad de servicios existentes y futuros. Los desarrolladores esperan que los estándares proporcionen una vida útil para los sistemas de cableado comercial de más de diez años (TIA FOTC, 2024).

Por otra parte, se adoptó un modelo jerárquico de red (Odom, 2017), con el cual se pudo dividir la complejidad operativa de la RedUNAM en 3 capas: Acceso, Distribución y Core. De esta forma, resulta menos complicado para los administradores de la infraestructura de red institucional la gestión de los equipos activos, detección de fallas e incorporación de nuevas dependencias a la RedUNAM. Cada una de estas capas tiene una función específica en el diseño, las cuales se mencionan a continuación.

Capa de acceso: Brinda el acceso a la red de los usuarios finales. Es decir, aquí se encuentran los recursos a los que los usuarios finales requiere acceder con frecuencia y están disponibles a nivel local. Sin embargo, con el auge de los servicios en la nube, cada vez es más recurrente que los usuarios requieran acceder a repositorios de información que no se encuentran alojadas de manera local. Es aquí donde las peticiones de los usuarios se redirigen hacia la siguiente capa de este modelo.

Capa de distribución: Proporciona una conectividad basada en políticas y controla el límite entre las capas de acceso y de Core. Es decir, esta capa es la encargada de resolver el camino más rápido para que la petición de un usuario (como solicitar la visualización de un repositorio) pueda ser enviada al servidor. Una vez que en esta capa se haya decidido la mejor ruta para llegar a ese servicio, se envía la petición a la Capa de Core y es en esta última donde se traslada la solicitud al servidor apropiado.

Capa de Core: Suministra un transporte rápido entre los *switches* de distribución dentro del campus. Es decir, es la capa encargada de separar y dirigir las peticiones lo más rápidamente posible hacia los repositorios apropiados.

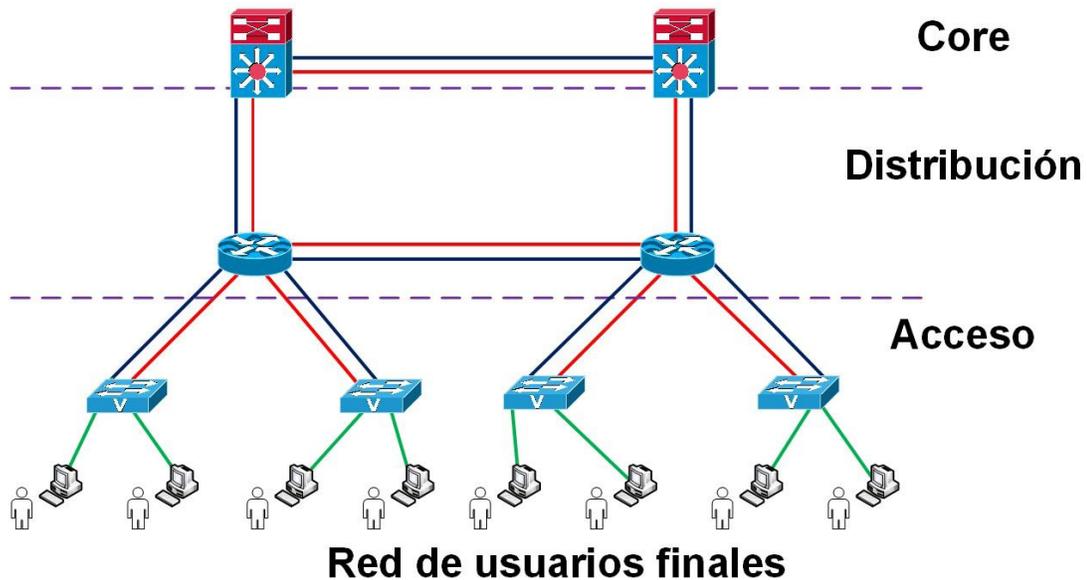
Esto es de gran ayuda para los administradores de la RedUNAM ya que les permite:

- Dividir problemas complejos en el diseño de red en áreas más pequeñas y más fáciles de administrar.
- Disponer de la infraestructura en condiciones normales (períodos de mantenimiento) como anormales (fallas de hardware o de software).
- Modificar o rediseñar partes de la red con la finalidad de agregar nuevos servicios o aumentar la capacidad sin necesidad de reemplazar los dispositivos principales de hardware.

En la figura 1 se muestra la distribución de capas en un modelo jerárquico de red.

Figura 1

Capas en un modelo jerárquico de red



SIMBOLOGÍA

-  ENLACE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO PRINCIPAL.
 -  ENLACE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO REDUNDANTE.
 -  CONEXIÓN CON CABLE PAR TRENZADO CATEGORÍA 6A A LA RED LOCAL DE DATOS.
-
-  SWITCH L2 DE ACCESO.
 -  SWITCH L2/L3 DE DISTRIBUCIÓN.
 -  ENRUTADOR DE CORE

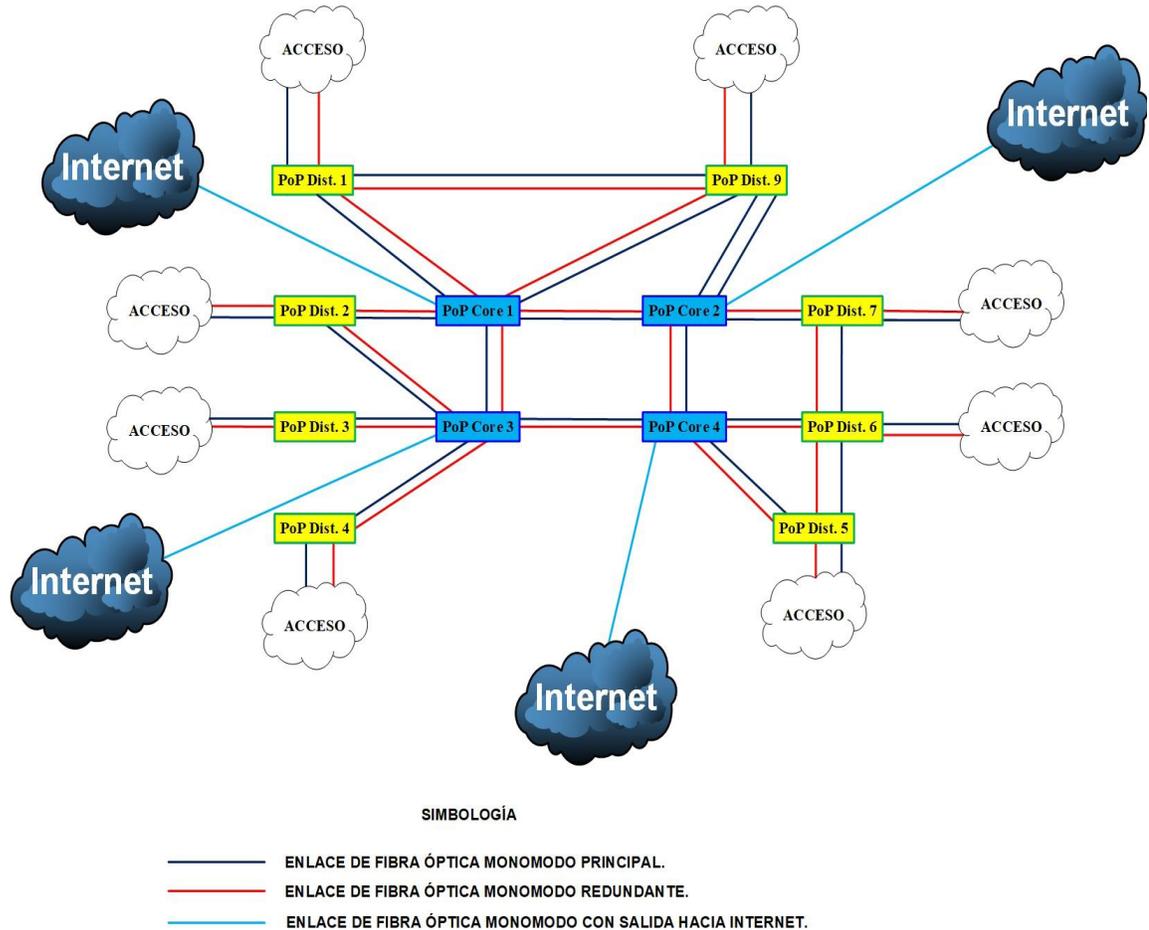
Al establecer este modelo para el equipo activo, se le brinda al Sistema de Transporte de Información que interconecta a la RedUNAM la capacidad de soportar la transmisión de grandes cantidades de información en un período de tiempo determinado, además de permitir la escalabilidad de la red conforme las necesidades de conectividad de la Universidad así lo requirieran, con el paso de tiempo.

Una vez construidos los enlaces de datos y realizada la interconexión de los Switches de Acceso y Distribución en conjunto con los enrutadores de Core, el modelo jerárquico de red con conexiones redundantes entraba en operación con: cuatro PoP de Core, ocho PoP de Acceso y cerca de 177 Switches en la capa de acceso. Cabe aclarar que la UNAM tiene cuatro salidas a Internet y estas se sitúan en los nodos de Core.

En la Figura 2 se muestra la distribución de conexiones físicas, principales y redundantes, en la RedUNAM.

Figura 2

Distribución de conexiones físicas en la RedUNAM



De acuerdo con lo mostrado en la imagen anterior, podemos observar que la RedUNAM cuenta con enlaces redundantes en sus tres capas, es decir, se cuenta con un enlace de fibra óptica principal y otro redundante. Esto le provee a la red de datos mayor disponibilidad ya que si existiera alguna interrupción en el medio de transmisión físico en alguna zona de Ciudad Universitaria, los usuarios finales no lo percibirían, ya que la información tiene un camino alternativo por el cual encontrar su destino, fuera o dentro de la RedUNAM.

Por cuestiones contractuales y de presupuesto, fue necesario postergar actividades que serían contempladas en una segunda fase de este proyecto. Por tal motivo, a partir del segundo trimestre del 2021 comenzó la planeación para la reubicación y remoción de los elementos ópticos pasivos en los PoP de la RedUNAM. El primer paso fue identificar las fibras ópticas monomodo utilizables y las fibras ópticas multimodo OM1 y OM2 a remover de los espacios de Telecomunicaciones de la RedUNAM ya que estas últimas se consideran obsoletas debido a que sus características técnicas y operativas son limitadas.

Para dicho fin la planeación contempló realizar los trabajos en dos etapas y la intervención fue en seis de los 12 PoP de la RedUNAM: tres de Core y tres de Acceso.

En una primera instancia, se realizaron recorridos en estos seis nodos con la finalidad de:

1. Enumerar las fibras ópticas monomodo que sería necesario reubicar y el tipo de conector, o terminación, que utilizaban en el Distribuidor de Fibra Óptica (DFO). Con esta tarea se pudieron cuantificar las fibras ópticas monomodo y multimodo existentes.
2. Identificar si contaban con la fibra de reserva necesaria para realizar los movimientos requeridos entre *racks* de datos dentro del PoP. Se inspeccionaron las trayectorias de los enlaces monomodo desde el registro de planta externa que acometen a cada uno de los PoP hasta el rack de datos donde se encontraba la terminación en un DFO para verificar si contaba con la cantidad de fibra para realizar los movimientos necesarios hasta su nueva ubicación.
3. Verificar los espacios requeridos para la reconexión de las fibras ópticas monomodo. De acuerdo a la distribución existente dentro de los PoP, y que debió obedecer la disposición jerárquica del diseño de la RedUNAM, se contemplaron los espacios requeridos para el rematado y colocación de las fibras ópticas monomodo en una nueva ubicación.
4. Calcular el metraje de fibra óptica multimodo a retirar. Con la ayuda de un odómetro, se obtuvo la distancia, en metros, de la fibra óptica multimodo a retirar de los PoP, desde su ubicación dentro de las instalaciones hasta el registro de acometida de planta externa.

Con el conocimiento y experiencia adquiridos en los años previos durante la puesta en operación del modelo jerárquico de RedUNAM, se dio continuidad a la realización del diseño de la solución a partir de la información recopilada. Dicha solución consistió en un arreglo capaz de integrarse al ya existente para darle continuidad a los principios de operación y así permitir una alta densidad en la conectividad de enlaces dentro de los *racks* de datos, garantizando a largo plazo:

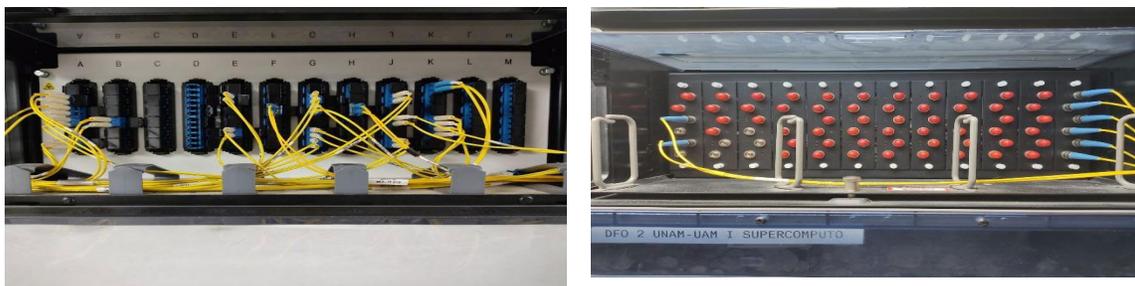
- Una mejor administración de los espacios destinados a los distribuidores de fibra óptica dentro de los PoP.
- Una reducción en los gastos de operación en la infraestructura de Telecomunicaciones, ya que se elude la construcción de nuevos enlaces entre los nodos de la RedUNAM.
- Liberación de espacio en la canalización de planta externa que, de igual manera, representa un ahorro para la Universidad, ya que no es necesaria la ampliación de vías subterráneas, o bien, la construcción de nueva canalización de planta externa.
- Se aprovechan los recursos existentes para la conectividad, con un medio capaz de transferir información con anchos de banda superiores a los 10GB.

Anteriormente, se encontraban conectores tipo *ST* (*Straight Tip*, por sus iniciales en inglés), *SC* (*Suscriptor Connector*, por sus iniciales en inglés) o *FC* (*Ferrule Connector*, por sus iniciales en inglés) en las terminaciones de los enlaces de fibra óptica (HTF, 2020), siendo el conector *SC* el más utilizado en las instalaciones, ya que una de sus principales ventajas sobre el *ST* era ofrecer una baja pérdida de señal durante la transmisión y una alta calidad en la entrega de datos. Sin embargo, y debido a la priorización en la optimización de los espacios dentro de los PoP, las soluciones que más son implementadas actualmente son las que utilizan el conector tipo *LC* (*Lucent Connector*, por sus iniciales en inglés) (HTF, 2020) ya que este tipo de

conector permite maximizar el espacio destinado a concentrar las conexiones de fibra óptica, además de que la mayoría de los equipos activos que ofrecen anchos de banda de un Gbps, y superiores, utilizan este tipo de conectores. Para ilustrar lo anterior, mencionaremos que un DFO de cuatro Unidades de Rack (UR) con conectores LC, es capaz de almacenar 144 fibras ópticas, mientras que un DFO de 4UR con conectores FC almacena un total de 72 fibras ópticas. En la Figura 3 se muestra la diferencia en la densidad de conexiones con conectores LC (izquierda) y con conectores FC (derecha).

Figura 3

Diferencia en la densidad de conexiones con conectores LC y con conectores FC



Dentro de los PoP podemos encontrar rack de datos de 45 UR (para tener una referencia, una UR equivale a 1.75 pulgadas o 4.45 centímetros, aproximadamente) por lo que resulta conveniente para nuestro diseño de alta densidad la elección de conectores LC para la terminación de las conexiones, ya que en un rack dedicado a concentrar enlaces de fibra óptica, podemos tener un total cercano a 1,548 enlaces utilizables. Esto varía dado que dependiendo de la capa en la que nos encontremos dentro del modelo jerárquico, es el DFO que podemos utilizar. Por ejemplo, si nos encontramos en la capa de acceso, podemos utilizar Distribuidores de cuatro UR con capacidad de alojar 144 conexiones en LC. Para la capa de Distribución se utiliza, regularmente, Distribuidores de dos UR capaces de almacenar 96 conexiones en LC y, por último, la capa de Core utiliza Distribuidores de un UR con capacidad de almacenar 48 enlaces con conectores LC. Los factores que influyen para la asignación de espacios son: el diseño de la solución a implementar, la criticidad en el manejo y acceso a la información, así como el nivel de redundancia entre nuestros equipos principales.

Definida la solución que permitía concentrar una alta densidad de terminaciones para la fibra óptica, el siguiente paso fue definir el método de conectorización entre el cable de fibra óptica y el DFO con conectores LC. Regularmente la unión entre el DFO y la fibra óptica se realiza a través de un empalme. La definición más simple de un empalme es el proceso mediante el cual se unen permanentemente dos fibras ópticas (Guía de referencia sobre fibra óptica de la FOA, 2024) y, además, que se cumpla con dos condiciones: 1) debe proporcionar un buen rendimiento óptico, el cual se indica por una reflectancia mínima de baja pérdida y, 2) contar con alta resistencia mecánica. Para esto, se analizaron las dos opciones disponibles en el mercado:

1. Empalme mecánico. Es un método de unión entre dos fibras ópticas utilizando un dispositivo mecánico que ayuda a alinear y fijar las fibras de manera precisa para permitir la transmisión eficiente de la luz; los componentes se unen utilizando pegamento epóxico y un *pulido anaeróbico*, el cual

le brinda a la terminación de fibra óptica un acabado liso. Sin embargo, los empalmes mecánicos suelen tener una mayor pérdida de inserción, que es cuando la señal transmitida a través de un cable se atenúa por las características físicas de los componentes de la solución o por el medio mismo.

2. Empalme por fusión. Los empalmes por fusión sueldan dos fibras utilizando un arco eléctrico a través de un equipo especializado llamado *Fusionadora* (conocida también como *Empalmadora*). Estos equipos son automatizados, por lo que es difícil que se realice un empalme malo si se sigue el proceso indicado de preparación y limpieza de las fibras, y se cuenta con la experiencia necesaria para manipular la fusionadora.

En la Tabla 1 se muestran las ventajas y desventajas de cada una de las soluciones:

Tabla 1

Ventajas y desventajas entre empalmes mecánicos y empalmes por fusión

EMPALMES MECÁNICOS	EMPALMES POR FUSIÓN
<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se requiere el manejo de un equipo especializado para realizar el empalme. • Son adecuados para reanudar la interrupción física en un enlace que ha sufrido daño. 	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suelen tener un menor índice en la pérdida por inserción. • El empalme por fusión es más resistente que el mecánico, por las cualidades de construir un enlace inherente entre las fibras.
<p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se depende de la experiencia y habilidades manuales del técnico que realiza el empalme para que éste sea bien realizado. • Suelen tener un mayor índice en la pérdida por inserción. 	<p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de un equipo especializado, así como la preparación técnica adecuada del personal que lo manipula.

Nota: Elaborada con información de (Guía de referencia sobre fibra óptica de la FOA, 2024)

Debido a que la unión de las fibras se realizó en los enlaces permanentes del *Backbone* de la RedUNAM, se decidió implementar empalmes por fusión, dado que por este método es posible terminar la unión de un cable de 12 hilos de fibra óptica en, aproximadamente, 90 minutos, mientras que realizando empalmes mecánicos la conectorización de un cable de 12 fibras ópticas tardaría alrededor de 270 minutos, además de que este último resulta más costoso por los materiales requeridos para su realización. También, se garantiza un bajo nivel de atenuación ya que todo se hace mediante equipo especializado.

Para llevar a cabo los empalmes por fusión se requería sólo de un elemento extra: el *pigtail*. Un *pigtail* no es más que es un cable de fibra óptica con un extremo terminado con un conector instalado de fábrica (The Fiber Optic Association, 2024); para nuestro caso, el conector utilizado fue tipo LC, y con el otro extremo sin terminar, es decir, en punta. Por lo tanto, el extremo del conector puede ser insertado al casete o panel del DFO, mientras que el otro extremo se puede integrar a los cables de fibra óptica de planta externa a través de un empalme por fusión.

También se debió considerar el cambio de los *jumpers* de fibra óptica que se utilizaban para terminar el enlace que se conectaba en un DFO en un extremo y a un puerto del equipo de datos en el otro. Anterior a este proyecto, la RedUNAM contaba con jumpers de fibra óptica monomodo con terminaciones LC – SC o ST – LC, es decir, el extremo que contaba con una terminación SC o ST iba al DFO mientras que el extremo LC se conectaba al equipo de datos. Cabe mencionar que estos movimientos de fibra óptica permitieron estandarizar que las conexiones entre los DFO y el equipo activo, dentro de los PoP de la RedUNAM, fueran con jumper LC – LC. A continuación, en la figura 5 se muestran los diferentes conectores encontrados en la Backbone de la RedUNAM.

Figura 5

Conectores encontrados en la Backbone de la RedUNAM



Jumper LC - ST

Jumper LC - SC

Jumper LC - LC

Una vez definidos y cuantificados los insumos a utilizar en este proyecto, se continuó con la elaboración del catálogo de conceptos y el anexo técnico de requerimientos. La importancia de estos documentos es que: a partir de esta información las compañías dedicadas a la implementación de soluciones en telecomunicaciones y cableado estructurado interesadas en participar en la licitación correspondiente, pueden conocer la cantidad, volumetría y características técnicas específicas de la solución a implementar en el proyecto. Es en este punto donde se definen detalles como: el plan de trabajo con tareas delimitadas por tiempo de duración, y la organización de las cuadrillas de trabajo para la realización de las actividades, por mencionar algunos de los tópicos.

Siguiendo con la logística en la ejecución del proyecto, se retomó la cuantificación e identificación de la fibra, ya que fue necesario identificar a qué capa pertenecían cada una de ellas (Core, Distribución o Acceso) ya que de esto dependió la programación de la *ventana de mantenimiento* que es el procedimiento mediante el cual se da un aviso para informar acerca de la suspensión o intermitencia de los servicios de red durante un tiempo determinado.

Teniendo la autorización de los usuarios finales para la interrupción temporal del servicio y con la solución definida, se procedió a la ejecución de los trabajos, que contaron con las siguientes fases:

1.Desmantelamiento de componentes.

En esta fase se desconectorizaron tanto las fibras ópticas monomodo a reubicar como las multimodo a retirar. De igual manera, se retiraron los Distribuidores de Fibra Óptica obsoletos y los *racks* de datos que no se utilizarían más o serían reubicados en algunas otras dependencias o PoP de la RedUNAM.

2.Intervención en los registros de acometida a los PoP.

En este punto, se procedió a manipular la fibra óptica monomodo de reserva para poder realizar las maniobras requeridas para acomodar los cables hasta su nueva posición. También, se sustrajo la fibra óptica multimodo de los PoP para liberar la canalización de planta externa e interna.

3.Reubicación de las fibras ópticas monomodo.

Teniendo la nueva ubicación definida para los cables de fibra óptica monomodo, se colocaron y fijaron en la canalización de planta externa para evitar posibles daños a los empalmes en un futuro.

4.Preparación y empalme de las fibras ópticas.

Una vez que las fibras se encontraban en su nueva posición, los cables se prepararon para su intervención a través de las fusiones para la unión permanente con el *pigtail*.

5.Finalización de los trabajos.

Una vez que se terminaba con los empalmes por fusión de los cables de fibra óptica, se procedía al acomodo de los nuevos DFO, así como el etiquetado de enlaces y la reconectorización con los *jumpers* a los equipos activos.

Un concepto importante que se mencionó al principio de este reporte, es el de *coeficiente de atenuación*, que está relacionado con las pruebas finales de OTDR (por su nombre en inglés *Optical Time Domain Reflectometer*), ya que con este equipo es posible identificar: el número de empalmes que existen en la trayectoria del enlace que se está midiendo, distancia total del enlace (incluyendo los *jumpers* con los que se realiza la medida) y la atenuación total del enlace. La atenuación ya había sido definida como la pérdida de potencia del haz de luz a medida que viaja a través del medio. Por lo que resulta importante realizar un *Presupuesto de atenuación* ya que nos indica, de manera teórica, la atenuación total que podemos obtener al reunir todos los elementos pasivos que integran el enlace. Por tal motivo, es importante conocer los valores mínimos de pérdida establecidos en la norma ANSI/TIA-568.3-D. En la Figura 6 se muestran los coeficientes de atenuación / desempeño de transmisión (s.f. 2022), mientras que en la Figura 7 se muestran los valores mínimos de pérdida aceptable por: conectores, empalmes y kilómetros (s.f. 2022) de acuerdo con esta norma.

Figura 6

Coeficientes de atenuación / desempeño de transmisión

VALORES MÍNIMOS DE PÉRDIDA ACEPTABLE	COEFICIENTE DE ATENUACIÓN
MM 62.5/125	3.5 dB por kilómetro a 850
	1.5 dB por kilómetro a 1300 nm
MM 50/125	3.0 dB por kilómetro a 850 nm
	1.5 dB por kilómetro a 1300 nm
SM 9/125 (1310 y 1550 nm)	0.4 dB/km para cable exterior
	1.0 dB/km para cable interior
	0.5 dB/km para cable interior-exterior

Nota. Obtenido de (¿Cómo hacer un presupuesto óptico?, 2022)

Figura 7

Valores mínimos de pérdida aceptable por conectores, empalmes y kilómetros

ELEMENTO	VALORES MÁXIMOS DE ATENUACIÓN ACEPTABLE
Conector	0.3 dB
Par de conectores acoplados	0.75 dB
Empalme	0.3 dB
Fibra multimodo (MM)	3.5 dB por kilómetro a 850 nm
	1.5 dB por kilómetro a 1300 nm
Fibra monomodo (SM)	1.0 dB por kilómetro a 1310 nm
	1.0 dB por kilómetro a 1550 nm
Planta exterior (TIA solamente)	0.5 dB por kilómetro a 1310 nm
	0.5 dB por kilómetro a 1550 nm

Nota. Obtenido de (¿Cómo hacer un presupuesto óptico?, 2022)

Ahora bien, teniendo los datos fue posible realizar el presupuesto de atenuación para los cables de fibra óptica monomodo a migrar. Para ello se emplearon las siguientes fórmulas:

- **Atenuación del cable óptico (DB)** = coeficiente máximo de atenuación de la fibra óptica (dB/km) × Longitud (km)
- **Atenuación del conector (DB)** = número de conectores × Pérdida del conector (DB)
- **Atenuación de fusión (DB)** = número de empalmes de fusión × Pérdida de empalme de fusión (DB)

Si se considera que cuando se habla de 1,310 nanómetros (nm) y 1,550 nanómetros (nm), se refiere a las bandas que se utilizan principalmente para transmisión de media y larga distancia, de las cuales la de 1,310 nm generalmente es utilizada para transmisión dentro de 40 km, y la de 1,550 nm generalmente es utilizada para transmisiones de larga distancia por encima de 40 km; el más lejano puede transmitir directamente 120 km.

Para obtener el *presupuesto de atenuación* (CISCO, 2024) se aplicó la siguiente fórmula:

$$PA = n \times C + c \times J + L \times a + M$$

Donde:

n: cantidad de conectores

C: atenuación de un conector óptico (dB)

c: cantidad de empalmes en sección de cable básica

J: atenuación de un empalme (dB)

M: el margen del sistema (cables de conexión, plegado de cables, eventos de atenuación óptica impredecibles, etc.) que se puede considerar en torno a 3 dB.

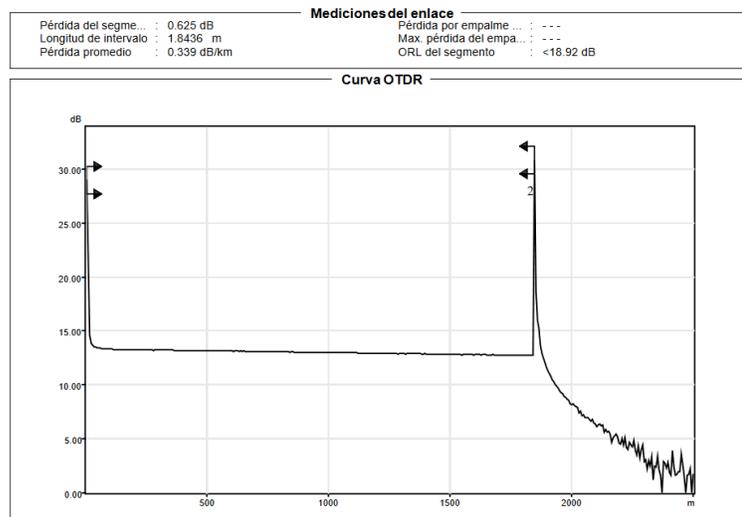
α : atenuación de cable óptico (dB/km)

L: longitud total del cable óptico

En la figura 8 se muestra se muestra la gráfica obtenida durante la medición realizada con un OTDR a uno de los hilos de las fibras reconectorizadas.

Figura 8

Gráfica obtenida al realizar la medición con un OTDR a uno de los hilos de las fibras reconectorizadas



De la figura anterior es posible observar lo siguiente: 1) la distancia total del enlace es de uno, 900 metros (redondeando valores), 2) los únicos empalmes existentes a lo largo del enlace son los correspondientes a las fusiones de los conectores en ambas puntas del enlace (son los dos picos). Por lo tanto, al sustituir valores en la fórmula, se tiene lo siguiente:

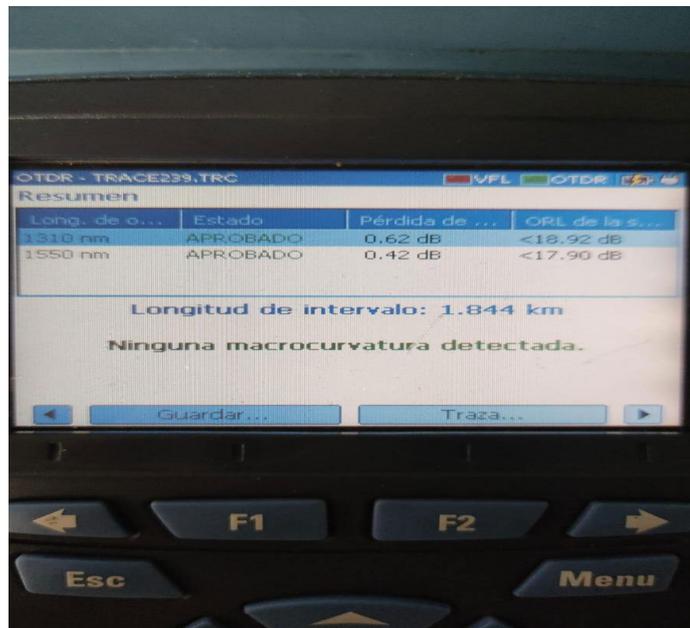
$$PA = (2*0.3\text{dB}) + (2*0.3\text{dB}) + (1.9 \text{ km}*0.4\text{dB}) + 3\text{dB} = 4.96\text{dB}$$

De tal manera que para este enlace se tiene un valor máximo de 4.96dB de atenuación en una ventana de operación de 1,310nm.

Junto con el Presupuesto de atenuación, una parte importante en la finalización de los trabajos, fueron los resultados obtenidos en campo haciendo las mediciones correspondientes a los enlaces de fibra óptica monomodo con el OTDR. De esta manera, fue posible comprobar el presupuesto de atenuación. En la Figura 9, se muestra el resultado de la medición hecha con el OTDR al mismo hilo con el que se calculó nuestro presupuesto de atenuación.

Figura 9

Resultado de la medición hecha con el OTDR



Estas pruebas resultaron de gran importancia, ya que indicaron que los empalmes por fusión habían sido realizados correctamente, al marcar una continuidad en el medio de punta a punta. En caso de haber arrojado error en algunos de los enlaces reubicados, se hubiese tenido que romper los empalmes por fusión, volver a preparar la fibra, realizar nuevamente el empalme y volver a medir.

Como actividad final, personal de los departamentos de Operación de la RedUNAM y de Conmutación verificaron que los servicios de datos y de voz se habían reestablecido exitosamente.

Todo este trabajo se tradujo en un total de 864 fibras ópticas monomodo reubicadas en seis PoP de la RedUNAM y un total de 4,222 metros de canalizaciones de planta externa liberados, gracias a la remoción de los cables de fibra óptica multimodo que resultaba obsoleta para la infraestructura de Telecomunicaciones de la Universidad.

4. CONCLUSIONES

La migración y posterior incorporación de los enlaces de fibra óptica monomodo al Sistema de Transporte de Información del Backbone de la RedUNAM trajo varias mejoras en diferentes niveles.

A nivel operativo, permite a los administradores de la infraestructura de telecomunicaciones institucional ubicar de una manera más fácil las fibras ópticas monomodo utilizables, e identificar a qué capa del modelo jerárquico de red pertenece, ya que se encuentran unificados en un solo rack (datos) y ubicados en el DFO correspondiente. Anteriormente, se tenían que identificar entre varios racks y varios DFO para

poder reconocer las fibras disponibles, el destino de la otra punta del enlace y los hilos disponibles del mismos. También, al saber que las reconexiones de las fibras se encuentran por debajo de los niveles mínimos de atenuación y que esta no es una condicionante para comprometer el rendimiento de la propagación del haz de luz a través del medio por problemas de pérdida de potencia de la señal. Esto se refleja en la actualidad ya que la RedUNAM cuenta con enlaces activos en las capas de Distribución y Core a 40 Gbps.

Además, estos nuevos enlaces sirvieron para la construcción de enlaces redundantes para la interconexión de la GRID UNAM, que es la encargada de *agrupar a distintas entidades de esta casa de estudios para lograr el aprovechamiento eficiente de la infraestructura y personal académico en cómputo de alto rendimiento, a través de una red que permite compartir recursos humanos y computacionales*. También han sido utilizados en las pruebas de concepto para la implementación de servicios de telefonía IP a través de la tecnología GPON (Redes Ópticas Pasivas con capacidad de transmitir a 1 Gbps).

Por otro lado, la liberación de aproximadamente el 25% del espacio en las canalizaciones de planta externa permite la conservación de los cables de enlaces de producción, ya que no se encuentran oprimidos dentro de las tuberías.

Este proyecto le permitió ahorros a la Universidad al solo invertir en los componentes finales para la construcción de los enlaces y no en la construcción de una nueva infraestructura pasiva para interconectar los servicios emergentes de las tecnologías de información que la comunidad universitaria demanda en la actualidad.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la M. en C. Ana Cecilia Pérez Arteaga, Secretaria Técnica del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, por reconocer, valorar e impulsar el trabajo de los técnicos académicos de la Universidad.

Al MSI Alfredo Hernández Mendoza, Jefe del Departamento de Operación de RedUNAM, por el apoyo técnico brindado durante la realización de los trabajos anteriormente descritos y que, gracias a estos, tengo la oportunidad de colaborar en los Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC.

REFERENCIAS

CISCO. (2024). *Calcule la atenuación máxima para los enlaces de fibra óptica*. Consultado el 5 de junio de 2024, de Notas técnicas de Troubleshooting: <https://n9.cl/53un>

Hosecom. (2024). *Effective transmission distance of network cables and optical fibers*. Consultado el 3 de junio de 2024, de <https://lc.cx/ChDLQR>

HTF. (2020). *¿Qué son los conectores de fibra SC, ST, FC, LC?* Consultado el junio de 2024, de Conocimiento: <https://goo.su/f7AgpIV>

Odom, W. (2017). *CCNA Routing and Switching 200-125 official Guide Library 1st edition*. Cisco Press PTG.

(s.f.) (2022) *¿Cómo hacer un presupuesto óptico?*. Consultado el 5 de junio de 2024, de <https://onx.la/>

[eefb0](#)

(s.f.) (2024) *Guía de referencia sobre fibra óptica de la FOA. Conectores y Empalmes*. Consultado el 14 de marzo de 2024, de <https://goo.su/mzBudb>

Telecommunications Industry Association. (2022). *Optical Fiber Cabling and Components Standar*.

The Fiber Optic Association. (2024). *Guía de estudio para la certificación de la FOA*. Consultado el 14 de marzo de 2024, de Jerga de la Fibra Óptica: <https://goo.su/qQAF>

TIA FOTC. (2024). *TIA/EIA-568*. Consultado el 13 de marzo de 2024, de TIA FOTC: <https://acortar.link/nKt7p>

Detección de malware utilizando un analizador de tráfico de red

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Pérez Santillán, P.T. (2024). Detección de malware utilizando un analizador de tráfico de red. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (x-y).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.67>

Pedro Temachtí Pérez Santillán

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

ptsantillan@gmail.com

ORCID: 0009-0000-2626-9073

Resumen

Cada método de detección y protección de malware tiene sus limitaciones, por lo que el uso de herramientas complementarias entre sí es fundamental para establecer una estrategia de defensa robusta y completa. Se utilizó un analizador de tráfico de red para buscar Indicadores de Compromiso (IoC) que permitieran identificar si un archivo analizado contenía código malicioso y posteriormente brindará información relevante del ataque. Durante este proceso se utilizó el software de distribución libre y multiplataforma Wireshark con los filtros DNS, HTTP y TCP que permitió encontrar patrones de comunicación inusuales e intentos de acceso a recursos no autorizados. Se demostró que esta aproximación es eficiente y puede traer beneficios a una estrategia integral de seguridad que pudiera ser utilizada en un futuro por el Centro de Datos.

Palabras clave:

Wireshark, malware, indicadores de compromiso, IoC, ciberseguridad, tráfico de red, análisis del protocolo DNS, análisis del protocolo HTTP, análisis del protocolo TCP, análisis de los objetos transmitidos.

1. INTRODUCCIÓN

Las amenazas de malware están en constante evolución. La detección temprana y eficiente de un ataque es crucial para proteger datos y sistemas. Los métodos tradicionales de detección están basados comúnmente en firmas y filtros. Esto presenta limitaciones ante ataques sofisticados y ataques de día cero que no han sido agregados a las bases de firmas.

El concepto de utilizar analizadores de tráfico de red en ciberseguridad ya se ha utilizado anteriormente para la detección de intrusos (Banerjee et al., 2018). Si bien ese experimento se enfocó en el filtrado del ACL (*Access Control List*) efectuando una labor similar a la de un firewall, se encontró que este tipo de análisis tiene aplicaciones interesantes en materia de ciberseguridad.

Para probar la eficiencia de este enfoque se ejecutó un archivo infectado en una máquina virtual para posteriormente analizar el comportamiento de red del dispositivo.

El objetivo del proyecto fue utilizar Wireshark como una alternativa para buscar Indicadores de Compromiso (IoC) en un equipo infectado por un archivo malicioso y demostrar que el análisis de tráfico de red puede ser una herramienta útil en un esquema integral de ciberseguridad.

Wireshark es una herramienta de análisis de tráfico de red, por medio de su utilización es posible tener una perspectiva diferente para la detección de malware en el sistema al identificar patrones de comportamiento extraños. Si bien este método también tiene sus limitaciones, es una alternativa complementaria para poder detectar actividad sospechosa y tener una pronta reacción que permita reducir el impacto del ataque.

2. DESARROLLO TÉCNICO

Cada malware tiene un método de ataque diferente, dependiendo de las vulnerabilidades que busque explotar y la intención del ataque, será el comportamiento que presente el dispositivo infectado. Un dispositivo infectado podría permanecer sin ningún tipo de comportamiento extraño por meses, pero comúnmente tratará de avisar al atacante que ha sido exitoso y mandar información del sistema. Algunos tipos de malware solamente abren un canal de entrada al dispositivo infectado para posteriores ataques y reportan su dirección. El tipo de información es lo que se buscó en el análisis.

El flujo de información capturado por Wireshark puede llegar a ser muy extenso para analizarlo de manera detallada. Fue importante definir primero una metodología que permitiera revisar de manera sistemática los protocolos más importantes en busca de Indicadores de Compromiso (IoC). En este proceso, partiendo de dichos indicadores, se pueden tomar diversos caminos para seguir el rastro de alguna actividad sospechosa.

Un estudio reciente (Singh y Singh, 2021) plantea dos aproximaciones para el análisis del tráfico de la red en busca de señales de un ataque: enfocado al flujo de red y/o a los paquetes. De manera que se hizo una revisión de los protocolos comúnmente utilizados en ataques en los que Wireshark ha mostrado ofrecer un análisis completo y detallado (Saxena y Sharma, 2017) y posteriormente una revisión del contenido de paquetes sospechosos y objetos transmitidos.

Los pasos que siguió la metodología para la identificación del malware fueron:

- Análisis del protocolo DNS
- Análisis del protocolo HTTP
- Análisis del protocolo TCP
- Análisis de los objetos transmitidos

2.1 METODOLOGÍA

2.1.1 PREPARACIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO

Es importante contar con un ambiente de trabajo seguro y aislado del resto del sistema cuando se trabaja con un archivo que podría contener malware. Se utilizó VirtualBox corriendo Windows 10 para generar un entorno virtual seguro.

La configuración de red que se utilizó para la conexión de la máquina virtual fue *Bridged Adapter*, que conectará a la máquina virtual como un elemento más de la red, de manera que tenga una dirección IP propia y no genere confusión con el tráfico generado por la computadora anfitriona.

Para realizar las pruebas se utilizó un archivo infectado con el malware *Trickbot*. La Agencia de Ciberdefensa de América ofrece información adicional de este malware (Cybersecurity Advisory, 2021). Para replicar este tipo de experimentos, en los repositorios de Github o bases de datos de amenazas de ciberseguridad es posible encontrar archivos infectados que se utilizan para fines académicos.

Se utilizó Wireshark version 4.2.5, y la captura del tráfico de red se comenzó un par de minutos antes de infectar la máquina virtual. Se limitó en la medida de lo posible toda actividad innecesaria tanto en la máquina virtual como en la máquina anfitriona, con la finalidad de reducir el tráfico a analizar.

2.1.2 ANÁLISIS DEL PROTOCOLO DNS

El protocolo DNS (Sistema de Nombres de Dominio) permitió obtener la dirección IP de una página o sitio web al cual queremos acceder: es el primer lugar donde podremos encontrar actividad de parte del malware. A menudo en este tipo de ataques, nuestro equipo se comunica con servidores de Comando y Control (C&C o C2) para recibir instrucciones o enviar datos robados. Estos C&C pueden alojarse en servicios de *hosting* anónimos al cual el atacante tendrá acceso y nuestro dispositivo realizará una consulta de DNS para acceder a ellos. Identificar este tipo de comunicación puede ser un indicio de la presencia de malware.

De igual forma, se buscan patrones de tráfico sospechoso, por ejemplo, si se realiza un gran número de solicitudes DNS de dominios desconocidos o páginas web a las que no hayamos accedido.

2.1.3 ANÁLISIS DEL PROTOCOLO HTTP

El siguiente paso fue revisar el protocolo HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto). Las conexiones a servidores remotos comúnmente utilizarán este protocolo. Cuando un paquete resulta sospechoso,

Wireshark nos permite hacer un seguimiento detallado del flujo TCP de la comunicación (TCP stream). Un dispositivo infectado comúnmente tratará de enviar nuestras credenciales, llaves y contraseñas al atacante. No se debe confundir cuando vemos que las credenciales de acceso y autenticación son utilizadas para realizar una conexión legítima a algún servicio.

La opción de Geolocalización es un complemento que se puede instalar en Wireshark para darnos información adicional respecto a la ubicación de las direcciones IP a las que los dispositivos tratan de conectarse (Chappell, 2019). Esta información no es contundente, pero ayuda a definir el panorama.

Al navegar en diferentes sitios utilizando HTTP, comúnmente utilizarán el puerto 443 en lugar del puerto 80. Algunas aplicaciones aún trabajan el puerto 80, pero cuando se ven muchos paquetes a través de este puerto, es necesario hacer una revisión más profunda.

2.1.4 ANÁLISIS DEL PROTOCOLO TCP

Posteriormente se revisaron las peticiones *Hello*, que es el primer paso cuando se realiza una solicitud de conexión TLS (Seguridad de la Capa de Transporte). Una versión obsoleta de la conexión podría ser un indicio de actividad maliciosa. La solicitud de conexión TLS generará un código JA3. Esta firma de conexión puede ser comparada en bases de datos en búsqueda de indicios de conexiones maliciosas. Si bien no es un método infalible, se ha encontrado que esta información puede ser de utilidad para detectar el tipo de conexión que se establece (Roques et al., 2019).

Un aumento repentino en el volumen de tráfico TCP, especialmente hacia servidores externos, podría ser indicativo de actividad maliciosa, como la transmisión de información robada de nuestro dispositivo. Cuando se presentan anomalías en los tiempos de respuesta como que éstos sean inusualmente largos podrían indicar la presencia de un intermediario en la comunicación ejecutando un ataque *man-in-the-middle*.

2.1.5 ANÁLISIS DE LOS OBJETOS TRANSMITIDOS Y EL CONTENIDO DE LOS PAQUETES

Por medio de la opción de exportación de objetos HTTP, será posible ver todos los elementos que fueron enviados a través de este protocolo, lo que permitirá inspeccionar el flujo de los paquetes que contenga un archivo que llame nuestra atención y analizarlo en búsqueda de código malicioso, scripts o datos sospechosos.

Algunos tipos de malware tratarán de propagarse, enviando el código malicioso a otros dispositivos. Se recomienda ser muy cuidadosos con los archivos encontrados. Cuando algún archivo llame nuestra atención, se debe enviar a alguna base de datos como VirusTotal para verificar si está infectado.

2.2 RESULTADOS

Del análisis del protocolo DNS:

Se inició aplicando el filtro *DNS*. Se realizó una inspección en todas las peticiones que el equipo está realizando.

El dispositivo infectado realizó una solicitud DNS al sitio *wtfismyip.com*, un sitio que proporciona la dirección IP del equipo y suele estar asociado con actividad maliciosa (Any Run, 2021).

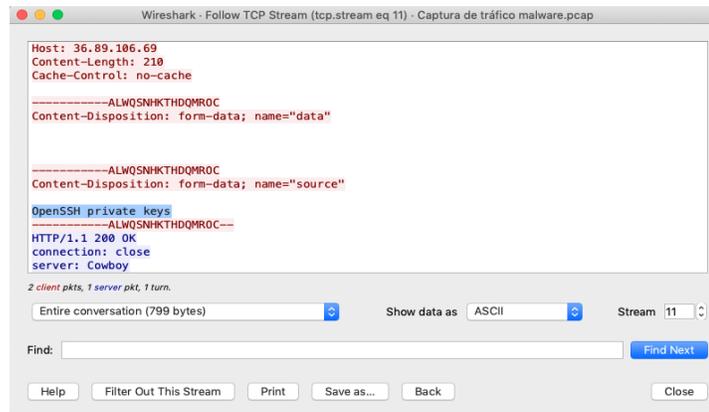
Del análisis del protocolo HTTP:

Se encontró que nuestro dispositivo buscaba conectarse a un servidor llamado Cowboy. El nombre de este servidor ha estado asociado a ataques de malware (Cybersecurity Advisory, 2021). Con el filtro *ip.addr* se encontró que dicho servidor estaba asociado a la dirección IP 173.166.146.112.

A este servidor se le enviaba información del sistema operativo de nuestro dispositivo y encabezados que indican que el ataque apuntaba a nuestras contraseñas de Outlook, credenciales de OpenSSH (Figura 1) y OpenVPN, así como información bancaria.

Figura 1

El encabezado muestra que el atacante está apuntando a obtener nuestras llaves OpenSSH

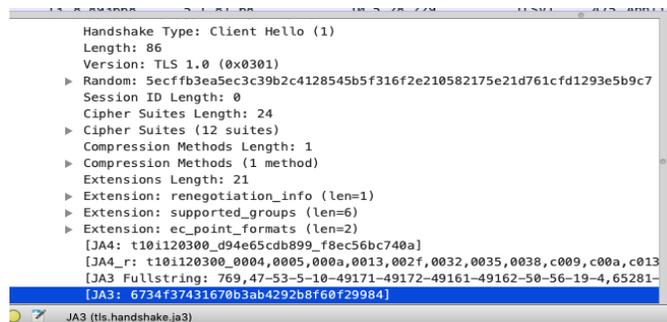


Del análisis del protocolo TCP:

Se encontró una conexión TLS que llamaba la atención por utilizar una versión muy antigua; la firma *JA3* (Figura 2) de esta conexión había sido reportada como sospechosa de malware en una base de datos de loC (Althouse, 2019).

Figura 2

Firma JA3 de la conexión TLS que se revisó

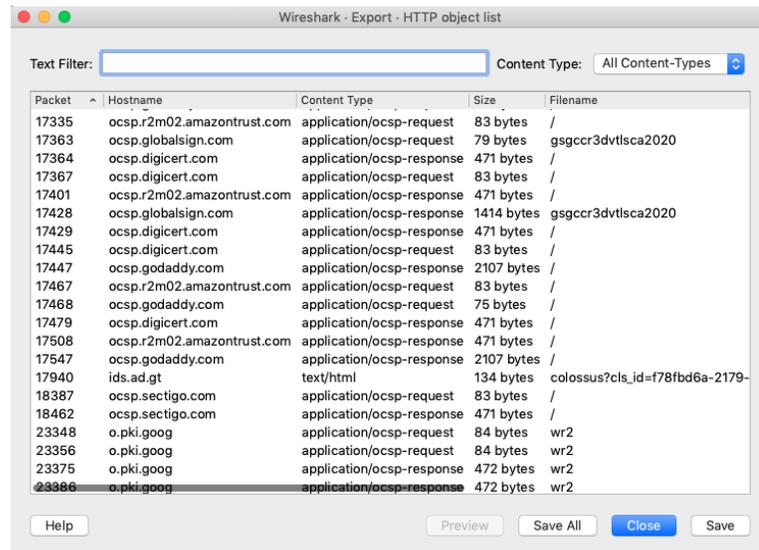


Del análisis de los objetos transmitidos y el contenido de los paquetes se encontró lo siguiente:

La lista de objetos transmitidos durante el análisis arrojó que la mayoría fueron respuestas de aplicaciones (Figura 3).

Figura 3

Inspección de los objetos HTTP encontrados en la captura de tráfico de red

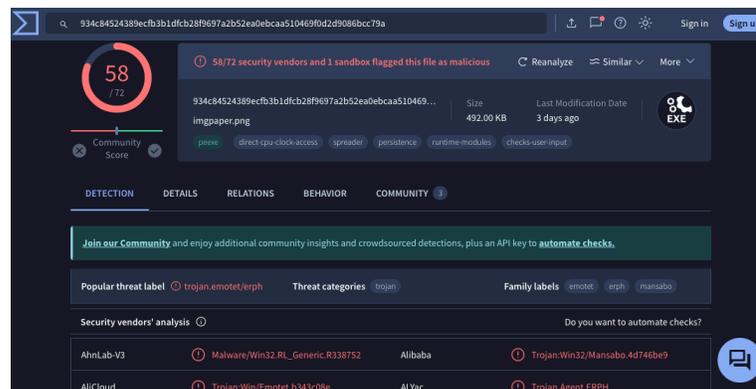


Packet	Hostname	Content Type	Size	Filename
17335	ocsp.r2m02.amazontrust.com	application/ocsp-request	83 bytes	/
17363	ocsp.globalsign.com	application/ocsp-request	79 bytes	gsgccr3dvtlsca2020
17364	ocsp.digicert.com	application/ocsp-response	471 bytes	/
17367	ocsp.digicert.com	application/ocsp-request	83 bytes	/
17401	ocsp.r2m02.amazontrust.com	application/ocsp-response	471 bytes	/
17428	ocsp.globalsign.com	application/ocsp-response	1414 bytes	gsgccr3dvtlsca2020
17429	ocsp.digicert.com	application/ocsp-response	471 bytes	/
17445	ocsp.digicert.com	application/ocsp-request	83 bytes	/
17447	ocsp.godaddy.com	application/ocsp-response	2107 bytes	/
17467	ocsp.r2m02.amazontrust.com	application/ocsp-request	83 bytes	/
17468	ocsp.godaddy.com	application/ocsp-request	75 bytes	/
17479	ocsp.digicert.com	application/ocsp-response	471 bytes	/
17508	ocsp.r2m02.amazontrust.com	application/ocsp-response	471 bytes	/
17547	ocsp.godaddy.com	application/ocsp-response	2107 bytes	/
17940	ids.ad.gt	text/html	134 bytes	colossus?cls_id=f78fbd6a-2179-
18387	ocsp.sectigo.com	application/ocsp-request	83 bytes	/
18462	ocsp.sectigo.com	application/ocsp-response	471 bytes	/
23348	o.pki.goog	application/ocsp-request	84 bytes	wr2
23356	o.pki.goog	application/ocsp-request	84 bytes	wr2
23375	o.pki.goog	application/ocsp-response	472 bytes	wr2
23386	o.pki.goog	application/ocsp-response	472 bytes	wr2

Sin embargo se encontraron dos archivos con extensión PNG. A pesar de que las páginas web presentan todo tipo de imágenes, éstas normalmente no aparecen como objetos en el flujo de datos. Se descargó y se analizó en VirusTotal (VirusTotal, 2024), encontrando que el archivo contenía código malicioso (Figura 4).

Figura 4

Resultados del análisis del archivo extraído



934c84524389ecfb3b1dfcb28f9697a2b52ea0ebcaa510469f0d2d9080bcc73a

58/72 security vendors and 1 sandbox flagged this file as malicious

Size: 492.00 KB | Last Modification Date: 3 days ago

Popular threat label: trojan.emotet/erph | Threat categories: trojan | Family labels: emotet, erph, mansabo

Security vendors' analysis:

AhnLab-V3	Malware/Win32_RL_Generic.R338752	Alibaba	Trojan/Win32/Mansabo.4d746be9
AliCloud	Trojan/Win/Emotet.b243c08e	ALYac	Trojan.Agent.ERP4

Utilizando el filtro *frame contains ".exe"* se revisó si algún paquete transmitía información de procesos del sistema. Se encontró que uno de los paquetes efectivamente contenía esta información. El atacante intentaba obtener información de procesos corriendo en nuestro sistema (Figura 5).

Figura 5

Procesos de nuestro sistema de los que se le está informando al atacante



Se encontraron varios Indicadores de Compromiso (IoC) con los que se pudo concluir que efectivamente la máquina había sido infectada. Dentro del análisis se encontraron indicios de lo que el atacante pretendía hacer en el equipo, incluyendo una dirección IP a la que nuestro dispositivo buscaba conectarse y un objeto infectado con el que el malware podría haberse replicado.

La metodología utilizada es una manera eficiente de buscar IoC en el tráfico de la red y pudiera funcionar como referencia para continuar desarrollando diversos métodos. El análisis de tráfico de red demostró ser una herramienta útil para las medidas de seguridad de un equipo de cómputo, que puede complementar y aportar valor en la identificación de malware y detección de dispositivos infectados a métodos tradicionales.

3. CONCLUSIONES

Los analizadores de tráfico de red son una excelente herramienta para el análisis de malware y para diagnosticar cuando un equipo ha sido infectado. Si el ataque ha podido evitar nuestras defensas, el comportamiento del equipo ofrecerá información valiosa para su detección. Este proceso puede llevarse a cabo de manera posterior como una especie de análisis forense o método de detección de malware, así como en tiempo real.

El punto más vulnerable de un sistema informático sigue siendo sus usuarios. Aunque nuestra red cuente con protocolos robustos, a través de un correo o un archivo externo estos pueden abrir una brecha de seguridad. La detección de un ataque por medio del tráfico de red, brinda la posibilidad al administrador de detectarla de manera remota, sin necesidad de acceder al dispositivo del usuario.

AGRADECIMIENTOS

A Patricia Santillán, por todo su apoyo en los proyectos que me trajeron a este punto.

REFERENCIAS

- Althouse, J. (2019). TLS Fingerprinting with JA3 and JA3S. <https://engineering.salesforce.com/tls-fingerprinting-with-ja3-and-ja3s-247362855967/>
- Any Run. (2021). *Wtfismyip General Info*. <https://any.run/report/e3d78e7428ee28a4276fbb76dee1af0d361aa7608add631e48d1066f6acb91b2/a68cc05c-55b9-4a7a-9566-9df232134fcb>
- Banerjee, U., Vashishtha, A., & Saxena, M. (2010). Evaluation of the Capabilities of WireShark as a tool for Intrusion Detection. *International Journal of computer applications*, 6(7), 1-5.
- Chappell, L. (2019). *GeoIP Mapping in Wireshark*. <https://www.chappell-university.com/post/geoip-mapping-in-wireshark>
- Cybersecurity Advisory. (2021). *TrickBot Malware*. Cybersecurity and Infrastructure Security Agency <https://www.cisa.gov/news-events/cybersecurity-advisories/aa21-076a>
- Roques, O., Maffei, S., & Cova, M. (2019, September). Detecting malware in TLS traffic. In *The IEEE Conference on Local Computer Networks 30th Anniversary (LCN'05)*, pp.12-13.
- Saxena, P., & Sharma, S. K. (2017). Analysis of network traffic by using packet sniffing tool: Wireshark. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 3(6), 804-808.
- Singh, A. P., & Singh, M. (2021). A comparative review of malware analysis and detection in HTTPs traffic. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 10(1), 111-123.
- VirusTotal. (s.f.). *Upload*. <https://www.virustotal.com/gui/home/upload>

Automatización de tareas para desarrolladores de software en Laravel, por medio de comandos personalizados

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Sánchez Montes de Oca, P. Z. (2024) Automatización de tareas para desarrolladores de software en Laravel, por medio de comandos personalizados. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas(40 - 49).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.61>

Paulina Zulen Sánchez Montes de Oca

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

pzulen28@gmail.com

ORCID: 0009-0006-8638-8852

Resumen

En la creación de un producto de software, es común encontrarse con fragmentos de código similares en varias partes del sistema. A menudo, estos fragmentos sólo varían en los nombres de los componentes, lo que lleva a la práctica de copiar y pegar el código, para adaptarlo luego al nuevo componente. Con la finalidad de abordar esta problemática, surge la necesidad de crear comandos personalizados que sirvan como plantillas base para el desarrollo del sistema. Esto conlleva numerosos beneficios, como la reducción en tiempos en la creación de un componente, en el uso de recursos del sistema, una mayor eficiencia en el desarrollo del código, la estandarización (al utilizar un modelo específico para cada componente) y la capacidad de incorporar código de acuerdo con las necesidades individuales.

Palabras clave:

Laravel, comandos personalizados, estandarización, plantilla base

1. INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de un sistema de software, la selección de las herramientas que mejor se ajusten a las necesidades y requisitos del proyecto es un factor crítico de éxito. En la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación se han entregado más de 15 productos de software utilizando el *framework* Laravel. De acuerdo con Morales (2023), "Laravel es un *framework* de desarrollo web de código abierto escrito en PHP que se utiliza para crear aplicaciones web de alta calidad y escalables, siendo uno de los *frameworks* de PHP más populares".

La elección de Laravel se basa en su código legible, que facilita su comprensión, así como su eficiente manejo de bases de datos a través de Eloquent ORM (Mapeo Objeto-Relacional). Además cuenta con características robustas, como la adopción del patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual, según Zapata (2023), "con esta arquitectura es posible separar la aplicación en 3 capas: en la capa Modelo se muestran los datos del programa; la capa Vista presenta la interfaz gráfica del software; y la capa Controlador que responde a las acciones del usuario y envía peticiones a la capa Modelo cuando el usuario solicita cierta información". Adicionalmente, su consola integrada Artisan permite agilizar la automatización de tareas mediante comandos de línea.

Más allá de simplemente utilizar los comandos proporcionados por Laravel, este reporte tiene como objetivo brindar recomendaciones para el desarrollo de comandos personalizados, adaptándolos a un sistema base, al minimizar el tiempo de creación de componentes y aprovechar las características del *framework*, para crear sistemas escalables, fáciles de mantener y con una alta reutilización de código.

Para la creación de estos comandos personalizados y con base en su compatibilidad con PHP, se han empleado funciones para definir las variables utilizadas en el desarrollo de estos comandos, al proporcionar una plantilla base para los diferentes componentes del sistema y proyectos futuros. Esto garantiza características homogéneas y una estructura uniforme en las clases y funciones, lo que permite reducir el tiempo de desarrollo. Además, al estar optimizados y estandarizados, permiten a los desarrolladores enfocarse en características y desafíos específicos de cada sistema en desarrollo.

2. DESARROLLO TÉCNICO

Se realizó una instalación de Laravel y el desarrollo de un comando personalizado, que proporcionó detalles sobre su ubicación y estructura. Este software ofrece varios comandos esenciales, entre ellos:

- *Make*: Genera una plantilla de clase, que proporciona un esquema donde se define el comportamiento y sus propiedades.
- *Migrate*: Se utiliza para crear tablas de migración en la base de datos e identifica las migraciones previamente ejecutadas para evitar duplicidades.
- *Sail*: Una herramienta que facilita la creación de entornos de desarrollo basados en Docker (tecnología de contenedores), que permite la rápida configuración de aplicaciones Laravel.
- *Route*: Define las rutas para una aplicación Laravel, estableciendo la conexión entre las solicitudes HTTP y la lógica de la aplicación.

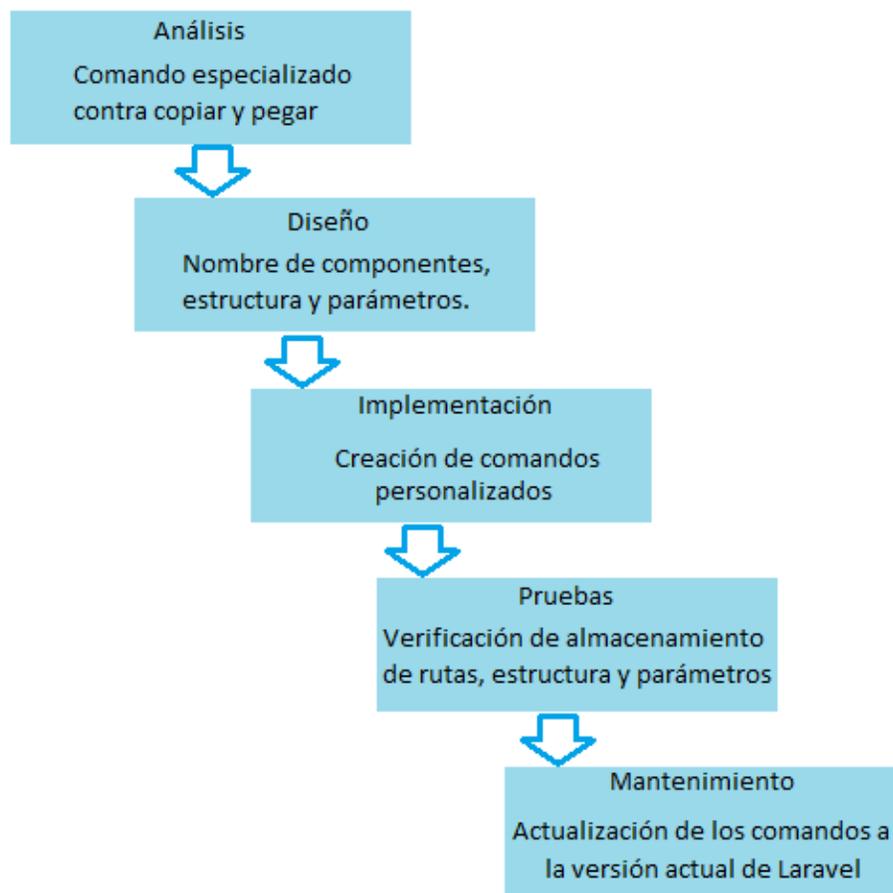
Si se escribe “php artisan” en la terminal del editor de código se despliega una lista completa de comandos disponibles, junto con sus descripciones. Al crear comandos personalizados, estos se agregan a la lista, lo que permite que los miembros del equipo de desarrollo los utilicen. Se eligió Visual Studio Code como editor de código, debido a que “la instalación de extensiones permite un desarrollo fluido, también integra herramientas como la terminal que se usará mucho para hacer toda instalación de paquetes y ejecutar comandos para levantar el mismo proyecto” (Esquivel, 2023).

2.1 METODOLOGÍA

La metodología empleada para desarrollar estos comandos personalizados es el modelo de cascada (Figura 1), que consta de las etapas de análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Según Universitat Carlemany (2024), esta metodología “permite organizar el trabajo en vertical, de arriba a abajo. Esto significa que se realiza una actividad por fases secuenciales y que no es posible pasar a la siguiente hasta que no se haya verificado la anterior”.

Figura 1

Modelo de cascada



Análisis

Dadas las características de los sistemas web, se identificó que varios de sus componentes contenían código repetitivo, lo que resultaba en una inversión de tiempo innecesaria al reescribirlo. Además, cada desarrollador empleaba una nomenclatura diferente, lo que causaba errores de programación y prolongaba los tiempos de entrega, incrementando los costos. Tras una exploración, se descubrió que Laravel ofrece la funcionalidad de crear comandos personalizados que permiten generar plantillas para la reutilización de código. Se optó por esta alternativa debido a su facilidad de uso y a la documentación disponible en la página oficial de Laravel; y se creó el primer comando personalizado. La Tabla 1 muestra la comparación de utilizar un comando personalizado y la acción copiar – pegar (forma tradicional).

Tabla 1

Comparación entre los comandos personalizados y la práctica de copiar y pegar código

	Comandos personalizados	Copiar y Pegar Código (forma tradicional)
Eficiencia y Productividad	<p>Automatización: Genera automáticamente componentes.</p> <p>Consistencia: Disminuye el riesgo de errores humanos.</p> <p>Escalabilidad: Aumenta la productividad del equipo.</p> <p>Tiempo: Máximo un minuto.</p>	<p>Manualidad: Los desarrolladores deben copiar y ajustar manualmente el código.</p> <p>Inconsistencias: Incrementa la probabilidad de errores.</p> <p>Tiempo: Seleccionar, copiar, pegar y modificar el código.</p>
Mantenimiento	<p>Facilidad de mantenimiento: Los cambios se realizan en el comando personalizado.</p>	<p>Dificultad de mantenimiento: Cada instancia del código copiado debe cambiarse manualmente.</p>
Estandarización	<p>Estandarización: Código estandarizado y uniforme.</p>	<p>Variabilidad: Cada desarrollador puede implementar variaciones.</p>
Adaptabilidad	<p>Adaptabilidad: Facilita la personalización de componentes.</p>	<p>Rigidez: Cada adaptación debe hacerse manualmente.</p>
Flexibilidad	<p>Flexibilidad: Permite la inclusión de lógica adicional o validaciones específicas.</p>	<p>Mayor complejidad: Adaptar el código copiado a diferentes contextos puede introducir complejidad y errores.</p>

Diseño

En esta fase se identificaron las rutas donde se almacenaron los diferentes comandos personalizados, y se definió la nomenclatura de los nombres de cada comando consultables en la Figura 2, así como el nombre con el cual se ejecutan, y la estructura de sus parámetros (Figura 3).

Figura 2

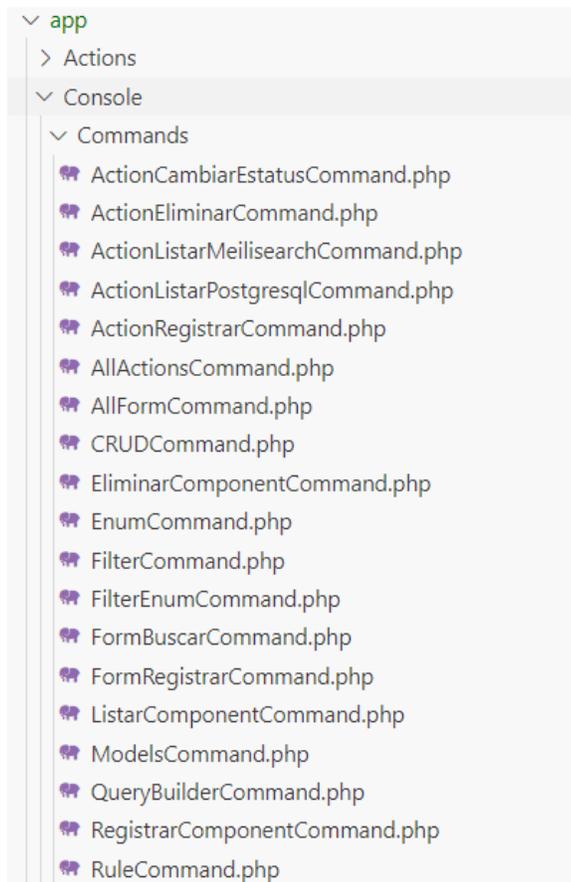
Nombre de ejecución y parámetros de comandos personalizados

```
'make:formRegistrar' Nombre para su ejecución  
{name : The name of the Enum class}  
{--type= : The type of the Enum class}  
{--C|case=* : The values of the Enum class}  
{folder? : Create new directory optional}
```

Parámetros

Figura 3

Ruta y nomenclatura de comandos personalizados



Implementación

Esta fase inició con el establecimiento de la estructura general de un sistema base en Laravel, mediante la creación de un nuevo sistema con la instalación de *Composer*, que según Ávalos et al. (2023), “es un manejador de dependencias para proyectos del lenguaje de programación PHP”, lo que permite declarar las bibliotecas necesarias para la estandarización y actualización del sistema, de forma eficiente.

El proceso inició con la descarga e instalación de la última versión de PHP Composer. Luego, se creó un nuevo proyecto Laravel por medio del comando `composer create-project laravel/laravel proyecto-base-laravel`, siguiendo los lineamientos establecidos en la documentación de Laravel para visualizar el proyecto en el navegador en `http://localhost`.

Para crear la estructura base del comando personalizado, se utilizó el comando `php artisan make:command EjemploCommand`, y se asignó un nombre que invoca el comando personalizado, estructurado por el nombre del componente, su acción y una breve descripción (Laravel, 2011-2024).

Asimismo, en la función *handle* se emplearon funciones PHP para estructurar las variables necesarias para la creación de rutas, *namespaces*, nombres y validaciones de los componentes, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2

Funciones de Laravel y PHP

Funciones utilizadas de Laravel	Funciones utilizadas de PHP
<code>Str::plural()</code> : Ayuda a que el dato entrante en la terminal siempre lo regrese en plural.	<code>ucfirst()</code> : Convierte el primer carácter de la cadena ingresada a mayúsculas.
<code>Str::replace()</code> : Reemplaza la doble diagonal en caso de no haber ingresado una carpeta adicional, además de cambiar la diagonal por diagonal invertida.	<code>file_exists</code> : Verifica si existe un fichero o directorio.
<code>Str::of()->between</code> : Regresa la cadena que se encuentra entre los valores dados.	<code>is_dir</code> : Indica si el nombre de archivo es un directorio.
<code>Str::afterLast()</code> : Devuelve todo lo que ocurre después de la última aparición del valor dado en una cadena.	<code>file_put_contents()</code> : Escribir datos en un archivo.
<code>Str::before</code> : Retorna todo lo que está antes del valor dado en una cadena.	<code>php_array_map()</code> : Aplica la devolución de llamada a los elementos de las matrices dadas.
<code>Str::snake()</code> Para que devuelva la cadena separada por guiones bajos.	<code>implode()</code> : Une elementos de un array en un string
<code>Str::headline()</code> Convierte cadenas delimitadas por mayúsculas, guiones o guiones bajos en una cadena delimitada por espacios con la primera letra de cada palabra en mayúsculas.	N/A

Se creó una función de tipo *get* para generar la plantilla, para asegurar que devuelva el código estandarizado.

Figura 4

Función *getFormBuscar*

```
protected function getFormBuscar()
{
    $cases = $this->option('case');
    $cases = array_map(function($case) {
        return "public $.Str::snake($case)." = ''";
    }, $cases);

    $attributes = $this->option('case');
    $attributes = array_map(function($attributes) {
        return ""$.Str::snake($attributes)." => ""$.Str::headline($attributes).""";
    }, $attributes);

    $rules = $this->option('case');
    $rules = array_map(function($rules) {
        return ""$.Str::snake($rules)." => ['nullable', 'string']";
    }, $rules);

    $isDirty = $this->option('case');
    $isDirty = array_map(function($isDirty) {
        return "$$.this."->$.Str::snake($isDirty).""";
    }, $isDirty);

    return '<?php
```

Figura 5

Plantilla *getFormBuscar*

```
namespace [namespace];

use Livewire\Attributes\Validate;
use App\Livewire\Forms;

class [classComponent] extends Form
{
    ' . implode("\n    ", $cases) . '

    public $validationAttributes = [
        ' . implode("\n    ", $attributes) . '

    ];

    public function rules(): array
    {
        return [
            ' . implode("\n    ", $rules) . '
        ];
    }

    public function isDirty(): bool
    {
        return ' . implode("\n                || ", $isDirty) . '
        ;
    }
}
';
}
```

Pruebas

Se verificó que el componente creado se almacenara en la ruta adecuada, que contuviera las funciones y la estructura principal según el tipo de componente, y que cumpliera con la nomenclatura estipulada en la fase de análisis. Además, se comprobó que inyectara automáticamente todas las dependencias definidas en el método *handle*, para asegurar su adecuado funcionamiento.

Mantenimiento

Al ser una plantilla, ésta se ha adaptado de acuerdo con el tipo de componente creado y la versión actual de Laravel, ya que al existir cambios en la documentación, varía la estructura de algunos componentes.

2.2 RESULTADOS

Una vez creada la plantilla, se escribe en la terminal el nombre del comando, nombre de la carpeta del componente, los casos que se crearán con la bandera `--case = nombreCaso`, y la carpeta padre, la cual es opcional, y se verá en la ruta asignada por el grupo de desarrollo, como se muestra en el ejemplo de la Figura 6.

Figura 6

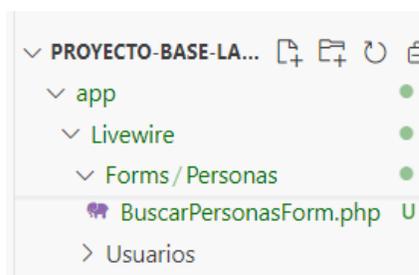
Creación del *Form Request* por la terminal de comandos *BuscarPersonasForm*

```
pzule@DESKTOP-NM6U7A3:~/proyecto-base-laravel-10$ sail artisan make:formBuscar personas --case=apellidoPaterno --case=apellidoMaterno --case=correoElectronico --case=rol Forms
Form buscar created successfully.
pzule@DESKTOP-NM6U7A3:~/proyecto-base-laravel-10$
```

La ruta donde se almacena el *Form Request* se visualiza en el explorador del editor de código, como se ve en el ejemplo de la Figura 7.

Figura 7

Ruta del *Form Request*



Al seleccionar el *Form Request* "BuscarPersonasForm.php" se muestra el componente creado.

Se obtuvo un *Form Request* con una estructura base, donde el desarrollador únicamente adaptó las validaciones de acuerdo con los requerimientos específicos del *Form Request*.

Para el desarrollo de un *Form Request* de la forma tradicional, el desarrollador deberá ingresar a la terminal del editor y escribir `sail php artisan livewire:form BuscarAreasForm`, si utiliza *docker*, o en su defecto omitir

sail. El sistema muestra una plantilla básica con el *namespace* (ruta del *form* creado), las importaciones de la clase que permiten crear las instancias del *form* y la clase con el nombre ingresado.

Posteriormente, el desarrollador deberá crear, copiar y pegar manualmente los atributos públicos, protegidos o privados según las necesidades, para crear las validaciones de esos atributos y las reglas de validación. En el ejemplo visto se crea una función adicional llamada *isDirty*, para determinar si alguno de los atributos del formulario ha sido modificado respecto a su valor inicial (Figura 9).

Figura 9

Form Request BuscarAreasForm

```
app > Livewire > Forms > BuscarAreasForm.php
1  <?php
2
3  namespace App\Livewire\Forms;
4
5  use Livewire\Attributes\Validate;
6  use Livewire\Form;
7
8  class BuscarAreasForm extends Form
9  {
10 |     //
11 | }
12
```

Al ser un ejemplo básico, la diferencia de tiempo entre crear un *form* manual a un *form* con un comando personalizado es de 15 minutos por cada uno; pero al poder crear, como se ha mencionado antes, diferentes tipos de comandos personalizados y éstos poder ser reutilizados, el tiempo se incrementa considerablemente, dependiendo de la cantidad de componentes necesarios en un sistema.

Crear comandos personalizados es una práctica mucho más eficiente, segura y profesional, en contraste con el simple copiado y pegado de código. Los comandos personalizados mejoran la productividad, aseguran la consistencia y estandarización del código, y facilitan el mantenimiento y la actualización del software. Por otro lado, copiar y pegar código puede ser rápido en el corto plazo, pero a largo plazo, introduce riesgos significativos de errores, inconsistencias y dificultades de mantenimiento.

CONCLUSIONES

El uso de comandos ha facilitado a los desarrolladores la creación de componentes básicos, así como la reducción de los tiempos de desarrollo. Además, la personalización de estos comandos permite contar con información estandarizada. Esto mejora la legibilidad del código, facilita el mantenimiento, reduce

errores y asegura que los componentes compartan las mismas características. A su vez, cada componente puede incorporar su propio código sin alterar la estructura base del sistema.

En el ejemplo práctico presentado, una vez creado un comando personalizado, solamente se necesita invocar el nombre del comando, el nombre del componente y los casos de validación deseados. Esto simplifica el proceso a una sola línea de código ingresada en la terminal de Artisan, creando así un *Form Request* en este caso, pero se pueden crear diversos tipos de componentes y vistas, como listados, registros, actualizaciones, o comandos que gestionen el sistema internamente, incluyendo *enums*, *filters*, *forms*, *models*, y *rules*, entre otros.

La aplicación de esta metodología no sólo optimiza el desarrollo, sino que también fomenta la estandarización y la eficiencia en la gestión de proyectos de software, al ofrecer un enfoque sistemático y adaptable para diversas necesidades de desarrollo.

REFERENCIAS

- Avalos Rojas, R., Diaz Contreras, S., Valdez Ramos, M., Javier Baeza, J. (2023, Enero - Marzo). Revisión de Framework Laravel y su aplicación en sistema web de mesa de ayuda. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*. 149- 160 Recuperado de https://iydt.files.wordpress.com/2022/12/1_17_revision-de-framework-laravel-y-su-aplicacion-en-sistema-web-de-mesa-de-ayuda.pdf
- Esquivel Treviño, C., Martínez Moreno, M., Garduño Gaffare, M. P., Moreno Ramírez, R. E., & Ruíz Jiménez, J. (2023). Impacto de la utilización de un Framework como Laravel en el desarrollo de un sitio web para servicios de modificaciones corporales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 3217-3236. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6402
- Laravel (2011 - 2024). Recuperado de <https://laravel.com/docs/11.x>
- Laravel - Artisan Console. (2011 - 2024) Recuperado de <https://laravel.com/docs/11.x/artisan#main-content>
- Manual de PHP. (2001-2024). Recuperado de <https://www.php.net/manual/es/>
- Universitat Carlemany (Marzo, 2024). Metodologías de desarrollo de software. Recuperado de <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/blog/metodologias-de-desarrollo-de-software/>
- Zapata - Vega, S., Tejada Castro, M. I., Samaniego Orrala, J. A., Peñafiel Cox, M. F., & Guerrero -Zambrano, E. (2023). Desarrollo de una plataforma digital para la lectura autónoma del idioma inglés mediante la técnica de comprensión literal. *Revista De La Universidad Del Zulia*, 14(41), 555-566. <https://doi.org/10.46925//rdluz.41.31>

Gestión de un evento académico masivo a distancia

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Aguirre Barrera, J.L. (2024) Gestión de un evento académico masivo a distancia. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (50 - 62).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.64>

José Luis Aguirre Barrera

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

jl.aguirre@comunidad.unam.mx

ORCID: 0009-0002-2314-4624

Resumen

Durante el periodo de emergencia sanitaria por COVID-19, los métodos de enseñanza tuvieron que ser adaptados y reinventarse para enfrentar nuevas necesidades, un aspecto relevante fue atender la necesidad de dar continuidad a la movilidad estudiantil y a la colaboración académica entre instituciones de educación superior. Para abordar este desafío, se propuso la creación de redes de colaboración y aprendizaje mediante la realización de un evento académico masivo a distancia en la región de América Latina y el Caribe. Como apoyo para la gestión de este proyecto, se integró y adaptó una metodología basada en buenas prácticas internacionales, como son el *Project Management Body of Knowledge, PMBOK*[®]-cuerpo de conocimientos para la gestión de proyectos- y la norma ISO 9001 para la gestión de la calidad. Esta metodología se enfoca en la gestión logística del evento académico a través de cuatro fases: inicio, organización y preparación, ejecución y cierre. La atención a este tipo de proyectos se aborda de manera puntual mediante las actividades clave desarrolladas como parte de la metodología propuesta, para las que se presentan recomendaciones para su ejecución, con el objetivo de proponer un modelo de referencia para la organización de eventos académicos masivos a distancia.

Palabras clave:

Gestión de proyectos, gestión de eventos académicos, estrategias para eventos masivos remotos, gestión de la calidad para eventos académicos.

1. INTRODUCCIÓN

“Desde el año 2020 y producto de los efectos de la pandemia de COVID-19, se genera un cambio de paradigma que provocó un ajuste en los procesos de enseñanza y aprendizaje presenciales en las instituciones de educación superior, por lo que se optó por modelos virtuales o híbridos” (Álvarez y Jiménez, 2024).

La idea de un modelo pedagógico que reconozca y combine distintas modalidades educativas y el aprovechamiento de las tecnologías en escenarios dinámicos, que involucre a los actores externos de manera planificada, con una tendencia particular hacia esquemas híbridos con la inclusión de actividades sincrónicas, asincrónicas, presenciales y remotas, requiere urgentemente de una nueva normativa adaptada a los igualmente nuevos tiempos y modelos educativos (Red de Macrouniversidades de América Latina y el Caribe, 2022).

En junio de 2022, la Red de Macrouniversidades de América Latina y el Caribe (Red Macro), organismo conformado por 37 universidades públicas de 20 países de la región, presidida hasta 2023 por el Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),¹ publicó el estudio “El estado de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las Macrouniversidades”². En una de sus secciones dedicada a la Inteligencia Artificial (IA), se identificaron:

1. Proyectos y fortalezas (Anexo A),
2. Retos y necesidades (Anexo B), y
3. Expectativas (Anexo C), en esta área del conocimiento.

A partir de esta información, se decidió abordar la necesidad de promover la movilidad académica y la formación en IA para resolver necesidades y problemas regionales de manera interdisciplinaria, dado al creciente interés en su aplicación y uso en diversas áreas del conocimiento. Para lograr esto, era crucial fomentar espacios y redes de colaboración académica que potenciaron su utilización. De esta manera tuvo origen la iniciativa del Macroentrenamiento en Inteligencia Artificial (MeIA), del año 2023.

Esta iniciativa a nivel internacional, se asignó a una dependencia universitaria certificada en la gestión de proyectos de tecnologías de la información, con base en el estándar ISO 9001:2015 para Sistemas de Gestión de la Calidad. Dada su magnitud, fue crucial contar con un equipo especializado para administrar el proyecto y establecer bases sólidas para su ejecución. Como resultado, se hizo el modelado e implementación de procesos para la administración y realización del proyecto. Para ello se identificaron bloques de actividades y herramientas tecnológicas que respaldaron la atención de la convocatoria y la realización del evento, y se colaboró en el diseño de la arquitectura de información del sitio web del MeIA.

También se integraron buenas prácticas para la gestión de riesgos y oportunidades al proyecto. Durante la realización del evento, se coordinó el monitoreo de sesiones sincrónicas, y se apoyó a talleristas y estudiantes. Finalmente, se integró la base de conocimiento del MeIA.

1 Consultable en: <http://redmacro.unam.mx/>

2 Consultable en: https://www.taller-tic.redmacro.unam.mx/docs/Macrouniversidades_InformeEstadoTIC.pdf

2. DESARROLLO TÉCNICO

2.1 METODOLOGÍA

A continuación se presenta la metodología desarrollada por el comité logístico del MeIA para la gestión de un evento académico masivo a distancia, con base en el ciclo de vida de un proyecto documentado en el *Project Management Body of Knowledge, PMBOK® 6a edición* del *Project Management Institute* (Project Management Institute, 2017), referente que integra los fundamentos para la dirección de proyectos, conjunto de buenas prácticas e instrumentos para la gestión de proyectos.

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Una fase del proyecto es un conjunto de actividades del proyecto, relacionadas de manera lógica, que culmina con la finalización de uno o más entregables. Las fases pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas. Los nombres, número y duración de las fases del proyecto se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la(s) organización(es) que participa(n) en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación (Project Management Institute, 2017).

Esta metodología destaca por su adaptabilidad a diversos tipos de proyectos, y se enriqueció con buenas prácticas en gestión de la calidad, gestión de riesgos, y diseño y modelado de procesos, como se describe en el diagrama siguiente.

Figura 1

Metodología para la gestión de un evento académico masivo a distancia

METODOLOGÍA	
Ciclo de vida de un proyecto – PMBoK 6a Ed.	Gestión de un evento académico masivo a distancia
1. Inicio	1. Definición de objetivos y alcance del evento
2. Organización y preparación	2. Planificación y organización académica y logística 3. Selección de plataformas y herramientas tecnológicas 4. Diseño de identidad y difusión del evento
3. Ejecución	5. Gestión de convocatorias y participantes 6. Producción académica y realización del evento 7. Seguimiento, control y evaluación del evento
4. Cierre del proyecto	8. Integración de resultados y cierre formal del evento

BUENAS PRÁCTICAS	
ISO 9001:2015	Definición de requerimientos, gestión de partes interesadas, atención de no conformidades, satisfacción del cliente y mejora continua.
ISO 31000:2018	Identificación de riesgos y oportunidades, evaluación de probabilidad e impacto, e implementación de medidas de mitigación para su gestión efectiva.
Diseño y modelado de procedimientos	Implementación controlada de actividades, considerando la coordinación de recursos humanos y tecnológicos según los requisitos y objetivos del proyecto.

En el primer párrafo de las siguientes subsecciones, se establecen las actividades genéricas clave de esta metodología para la gestión de un evento académico masivo a distancia y más adelante, se detalla cómo se realizó de manera puntual para la gestión del MeIA 2023.

2.2 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE DEL EVENTO

Como primer paso, es primordial definir los objetivos clave del evento, identificar partes interesadas, establecer la temática, definir la población objetivo y el formato del evento.

De manera inicial, se llevó a cabo un análisis de las necesidades de conocimiento. Basándose en la información contenida en el estudio “El estado de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las Macrouiversidades”, se identificó la formación de recursos en Inteligencia Artificial (IA) como una oportunidad primordial por atender, dado que favorece la automatización de procesos y es un área de alto interés académico y social.

Por lo tanto, se estableció como objetivo, identificar estudiantes de licenciatura y posgrado interesados en participar en un evento académico en formato de taller de entrenamiento intensivo. Este taller tuvo el propósito de promover el desarrollo de talento, fomentar la colaboración académica y la movilidad entre las instituciones académicas de la Red Macro.

Para lograr este objetivo, se acotó el enfoque del evento como un taller en IA, con énfasis en el aprendizaje de máquina y aprendizaje profundo. Este taller se estructuró en tres módulos en modalidad remota: introducción a la IA, especialización y realización de un reto de manera interdisciplinaria.

2.2.1 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN ACADÉMICA Y LOGÍSTICA

Una vez definido el evento académico, es necesario llevar a cabo la planificación detallada que incluya los recursos necesarios y un cronograma. Además, establecer las bases para la gestión de riesgos, la integración de equipos de trabajo y el diseño de convocatorias. Simultáneamente, realizar el modelado de los procesos que sustentan la gestión del proyecto así como la realización del evento.

Para garantizar una planificación y seguimiento, se conformaron dos comités que abordaron aspectos clave del evento: el académico y el logístico. Cada comité se encargó de diferentes actividades, y se integraron equipos de trabajo que definieron roles y responsabilidades.

El comité académico, compuesto por expertos en IA, se encargó de desarrollar el contenido académico. Este comité estableció pautas para el diseño instruccional y de materiales didácticos, definió tanto requisitos académicos para cada tipo de participante (docentes, ponentes, especialistas, ayudantes y estudiantes), como mecanismos para su selección y evaluación. Además, formalizó la convocatoria del evento al detallar el objetivo, el calendario, los requisitos, las regulaciones y los beneficios para los participantes.

De manera alterna, el comité logístico, integrado por especialistas en educación a distancia y en gestión de procesos, identificó los recursos necesarios tanto humanos como infraestructurales. Este comité diseñó e implementó los procedimientos para la recepción de información y selección de participantes, y estableció una estrategia de difusión y cobertura. Para ello, se gestionaron acuerdos de colaboración con partes clave, como áreas universitarias que dieron proyección y difusión al evento; también se buscaron patrocinadores que proporcionaron licencias para el uso de herramientas.

Ambos comités integraron el protocolo del evento, que incluía el cronograma de actividades, las funciones y responsabilidades, los medios de comunicación, la validación de requisitos generales del proyecto, y la documentación de la gestión de riesgos y oportunidades. Se tomaron en cuenta factores como la

oferta y demanda del evento, la integración de contenidos académicos, así como la disponibilidad de la infraestructura tecnológica requerida.

2.2.2 SELECCIÓN DE PLATAFORMAS Y HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

En esta etapa se debe evaluar y seleccionar herramientas tecnológicas de apoyo adecuadas, así como realizar pruebas para asegurar su accesibilidad, funcionalidad y disponibilidad.

Se evaluaron los aspectos que requerían del apoyo de una herramienta tecnológica, su alineación con las necesidades específicas del evento, y la familiaridad de los usuarios finales con las herramientas, así como su accesibilidad. Los docentes encargados del MeIA sugirieron herramientas adecuadas para el contenido académico, mientras que el comité logístico dio seguimiento a la obtención de patrocinios o licencias vigentes al interior de la Universidad promotora. Las herramientas tecnológicas de apoyo en el MeIA se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1

Herramientas tecnológicas seleccionadas

Herramientas tecnológicas	Descripción y utilidad en el MeIA 2023
Moodle	<p>Plataforma de gestión de aprendizaje (LMS - Learning Management System) de código abierto que proporciona un entorno virtual para la administración e impartición de cursos en línea. Gracias a su arquitectura modular permite la integración de diversos tipos de recursos educativos: documentos electrónicos, habilitación de foros y actividades interactivas. Cuenta con funcionalidades avanzadas para la gestión de usuarios, seguimiento del progreso de estudiantes y herramientas de evaluación.</p> <p>En el desarrollo del MeIA, se usó una instancia en Moodle configurada y utilizada previamente por la Facultad de Ciencias de la UNAM para la administración e impartición de cursos del área físico matemática.</p>
JupyterHub	<p>Herramienta para el alojamiento y gestión de entornos Jupyter Notebook multiusuario. Se integra con la plataforma Moodle para proporcionar una solución de codificación activa y ejecutable dentro de los cursos disponibles a través de esta plataforma.</p> <p>Su integración a Moodle facilitó la creación y distribución de documentos con código activo, y proporcionó la capacidad de realizar ejercicios prácticos a los participantes.</p>

Zoom	<p>Plataforma de videoconferencia que soporta sesiones en tiempo real y webinars. Ofrece funcionalidades para la grabación de sesiones, administración de grupos por salas y uso compartido de pantallas, entre otras.</p> <p>En el marco del MeIA, se utilizó para la realización y grabación de sesiones síncronas, facilitando la interacción remota entre instructores y estudiantes, así como para el control de asistencias mediante la generación del listado de asistentes.</p>
Slack	<p>Herramienta de comunicación y colaboración que permite el intercambio de mensajes directos, la gestión de archivos y la creación de canales temáticos.</p> <p>Esta herramienta se perfiló en el proyecto para que los equipos académicos pudieran generar conversaciones sobre temas y proyectos.</p>
Whatsapp	<p>Aplicación de mensajería instantánea para dispositivos móviles, también con versión web.</p> <p>Este mecanismo se usó como una vía rápida de comunicación para el seguimiento urgente de algunas actividades y la solución oportuna de incidencias.</p>
Survey	<p>Plataforma en línea para la creación y gestión de formularios personalizados, la recopilación de datos y el análisis de resultados.</p> <p>Esta herramienta facilitó la recolección de información estructurada (datos y documentos electrónicos probatorios) de alumnos candidatos, durante el proceso de reclutamiento y selección de estudiantes para los talleres, permitiendo integrar la <i>Base de datos de estudiantes del MeIA</i>.</p>

Se impartió capacitación a los talleristas, enfocada en el uso de la plataforma Moodle y su integración con la aplicación JupyterHub, con el objetivo de dar orientación para la carga de materiales educativos y potenciar las actividades interactivas que se incluirían como ejercicios prácticos en los talleres, además de comunicar los aspectos para homologar la carga de materiales y la habilitación de foros virtuales.

2.2.3 DISEÑO DE IDENTIDAD Y DIFUSIÓN DEL EVENTO

En esta fase se establece una estrategia integral de difusión y desarrollar el diseño gráfico para la identidad del evento, y se seleccionan los medios tecnológicos de respaldo para la estrategia.

Se implementó una estrategia de difusión a través de diversos canales para alcanzar al público objetivo, lo que incluyó el diseño de una página web, así como publicaciones y enlaces en las plataformas de las instituciones académicas participantes. Se colaboró con un área de diseño y comunicación para asegurar la coherencia y claridad de la información a difundir, y se crearon materiales visuales atractivos y adecuados para la temática del evento.

Es relevante destacar que el uso de una página web como medio de difusión, requirió un análisis continuo de su arquitectura de información. Se actualizó la página en hitos importantes, como el lanzamiento de convocatoria, el reclutamiento y selección de participantes, y la publicación de resultados. Esta

herramienta no sólo sirvió como medio de difusión, sino también para ejecutar procesos clave del MeIA en cada etapa.

2.2.4 GESTIÓN DE CONVOCATORIAS Y PARTICIPANTES

Este paso consiste en implementar los procesos de registro y selección de participantes, así como gestionar sus inscripciones y accesos a plataformas.

Para gestionar las convocatorias, se diseñaron procedimientos para el registro y la selección de participantes. Con uso de la plataforma Survey, se recopiló la información de estudiantes con su documentación probatoria, y se integró la *Base de datos de estudiantes del MeIA*. Como parte de los procesos, se validó el cumplimiento de requisitos en convocatoria de cada estudiante para garantizar una selección equitativa. Cabe mencionar que la *Base de datos de estudiantes del MeIA* se trabajó y depuró en los siguiente hitos del proyecto, para: el registro de candidatos, la selección de participantes del MeIA, la generación de accesos a Moodle y Zoom y, finalmente, para la identificación de alumnos que concluyeron todos los talleres y de alumnos con desempeño destacado para emitir constancias de participación.

2.2.5 PRODUCCIÓN Y REALIZACIÓN DEL EVENTO

Para asegurar el éxito del evento, es esencial realizar un seguimiento detallado al desarrollo de los contenidos y materiales académicos, así como llevar a cabo pruebas de funcionamiento a las plataformas antes de la fecha de realización del evento.

En primer lugar, se establecieron pautas para la elaboración de contenidos, actividades, prácticas y diseño de retos. Además, se habilitaron medios de comunicación para monitorear el progreso de su desarrollo y se brindó apoyo adicional del comité logístico para la carga de materiales en Moodle.

Posteriormente, la administración y configuración de usuarios en las herramientas tecnológicas fue posible gracias al trabajo de la *Base de datos de estudiantes del MeIA*. Al contar con el segmento identificado de estudiantes seleccionados, se facilitó su carga automatizada en la plataforma Moodle.

Una vez dados de alta los usuarios en las herramientas tecnológicas, e integrados los recursos educativos, tras concluir la estructura del programa de sesiones del MeIA 2023, se realizaron pruebas en el uso de cada plataforma y herramienta. Estas pruebas se centraron en verificar la funcionalidad requerida y su desempeño adecuado, con el objetivo de prevenir cualquier riesgo durante la impartición de los talleres.

2.2.6 SEGUIMIENTO, CONTROL Y EVALUACIÓN DEL EVENTO

Durante esta etapa, es prioritario monitorear toda la ejecución del evento y recopilar información relevante sobre su realización, además de atender posibles incidencias.

Se implementó un equipo de monitoreo para las sesiones síncronas con el fin de asegurar la continuidad del servicio de transmisión. Adicionalmente, en seguimiento a la gestión de la calidad de los contenidos académicos, aspecto de alto interés por parte de las universidades participantes, se identificó que “la calidad educativa es un indicador que justifica los distintos planes y reformas del sistema educativo, con el propósito de materializar el concepto de calidad, en términos de eficiencia y eficacia.” (Arjona, M. del P., López, A., Maldonado, E. A., 2022).

Para eventos académicos, este enfoque se acotó en la satisfacción del cliente, es decir, de las y los estudiantes, tomando como base que “los ejemplos de seguimiento de las percepciones del cliente pueden incluir las encuestas al cliente, la retroalimentación del cliente sobre los productos y servicios entregados.” (ISO, 2015); según estipula la norma ISO 9001:2015, se diseñó un instrumento para recopilar la retroalimentación de los estudiantes y se aplicó al concluir cada módulo, también se realizó una recopilación documental de testimonios que los estudiantes compartieron de manera espontánea durante las sesiones síncronas. Esto permitió obtener datos sobre percepción de los alumnos que concluyeron todos los módulos del MeIA.

2.2.7 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y CIERRE FORMAL

Para concluir, es necesario integrar todos los resultados obtenidos, tanto cuantitativos como cualitativos, y comunicarlos por los medios pertinentes. Se documenta formalmente el cierre del proyecto y se crea una base de conocimiento sobre su realización.

Se elaboró un informe con estadísticas, testimonios, resultados y conclusiones, el cual se compartió en el sitio web del evento y en la sesión de clausura. Además, se trabajó nuevamente la “Base de datos de estudiantes del MeIA” para identificar a quienes concluyeron todos los talleres y los que tuvieron un desempeño destacado, para generar de manera automatizada sus constancias de participación. Así mismo, se entregó la documentación formal de cierre a las partes interesadas.

Finalmente, se integró la base de conocimiento con los productos finales del proyecto, que podrá ser referente para la realización de eventos posteriores, en la que cabe destacan productos como la estructura de descomposición del trabajo del proyecto (WBS - Work Breakdown Structure), el protocolo del evento, el tablero para la gestión de riesgos y oportunidades, y los formularios para recopilar información de candidatos que atienden a la convocatoria (insumo para la Base de datos de estudiantes del MeIA). Adicionalmente, se documentaron las lecciones aprendidas en las que se identifican aspectos susceptibles de mejora, que es un insumo para la proyección y planificación de eventos similares en el futuro.

2.3 RESULTADOS

La metodología presentada fue diseñada y ejecutada como parte inherente a la atención de este proyecto, gracias a ella se facilitó la gestión y ejecución del evento académico de manera eficiente y consistente. Se integraron prácticas de gestión de proyectos y pautas estandarizadas que pueden ser aplicadas sin necesidad de reformulación. No obstante, la metodología ofrece flexibilidad para realizar ajustes según el tipo de evento, área temática o herramientas tecnológicas de apoyo seleccionadas.

Como miembro del comité logístico y especialista en gestión y mejora de procesos, se concretó con el equipo de trabajo un modelo de gestión para este tipo de eventos, enfocado en aspectos logísticos y de procesos. Adicionalmente, se lograron concentrar formatos de referencia para productos clave y recomendaciones para su desarrollo.

En particular, el Macroentrenamiento en Inteligencia Artificial (MeIA) 2023 propició un espacio virtual para el intercambio de conocimientos en IA, al conectar a 1,261 estudiantes de 12 países de América Latina y el Caribe, provenientes de 80 instituciones educativas públicas, con 56 especialistas de México, Argentina, Paraguay y Colombia. Durante tres semanas se impartieron 600 horas de capacitación a través

de 69 sesiones síncronas y 15 cursos en línea: tres cursos introductorios, seis tutoriales especializados y seis retos. De los 751 estudiantes que completaron todos los cursos y el desarrollo del reto, 86 estudiantes fueron reconocidos por sus soluciones sobresalientes en los retos finales, consultable en logros del Macroentrenamiento en Inteligencia Artificial (MeIA) 2023.³

3. CONCLUSIONES

La gestión del ciclo de vida de un proyecto es esencial para dirigir sus actividades y recursos de manera efectiva, asegurando el cumplimiento de sus objetivos y resultados comprometidos. Por esta razón, muchas organizaciones orientadas a proyectos optan por apoyarse en buenas prácticas y marcos de trabajo reconocidos, como es el *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®). Cuando esta práctica se combina con un enfoque en procesos y mejora continua, se puede garantizar la calidad en proyectos de eventos académicos masivos a distancia, independientemente de su dimensión y complejidad.

Este tipo de eventos enfrentan diversos retos, siendo los más complejos la coordinación de múltiples actividades y participantes, el cumplimiento de las expectativas de la experiencia educativa y la gestión de riesgos en su ejecución.

La síntesis de prácticas sugeridas para una ejecución más sencilla y ordenada se resume en: 1) gestión eficiente del proyecto utilizando principios de PMBoK, para establecer una estructura sólida de planificación, ejecución y control del evento académico; 2) aseguramiento de calidad del contenido y experiencia académica de los usuarios siguiendo lineamientos de la norma ISO 9001 para definir los requisitos generales del evento, gestionar la infraestructura tecnológica, diseñar procedimientos operativos y dar seguimiento a la satisfacción de los usuarios; y 3) gestión de riesgos del proyecto y del evento para identificar riesgos y oportunidades potenciales y establecer su atención oportuna.

AGRADECIMIENTOS

Siendo una gran lista de colaboradores que hicieron posible el Macroentrenamiento en Inteligencia Artificial (MeIA) 2023, de manera amplia extendiendo un agradecimiento a todas las universidades organizadoras: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Universidad Nacional de Asunción, Paraguay (UNA), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Universidad Veracruzana (UV). Destacan los más de 50 especialistas y ayudantes que diseñaron e impartieron el contenido académico del MeIA 2023; en la UNAM, se reconoce la colaboración con la Facultad de Ciencias, el Instituto de Ciencias Nucleares, Instituto de Geofísica, la Coordinación de Relaciones y Asuntos Internacionales y todas las áreas internas de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, así como a los integrantes de los Comités Académico y Logístico del MeIA 2023 que colaboramos para hacer posible este evento.

3 Consultable en: <https://www.taller-tic.redmacro.unam.mx/MeIA/logros.php>

REFERENCIAS

- Álvarez, M. C., Jiménez, K. N. (2024). *Implementación de estrategias evaluativas que fomentan la participación activa y retroalimentación efectiva en la docencia universitaria*. *Revista Conrado*, 20(96), 382-389. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442024000100382&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Arjona, M. del P., López, A, Maldonado, E. A. (2022) *Los sistemas de gestión de la calidad y la calidad educativa en instituciones públicas de Educación Superior de México*. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 12(24), pp. 268-283. <https://doi.org/10.17163/ret.n24.2022.05>
- Organización Internacional de Normalización (2015). *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos*. ISO 9001:2015.
- Project Management Institute. (2017). *Fundamentos para la dirección de proyectos*.
- Red de Macrouiversidades de América Latina y el Caribe. (2022). *Informe del estado de las TIC en las Macrouiversidades de América Latina y el Caribe*. https://www.taller-tic.redmacro.unam.mx/docs/Macrouiversidades_InformeEstadoTIC.pdf

ANEXO A.

Proyectos y fortalezas en IA - Informe del estado de las TIC en las Macrouniversidades de América Latina y el Caribe. (p. 39)

Con relación al desarrollo de IA, el 29% de las entidades consideran al talento humano (investigadores, docentes, estudiantes-investigadores) como su mayor fortaleza, seguido por la solidez de su infraestructura (laboratorios, centros de cómputo) con el 18% en frecuencia de respuesta, las publicaciones alusivas a IA, ocupan el tercer lugar con el 12% y, por último, los proyectos de investigación, las colaboraciones internacionales y las colaboraciones con el sector productivo ($f=1$; 6%, para todas las opciones) cierran la lista de respuesta (Red de Macrouniversidades de América Latina y el Caribe, 2022).

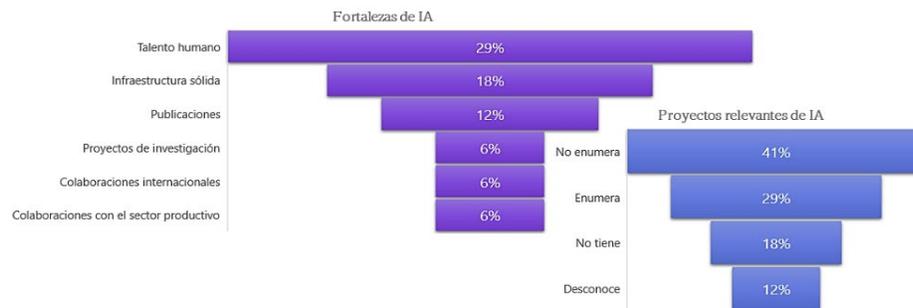


Figura 21. Proyectos y fortalezas de IA

ANEXO B.

Retos y necesidades en IA - Informe del estado de las TIC en las Macrouniversidades de América Latina y el Caribe. (p. 38)

Dado que la IA favorece la automatización de los procesos manuales (cuarto lugar en los retos generales de TIC), con gran interés en lo que afecta a trámites y digitalización de documentos, identificar las necesidades y retos de la misma debiera ser una prioridad tanto para las áreas de TIC como para la parte corporativa de las instituciones. Y, de hecho, lo es, aun cuando en muchas de ellas la falta de infraestructura específica pero, sobre todo, la de recursos humanos capacitados lo que impide su desarrollo. El primer caso, podría mitigarse mediante estrategias de vinculación con los sectores productivo y gubernamental capaces de aportar la infraestructura y los recursos necesarios para llevar a cabo proyectos de IA que una vez desarrollados, podrán ser transferidos para su comercialización por el sector productivo o para ser destinados a los usos específicos demandados por el gubernamental. El problema de la falta de recursos humanos radica, por una parte, en la fuga de talentos hacia el mundo empresarial y, por la otra, en la necesidad de captar nuevos talentos y mantenerlos, de ahí que la posibilidad de trabajar colaborativamente a través de la Red Macro (Red de Macrouniversidades de América Latina y el Caribe, 2022).

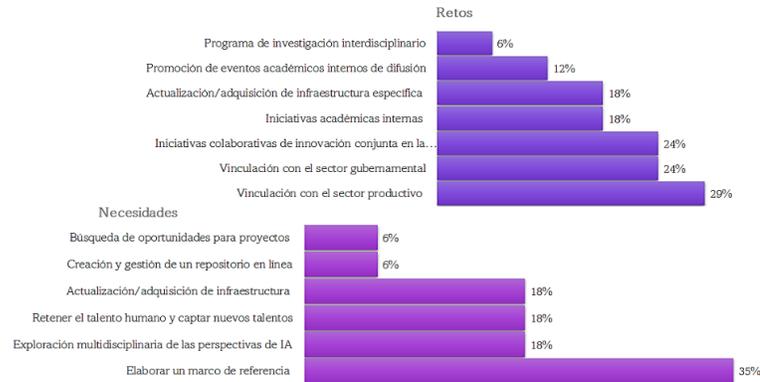


Figura 22. Retos y necesidades de IA

ANEXO C.

Expectativas en IA - Informe del estado de las TIC en las Macrouiversidades de América Latina y el Caribe. (p. 40)

Expectativas: Aunque el 94% de las entidades participantes en la encuesta ($f= 16$) está conforme con integrarse a un grupo de trabajo de IA, destaca especialmente la Universidad de Buenos Aires que define a detalle sus expectativas en materia de trabajo conjunto. Se percibe un claro interés por la integración regional y solucionar a través del trabajo compartido problemáticas individuales. La variabilidad de las ideas no responde bien a criterios de agrupamiento, por lo que se optó por establecer una lista (Red de Macrouiversidades de América Latina y el Caribe, 2022).



Figura 23. Expectativas en IA

Criterios de implementación de Tailwind CSS en desarrollos frontend

Edgar Vargas Zermeño

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

talos@unam.mx

ORCID: 0009-0006-4772-653X

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Vargas Zermeño, E. (2024) Criterios de implementación de Tailwind CSS en desarrollos frontend. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (63 - 75).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.63>

Resumen

El manejo particularizado de los estilos que la Separación de Intereses (Separation of Concerns, SoC) trajo consigo, puede volverse demasiado complicado en proyectos para desarrollo de software a gran escala que son intervenidos por muchas personas. Bajo esa circunstancia surgió la necesidad de mantener un trabajo colaborativo organizado en tres proyectos a cargo de la DGTIC. La incorporación de un *framework* CSS para construcción *frontend* basado en clases de utilidad resolvió parcialmente el problema, porque permitió afrontar nuevos retos para el equipo de desarrollo. Se implementó una nueva forma de trabajo respecto de los estilos, con designación de criterios para configurar y utilizar reglas y clases.

Palabras clave:

CSS, frontend, Tailwind CSS, interfaz gráfica de usuario

1. INTRODUCCIÓN

Después de analizar las metodologías para escritura de estilos BEM (*Block Element Modifier*), SMACSS (*Scalable and Modular Architecture for CSS*), OOCSS (*Separating container and content with CSS "objects"*), ITCSS (*Inverted Triangle architecture for CSS*) y SUITCSS (*Structured class names and meaningful hyphens*), se valoraron sus ventajas y desventajas (Bastidas, 2020), y la facilidad de entendimiento y adaptación que proveen para el equipo de trabajo, si se considera el manejo específico de los estilos en la Separación de Intereses (*Separation of Concerns*, SoC, que se refiere a la diferenciación en el desarrollo de software entre el manejo de datos, la lógica, y la forma de presentar y manipular los datos en la interfaz de usuario). Se encontró que no son suficientes para resolver el crecimiento y la complejidad de la escritura de reglas de estilo, el aumento de peso, disminuir la cantidad de archivos de estilo, ni solventar la sobreescritura¹ de reglas para especificidad (el criterio que determina qué estilos aplicará el navegador a un elemento afectado por varias reglas de estilo que se contradicen o se sobreescriben).

Para tener entornos con mejor desempeño en despliegue de interfaz de usuario y código CSS² (*Cascading Style Sheets*), mantenible para tres proyectos de desarrollo de software a la medida a cargo de la DGTIC en 2023, se buscaron nuevos enfoques y se encontró un nuevo paradigma de escritura de estilos que prioriza las clases de utilidad reutilizables sobre la escritura exagerada de reglas y archivos CSS: *Utility First*, que implica priorizar la utilidad y responde al desafío de mantener las hojas de estilo sin saturación de reglas. En vez de usar estilos personalizados para cada elemento, se emplean clases predefinidas que son reutilizables. Este cambio de paradigma plantea un proceso de desarrollo mucho más fácil y ágil (Bhayani, 2023).

Una clase de utilidad es una regla de estilo que designa la afectación de una sola propiedad. Por ello, para entender una clase de utilidad, hay que considerar que un selector³ de clase aplica en la apariencia lo que su nombre indica: se declaran sobre el HTML los estilos como se hacía anteriormente, pero no en múltiples atributos⁴, sino bajo el procedimiento estandarizado del atributo *class*, que es un atributo que lista las reglas de estilo por aplicar en un elemento HTML. En este contexto, se eligió de un conjunto de *frameworks*⁵ *Utility First* existentes (Amaechi, 2021) a Tailwind CSS por su popularidad, documentación clara y peso bajo en archivos compilados.

El objetivo del trabajo presentado en este reporte es incorporar la apariencia visual en desarrollos *frontend* (es decir, la parte visible de un software o desarrollo web que dispone los elementos de interacción con los usuarios), de manera ágil e intuitiva, para lograr construcciones responsivas consistentes y mantenibles, desde una metodología replicable, que tome el enfoque *Utility First* implementado con Tailwind CSS.

1 Efecto de una regla CSS que anula o modifica la declaración previa de apariencia de una propiedad o elemento en una hoja de estilo.

2 Hojas de Estilo en Cascada o CSS (del inglés *Cascading Style Sheets*), es un lenguaje de estilos que describe cómo deben representarse los elementos HTML en la pantalla, en una impresión u otros medios.

3 Un selector es una palabra mediante la cual se agrupan las reglas de estilo que se aplicarán a uno o varios elementos.

4 Un atributo es una palabra reservada que se coloca en las etiquetas de apertura HTML para asignar determinados valores y comportamientos a los elementos.

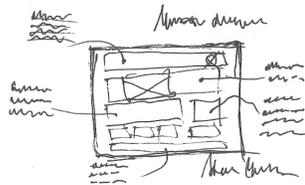
5 Un *framework* es un conjunto de herramientas, disposiciones y estructuras que se utilizan para desarrollar un proyecto de desarrollo de software, a partir de elementos predefinidos.

2. DESARROLLO TÉCNICO

La documentación de Tailwind CSS aborda procedimientos técnicos, pero no presenta una metodología generalizada que proponga criterios para la integración del *framework* a los proyectos. Todo proceso de desarrollo pasa por varias etapas, el diseño de la interfaz tiene sus propias fases, donde una vez entendidos los requerimientos se bocetan ideas (Figura 1) que se transformarán en esquemas del contenido representado en pantallas (Altamira Team, 2021).

Figura 1

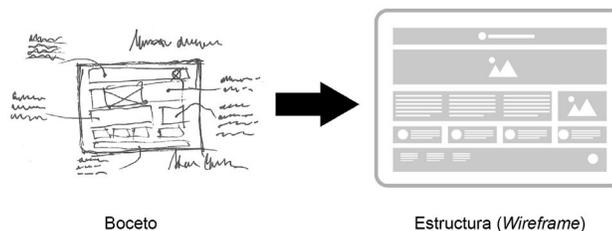
Boceto y apuntes



Fase de estructuración: Comprender los requerimientos y partir de prototipos de baja fidelidad es esencial. Un *wireframe* (representación visual básica de la estructura y funcionalidad de una página web o pantalla de aplicación móvil) es excelente para hacerlo (Figura 2), ya que mediante formas, líneas y marcadores de posición, se representan los elementos de la interfaz, priorizando la estructura y la funcionalidad sobre la estética visual (Joyce, 2023).

Figura 2

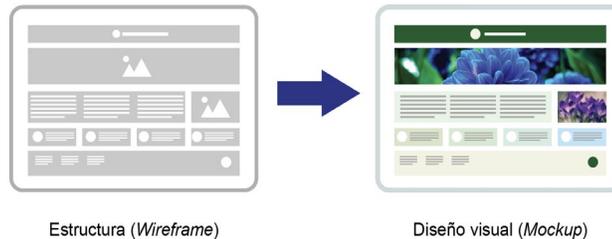
Del boceto al wireframe



Fase de maquetación: A partir de los *wireframes* se concreta el aspecto visual (Figura 3) para definir la interfaz gráfica de usuario (Joyce 2023).

Figura 3

Del wireframe al diseño visual



Fase de prototipado: Se obtiene un producto digital para probarlo desde la perspectiva del usuario y detectar con ello cualquier problema o frustración que puedan experimentar (Joyce, 2023). Con el diseño gráfico aprobado, se puede “pensar Tailwind”, es decir, imaginar los elementos estructurales, el espaciado, los componentes, los casos especiales y excepcionales, partiendo del diseño traducido a clases de Tailwind CSS.

Las clases de utilidad implican llevar a cabo nuevas prácticas. Es necesario tener un conjunto de criterios de implementación para integrar el estilo al sistema y determinar bajo qué reglas configurar los estilos CSS.

2.1 METODOLOGÍA

Una práctica favorable para un equipo de desarrollo es comenzar a construir estilos bajo pautas uniformes y concisas que todos los colaboradores conozcan. Previo a abordar los criterios a usar con Tailwind CSS, se revisan los espacios y los elementos de los que se dispone para convertir las ideas de interfaz gráfica en prototipos que se convertirán en las vistas del sistema en producción.

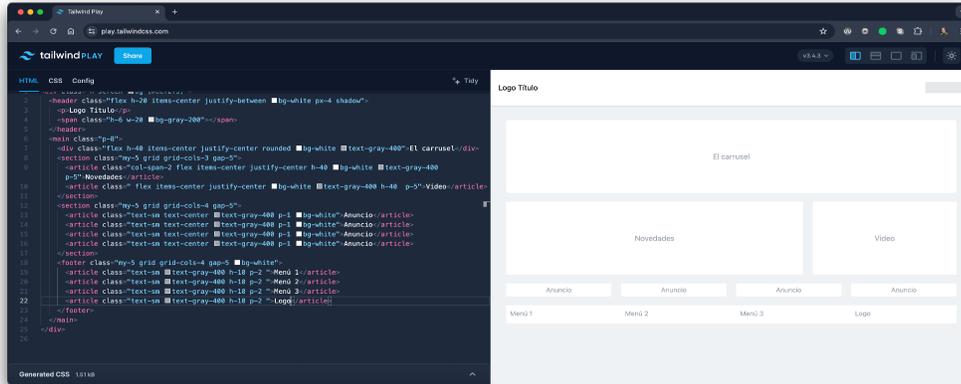
2.1.1 ÁMBITOS DE PROTOTIPADO

Se cuenta con tres ámbitos de prototipado para conformar la maquetación con Tailwind CSS:

- **Playground:** Espacio público gratuito para ensayar la composición, apariencia y comportamientos (figura 4). Permite guardar y mostrar en línea lo maquetado.

Figura 4

Ejemplo del Playground

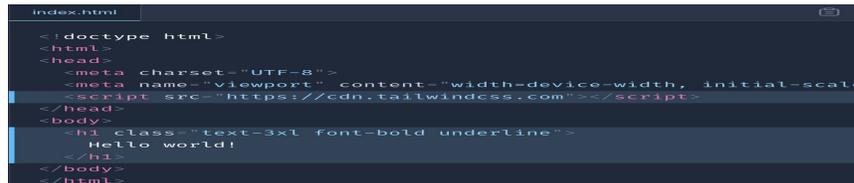


Nota. Disponible en: <https://play.tailwindcss.com/>

- **CDN:** Este ámbito requiere implementar un desarrollo local que puede replicarse a un servidor para obtener la opinión de los colaboradores (figura 5).

Figura 5

Ejemplo de inserción de CDN de Tailwind CSS

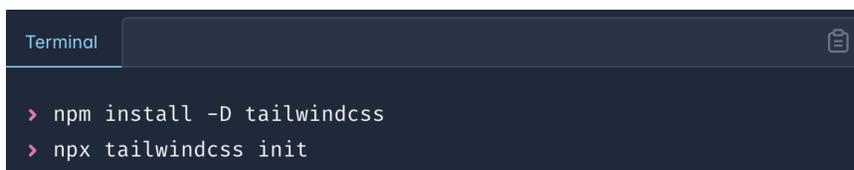


Nota. Disponible en: <https://tailwindcss.com/docs/installation/play-cdn>

- **CLI:** Este caso necesita compilación, es el ámbito más parecido a un desarrollo (figura 6) con archivos específicos semejantes a los de un sistema en producción.

Figura 6

Comandos para generar un proyecto



Nota. Disponible en: <https://tailwindcss.com/docs/installation>

2.1.2 CRITERIOS DE ORDEN PARA LA CONFIGURACIÓN

Existen tres elementos de configuración en los ámbitos de prototipado (figura 7):

- Archivo de configuración JS:** En él se indican parámetros, comportamientos y apariencias no consideradas por defecto.
- Reglas en atributo class:** Son todas las reglas implementadas con atributo *class* sobre las etiquetas HTML.
- Archivo fuente CSS :** Contiene las directivas de Tailwind CSS y será compilado con los anteriores.

Figura 7

Elementos de configuración en un desarrollo



El criterio de orden del listado anterior obedece a que:

- **Primero:** se dispone de colores, fuentes y comportamientos en configuraciones no predefinidas por Tailwind CSS (archivo de configuración JS).
- **Segundo:** se agregan las clases predefinidas por Tailwind CSS a las etiquetas HTML (reglas en atributo *class*).
- **Tercero:** en el archivo de estilo (archivo fuente CSS) se conjuntan clases o se escriben nuevas reglas no predefinidas por Tailwind CSS.

2.1.3 CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN

Tailwind CSS permite reconfigurar su tema gráfico sobre más de 40 propiedades en el archivo `tailwind.config.js` (<https://github.com/tailwindlabs/tailwindcss/blob/master/stubs/config.full.js>). El criterio por emplear es que, se agreguen o no parámetros nuevos, se debe considerar a profundidad los siguientes tres aspectos:

2.1.3.1 PUNTOS DE RUPTURA (*BREAKPOINTS*)

Tailwind CSS sólo considera 5 *breakpoints*, que pueden extenderse con prefijos no considerados (figura 8).

Figura 8

Ejemplo de punto de ruptura agregado

```
theme: {
  extend: {
    screens: {
      '3xl': '1600px',
    },
  },
}
```

Nota. Documentacin en: <https://tailwindcss.com/docs/screens>

2.1.3.2 FUENTES TIPOGRÁFICAS

De ser necesario, las familias de fuentes disponibles pueden extenderse (figura 9).

Figura 9

Ejemplo de fuente agregada

```
theme: {
  extend: {
    fontFamily: {
      'sans': ['"Proxima Nova"'],
    },
  },
}
```

Nota. Documentacin en: <https://tailwindcss.com/docs/font-family#using-custom-values>

2.1.3.3 GAMA CROMÁTICA

Es pertinente integrar tantos matices como sea necesario a los colores predeterminados (figura 10).

Figura 10

Ejemplo de color agregado

```
theme: {
  extend: {
    colors: {
      'regal-blue': '#243c5a',
    },
  },
}
```

Nota. Documentacin en: <https://tailwindcss.com/docs/customizing-colors#adding-additional-colors>

2.1.4 CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL USO DE REGLAS EN ATRIBUTO CLASS

Para abordar los criterios en atributo *class*, se dividen los elementos en dos categorías: esenciales y accesorios. Los elementos esenciales pueden o no ser declarados, pero están de forma implícita en su valor por defecto; los elementos accesorios pueden omitirse y no están de forma implícita.

Observar con disciplina el orden propuesto en la figura 11, ayudará a ubicar dónde hacer modificaciones al realizar actividades de mantenimiento y corrección. El equipo de trabajo se acostumbrará a ubicar con prontitud cada clase, los prefijos responsivos (palabras que anteceden a la declaracin de una clase Tailwind CSS con afectacin en un tamao de pantalla específico), así como las *pseudoclasas* (palabras clave que se añaden a los selectores CSS y que especifican el estado o comportamiento de un elemento). Lo anterior se muestra en la figura 12.

2.1.4.1 ELEMENTOS ESENCIALES

1. **Posición:** Define la posición del elemento.
2. **Dimensiones:** Indica alto y ancho y, de ser necesario, profundidad.
3. **Modelo de *display*:** Indica qué modelo de *display* se usará y, en consecuencia, sus clases.
4. **Fondo y borde:** Designa el aspecto cromático que tomarán los contenedores.
5. **Características de texto:** Aborda las características del texto: puntaje, interlineado, alineación y color.
6. **Espaciado:** Al desplegar contenedores y textos es oportuno agregar márgenes para balancear los espacios del conjunto.

Figura 11

Orden de ubicación de elementos esenciales



2.1.4.2 ELEMENTOS ACCESORIOS

- **Pseudoclases:** Se pueden intercalar las pseudoclases de manera posterior inmediata al elemento que modifican, para no romper con el orden establecido.
- **Prefijos responsivos:** También se deben intercalar los prefijos que adaptan los elementos al ancho de pantalla, después de la propiedad que condicionan, respetando el orden ascendente *Mobile First* (concepto que propone comenzar un desarrollo considerando primero el dispositivo móvil de menor tamaño para ajustar después a pantallas de mayor tamaño).
- **Redondeado y sombras:** Estas propiedades inciden en efectos estéticos y no son indispensables.
- **Transición y animación:** Definitivamente al final de toda regla, son las declaraciones que permiten indicar apariencia mediante palabras (selectores) que representan un grupo de propiedades para ser aplicadas en un elemento HTML, se procede a insertar las clases que disponen la animación de elementos.

Figura 12

Ubicación de elementos accesorios



2.1.5 CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS REGLAS

Las metodologías de escritura para CSS brindan una idea de organización, pero no funcionan para aplicarse de forma directa al usar Tailwind CSS, puesto que este *framework* pretende que no se escriban más reglas de estilo; en cambio, alienta a utilizar las directivas para incorporar nuevas declaraciones en forma de reglas personalizadas que serán compiladas en un archivo CSS optimizado (figura 13).

2.1.5.1 CLASES CON DIRECTIVA @APPLY

Si se considera que una capa o layer (CSS) es una declaración que agrupa código CSS en capas para organizar con más facilidad las reglas de estilo, es importante respetar el orden en capas del que se dispone en las directivas de Tailwind CSS: primero *Base*, luego *Components*, y al final *Utilities*, para colocar nuestras propias clases de utilidad sobrescribiendo la apariencia base y de componentes. Dado lo anterior, se procede a asignar clases con la directiva *@apply* para los casos más comunes y repetitivos, como son los títulos, párrafos, tablas, formularios, botones, vínculos, entre otros.

2.1.5.2 CLASES CONVENCIONALES

En algunos proyectos no basta con usar Tailwind CSS; si se integra algún componente que no prevé su utilización, se le integra con poco esfuerzo al reinterpretar las reglas de estilo propuestas por su autor a reglas Tailwind CSS.

Figura 13

Reinterpretación a clases de utilidad



En lo general, puede aparecer la “tentación” de generar nuestras propias reglas contradiciendo el espíritu de Tailwind CSS de no escribir ya más código. Siempre es posible confiar en que la solución se encontrará en la documentación del *framework* y otros espacios.

2.1.6 FASE DE INTEGRACIÓN DEL DISEÑO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN

En las secciones anteriores se definió la estrategia de conformación de los estilos. Aunque el prototipo es la referencia para trasladar la apariencia en el ambiente de desarrollo del sistema, usualmente surgirán cambios no previstos. Aunque se pueden maquetar soluciones en el curso del desarrollo, tener un ambiente de prototipado brinda la opción de lograr un vaivén entre el desarrollo y el prototipado, pues en todo proyecto surgen nuevos requerimientos no previstos u omitidos que pueden ser ensayados antes de su integración.

2.1.7 UBICACIÓN DE ARCHIVOS EN DESARROLLO

Es la parte crucial que conecta la maquetación con el desarrollo (figura 14). La traslación de las reglas, configuraciones y directivas no debiera ser compleja, sin embargo, hay desarrollos que por su naturaleza presentan retos particulares que requieren trabajo que va más allá de la tarea de copiar y pegar a partir de los archivos de la maquetación.

Figura 14

Comparativo de ubicación de archivos en ambientes de desarrollo



Al igual que en el punto 2.1.2, se ubican los tres elementos de configuración:

- Archivo de configuración JS:** Se trasladan los parámetros, comportamientos y apariencias no consideradas por defecto.
- Reglas en atributo class:** Se transfieren las clases maquetadas a los archivos de la vista o componente.
- Archivo fuente CSS:** Se colocan las reglas que se crearon al maquetar y se ajustan los detalles de apariencia que por la naturaleza del entorno hayan variado.

2.1.8 CRITERIO DE IMPLEMENTACIÓN PARA COMPONENTES WEB

Los componentes no aparecen en los ámbitos de prototipado propuestos, pues no son ambientes formales de desarrollo, sino entornos para disponer la apariencia, composición y espaciado. Si el proyecto

los incluye, el criterio a usar es simple: se han de sustraer las clases respectivas para colocarlas en el archivo del componente, o en su caso indicar la clase con la directiva `@apply` correspondiente, como se muestra en el punto 2.1.5.2.

2.2 RESULTADOS

Implementar clases de utilidad con Tailwind CSS en tres proyectos de desarrollo de software en 2023 tuvo varias ventajas ya que aumentó progresivamente la sinergia y entendimiento en el equipo de desarrollo al permitir con más facilidad que cada integrante comprendiera los estilos empleados y los replicara.

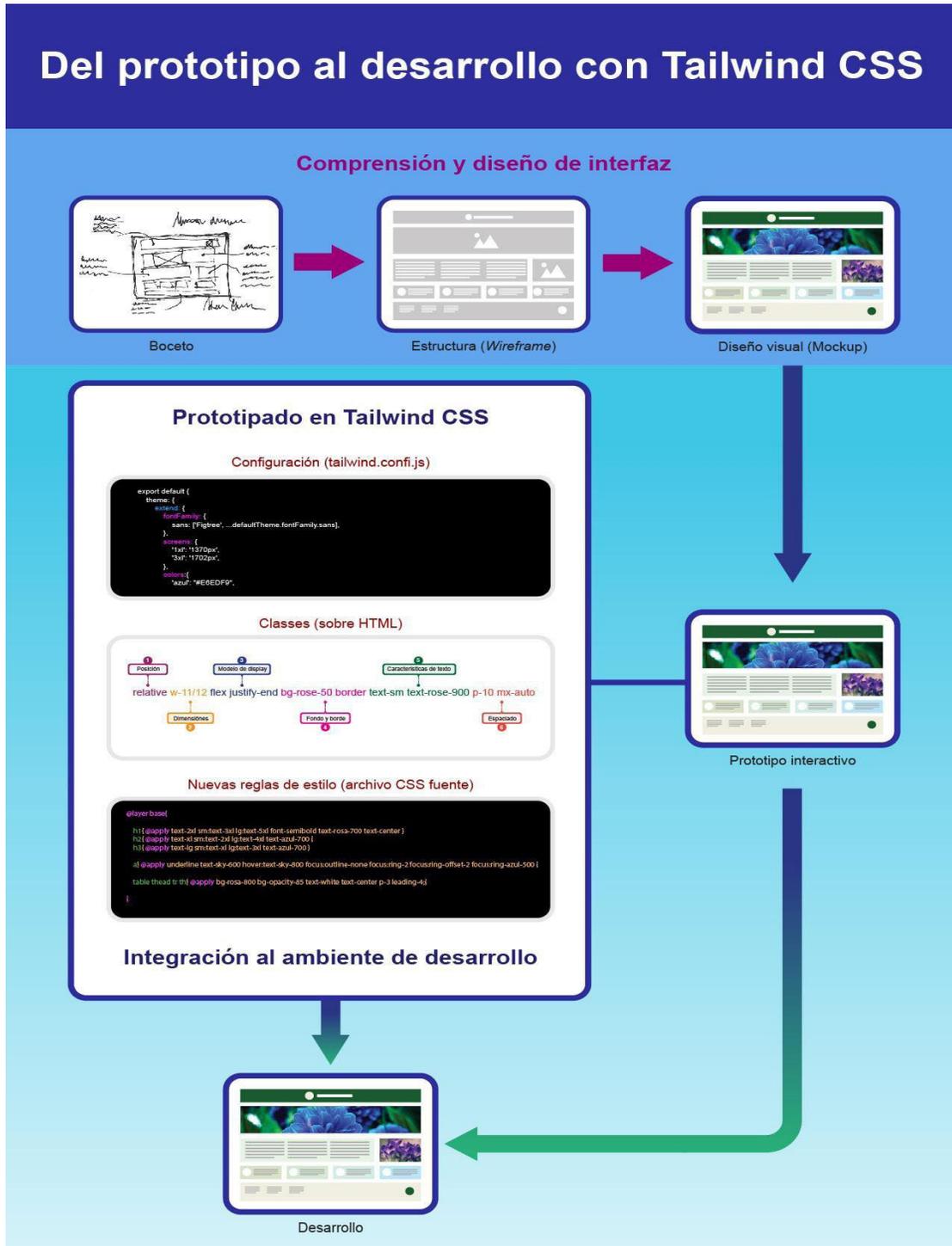
También redujo notoriamente la incertidumbre sobre el desempeño en pantalla al contar con un procedimiento ensayado para implementar el diseño gráfico en nuevos proyectos, confiando en la herramienta empleada y en la metodología.

Se obtuvo un mejor manejo de fuentes y gama cromática con incorporación de matices no considerados por Tailwind CSS bajo nombres de clase personalizados que se integran de forma natural al desarrollo. Así mismo, en pocas líneas de código CSS se centraliza la apariencia de encabezados, tablas y formularios.

En la figura 15 se muestra un resumen del proceso de prototipado e integración al ambiente de desarrollo con Tailwind CSS.

Figura 15

Prototipo y desarrollo con Tailwind CSS



Con base en la experiencia, se estima que cualquier persona con al menos un año de experiencia en CSS, HTML y JavaScript puede superar la curva de aprendizaje, generar un prototipo y hacer configuraciones para Tailwind CSS.

Finalmente, se corrigieron las incidencias reportadas en pruebas de despliegue para la corrección de errores de forma ágil al tener ubicadas las configuraciones y las reglas de estilo.

CONCLUSIONES

Al implementar estilos CSS con un *framework Utility First* se encontró que no hay una sola manera de escribir las clases; en cambio, se concentró el esfuerzo en obtener el mejor provecho para la naturaleza de cada proyecto y conformar una estructura entendible y mantenible para todo el equipo de desarrollo, al agregar una metodología ordenada y repetible.

Trabajar con un *framework* que se considera *Utility First* no es limitativo. Se agiliza el arranque, desarrollo y conclusión en lo que a un *frontend* se refiere, y se tiene la oportunidad de escribir reglas nuevas.

El riesgo de practicar en menor grado la escritura convencional de reglas de estilo es real, para contrarrestarlo se recomienda buscar la experimentación del uso actualizado de los módulos de CSS para seguir actualizados. No depender de una sola tecnología o enfoque es lo más pertinente.

REFERENCIAS

- Amaechi, Amarachi (2021). Top utility-first CSS frameworks. LogRocket . Recuperado el 12 de mayo de 2024 de: <https://blog.logrocket.com/top-utility-first-css-frameworks/>
- Altamira Team (2021). Wireframe vs mockup vs prototype – What are the differences?. Altamira. Recuperado el 13 de mayo de 2024 de: <https://www.altamira.ai/blog/how-do-wireframe-mockup-and-prototype-differ/>
- Bastidas, William (2020). Metodologías o Arquitecturas CSS (OOCSS, BEM, SMACSS, ITCSS, Atomic Design). Medium. Recuperado el 03 de mayo de 2024 de: <https://medium.com/williambastidasblog/metodolog%C3%ADas-o-arquitecturas-css-oocss-bem-smacss-itcss-atomic-design-a1a3cfbfa6c9>
- Bhayani, Parul (2023). Embracing Utility-First CSS: A Shift in Web Development Paradigm. DhiWise. Recuperado el 4 de mayo de 2024 de: <https://www.dhiwise.com/post/embracing-utility-first-css-a-shift-in-web-development>
- Joyce, Lisette (2023). The concept of Wireframes, Mockups, and Prototypes. Medium Bootcamp. Recuperado el 12 de mayo de 2024 de: <https://bootcamp.uxdesign.cc/the-concept-of-wireframes-mockups-and-prototypes-5c73ba22ecd0>

Auditorías internas en ISO 9001 en un área de proyectos de tecnología de información

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Pérez Vera, H. (2024). Auditorías internas en ISO 9001 en un área de proyectos de tecnología de información. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (76 - 83).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.65>

Heidi Alejandra Pérez Vera

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

heidipv@unam.mx

ORCID: 0009-0009-3729-9329

Resumen

Las auditorías internas, denominadas en algunos casos auditorías de primera parte, se realizan por o en nombre de la propia organización, y son ejercicios que deben conducirse al menos una vez al año, en apego a los requisitos de la norma ISO 9001, para mantener la certificación de un Sistema de Gestión de la Calidad. El procedimiento bajo el que se realizan debe incluir actividades de planeación y ejecución orientadas a corroborar el cumplimiento de los requisitos del estándar, o bien a la implementación y mantenimiento de los procedimientos certificados. La eficacia de las actividades involucradas en el procedimiento de auditoría interna no radica en el número de hallazgos detectados, sino en el valor que éstos aportan para mejorar las actividades de la gestión de proyectos y la calidad de los productos de trabajo que se obtienen como resultado. Las auditorías internas deben trascender más allá de ser prácticas de cumplimiento y convertirse en ejercicios que se adapten al ritmo y necesidades del área de proyectos de tecnología de información, lo que ofrece un marco de metodologías de auditoría sencillas para identificar cómo y dónde se pueden emprender acciones de mejora.

Palabras clave:

Auditoría interna, ISO 9001, procedimiento de auditoría interna, sistema de gestión de la calidad.

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del mantenimiento de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) certificado bajo el estándar ISO 9001, es necesario planificar y realizar auditorías internas periódicamente. Una auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias objetivas y evaluarlas de manera imparcial con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría (ISO, 2018). La principal finalidad de estos ejercicios es obtener información para verificar la conformidad con:

1. Los requisitos propios de la organización para su SGC.
2. Los requisitos de la Norma Internacional.
3. Corroborar si se implementa y mantiene eficazmente el SGC (ISO, 2015).

En la dependencia universitaria se integró un equipo auditor que cuenta con “un procedimiento definido para este fin, que contempla la planeación, realización y seguimiento de las auditorías” (Ventura, 2024). Este procedimiento ha tenido una constante evolución desde 2011 cuando por primera vez y bajo el estándar ISO 9000, la dependencia universitaria certificó su método de trabajo para la administración de proyectos y para el desarrollo de software, y se incorporaron buenas prácticas técnicas y de gestión bajo un proceso de mejora continua y estándares de calidad (UNAM, 2011).

Desde el año 2022 se han aplicado pautas de auditoría para sistemas de gestión definidas en la norma ISO 19011:2018, lo que implica revisar y actualizar anualmente el procedimiento correspondiente en cada ciclo de mejora, y considerar las actualizaciones en la dinámica de la gestión de los proyectos que se han presentado en la dependencia universitaria. Desde 2022 la metodología que se describe en este reporte ha sido el referente para identificar mejoras y emitir recomendaciones que permitan madurar y fortalecer el SGC y, en consecuencia, el desarrollo de los proyectos de tecnologías de información al interior de la dependencia universitaria.

El objetivo de este reporte es compartir las principales fases involucradas en la planeación y realización de las auditorías internas que han contribuido a mantener y fortalecer un SGC con un alcance orientado a la gestión y desarrollo de proyectos de tecnologías de la información.

2. DESARROLLO

Si bien realizar auditorías internas es un requisito para conservar la certificación ISO 9001, es necesario conceptualizarlas desde una perspectiva de mejora para identificar puntos relevantes que permitan optimizar y ajustar la operación de los procesos. La auditoría interna cobra especial valor al estar en una posición que permite tener una visión de toda la entidad y sus diversos componentes, lo que permite identificar y evaluar riesgos clave, tanto actuales como futuros, para apoyar al liderazgo en lograr su misión (Larmett, 2023).

Los resultados de las auditorías internas en la dependencia universitaria que realiza proyectos de tecnologías de información, han permitido identificar aspectos que a los auditores externos, en una visita periódica, les puede ser difícil reconocer, entre ellos: profesionalismo, experiencia o dedicación al trabajo y resultados. Es decir, las auditorías internas pueden lograr mayor conocimiento y sensibilidad de la operación cotidiana, y su importancia en la obtención de los resultados esperados en cada proyecto.

Pero no basta con introducir la función de auditoría interna en la organización, independientemente de la importancia que se le dé. Es necesario aclarar el papel del proceso de auditoría para que su propósito quede claro y nunca se identifique como el prelude de sanciones: una imagen negativa puede afectar el desempeño de la auditoría (Sbriz, 2023). Por lo anterior, es que en la dependencia universitaria se maneja la siguiente metodología (Figura 1) para las auditorías internas que, en conjunto con la participación de todos los involucrados en el SGC, ha permitido sustentar la certificación de manera ininterrumpida y con un mínimo de hallazgos en las auditorías externas.

Figura 1

Etapas para el desarrollo de una auditoría interna de un sistema de gestión de la calidad ISO 9001 en un área de proyectos de TIC



La metodología descrita incluye las principales prácticas de auditoría interna, y va más allá al considerar la adecuación al contexto universitario de una dependencia que administra proyectos de tecnologías de información de diversa naturaleza, como pueden ser el desarrollo de software a la medida, la gestión de eventos académicos, y las auditorías a sistemas informáticos, entre otros. A través de los ciclos de mejora, el responsable puede contribuir a la maduración del procedimiento, para que los ejercicios de auditoría interna se desarrollen de forma más eficiente y simplificada.

2.1 METODOLOGÍA

a. Integración del equipo auditor

Una auditoría interna involucra la participación de un equipo auditor con competencias verificables en el estándar ISO 9001:2015, así como en la planeación, ejecución e interpretación de resultados obtenidos. En lo que respecta a la dependencia universitaria, su equipo de auditores se ha transformado en los últimos años. Al principio de la obtención de la certificación, el equipo auditor lo integraban un promedio de 10 colaboradores. Actualmente, consta de dos colaboradores con una alta especialización y experiencia en el estándar ISO 9001:2015, así como en el funcionamiento del SGC.

b. Definición del programa anual de auditoría interna

Esta actividad se realiza en conjunto con los responsables de los procedimientos de auditoría interna, mejora continua y con al menos un representante del Comité Directivo conformado por la dirección del área universitaria y sus subdirectores. El principal insumo de este programa son los hallazgos identificados en la auditoría externa del año anterior, pero también se consideran puntos detonadores, que los responsables de procedimiento reconocen como susceptibles a una revisión más detallada, como pueden ser una actualización reciente en la operación del SGC, riesgos probables o bien un interés especial manifestado por el Comité Directivo.

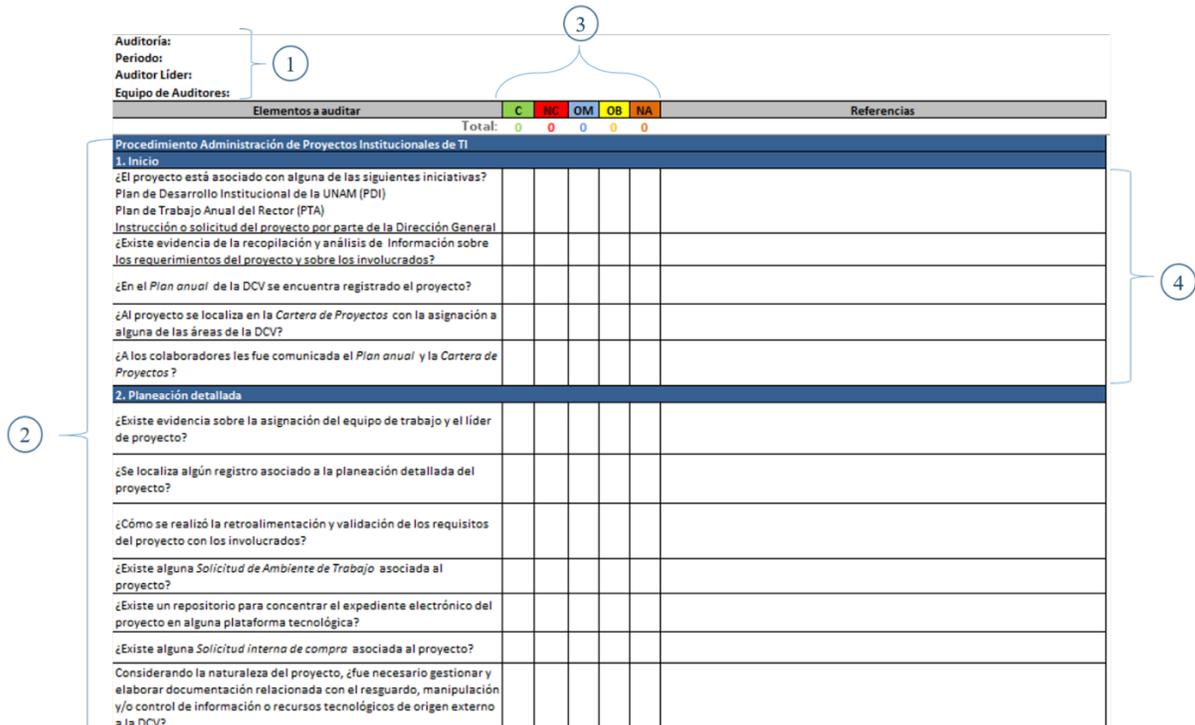
c. Definición y aplicación de las listas de verificación

A partir del programa anual de auditoría interna validado y autorizado por el Comité Directivo, el responsable del procedimiento de auditoría verifica la disponibilidad del equipo auditor en las fechas planificadas para la aplicación de las auditorías. Posteriormente, se asigna un auditor líder, quien coordina las actividades y recursos necesarios para el desarrollo de la auditoría. En el caso de la dependencia universitaria, la información asociada a los proyectos y servicios se localiza en soporte electrónico, por lo que un primer paso es gestionar y verificar el acceso a los repositorios.

Una vez que se tiene acceso a la información, se verifica el alcance de la auditoría en curso y el equipo auditor construye las listas de verificación que son la base para contrastar lo esperado con la ejecución de cada proyecto, y los productos de trabajo intermedios y finales. La construcción de las listas de verificación se realiza en total apego al alcance de la auditoría interna, que puede considerar la revisión del cumplimiento de requisitos de la norma, el apego a procedimientos o un aspecto específico de interés para la dependencia universitaria dentro del alcance del SGC. Como se puede observar en la Figura 2, se muestran los elementos generales que conforman una lista de verificación; su contenido y extensión están en apego a los criterios de evaluación aplicables.

Figura 2

Ejemplo de los elementos generales de una lista de verificación



Auditoría: _____
 Período: _____
 Auditor Líder: _____
 Equipo de Auditores: _____

Elementos a auditar	C	NC	OM	OB	NA	Referencias
Procedimiento Administración de Proyectos Institucionales de TI						
1. Inicio						
¿El proyecto está asociado con alguna de las siguientes iniciativas? Plan de Desarrollo Institucional de la UNAM (PDI) Plan de Trabajo Anual del Rector (PTA) <u>Instrucción o solicitud del proyecto por parte de la Dirección General</u>						
¿Existe evidencia de la recopilación y análisis de Información sobre los requerimientos del proyecto y sobre los involucrados?						
¿En el Plan anual de la DCV se encuentra registrado el proyecto?						
¿Al proyecto se localiza en la Cartera de Proyectos con la asignación a alguna de las áreas de la DCV?						
¿A los colaboradores les fue comunicada el Plan anual y la Cartera de Proyectos?						
2. Planeación detallada						
¿Existe evidencia sobre la asignación del equipo de trabajo y el líder de proyecto?						
¿Se localiza algún registro asociado a la planeación detallada del proyecto?						
¿Cómo se realizó la retroalimentación y validación de los requisitos del proyecto con los involucrados?						
¿Existe alguna Solicitud de Ambiente de Trabajo asociada al proyecto?						
¿Existe un repositorio para concentrar el expediente electrónico del proyecto en alguna plataforma tecnológica?						
¿Existe alguna Solicitud interna de compra asociada al proyecto?						
Considerando la naturaleza del proyecto, ¿fue necesario gestionar y elaborar documentación relacionada con el resguardo, manipulación y/o control de información o recursos tecnológicos de origen externo a la DCV?						

Total: C: 0, NC: 0, OM: 0, OB: 0, NA: 0

- Información general sobre la auditoría interna
- Criterios de evaluación
- Clasificación del hallazgo de auditoría (conformidad, no conformidad, oportunidad de mejora, observación y no aplica)
- Espacio para que el auditor integre información para sustentar el hallazgo

Durante el desarrollo de esta actividad, el auditor interno demuestra su capacidad de abstracción y análisis de la información, así como su experiencia en la aplicación de las auditorías. La revisión debe ir más allá de verificar un requisito textual: el punto es constatar el espíritu de la norma en el sentido de que cada elemento contribuya a mejorar la calidad y por ende, la implementación debe estar de acuerdo con una mejora real y no con un mero seguimiento. Es en la construcción y corroboración de las listas de verificación que un auditor interno transmuta su conocimiento del estándar y lo contrasta con los resultados generados de las actividades del proyecto. Adicionalmente, es parte de la labor de un auditor interno identificar las exclusiones y actuar con la debida ética y objetividad al realizar las revisiones.

Las listas de verificación se corroboran a través de diversos mecanismos, en el caso de la entidad universitaria, se realizan revisiones cruzadas entre la información documental que se localiza en los repositorios electrónicos y se contrasta con entrevistas a los equipos de trabajo que participan en los proyectos. En el caso de información que por su naturaleza es repetitiva, se realizan muestreos para verificar su conformidad.

El resultado de aplicar las listas de verificación es identificar hallazgos. En el contexto de un SGC, éstos se clasifican en oportunidades de mejora, no conformidades y acciones correctivas. El tratamiento que corresponde a cada uno corresponde a lo especificado en la norma ISO 9001:2015, así como a la interpretación del requisito en la implementación del SGC.

d. Interpretación y comunicación de resultados

El auditor líder en conjunto con el equipo auditor verifica los resultados con el responsable de Mejora Continua para corroborar que no existan interpretaciones incorrectas. Si existe alguna controversia, se revisa detalladamente el hallazgo en el que se presenta la confusión. Una vez que las dos partes están conformes con los resultados, éstos son comunicados a todos los colaboradores. El comunicado es a través de correo electrónico y se reitera la disposición del equipo auditor para aclarar cualquier duda o comentario.

e. Seguimiento y solución de hallazgos.

El auditor líder da seguimiento al registro y solución de los hallazgos identificados en conjunto con el responsable de mejora y el resto de los involucrados. En el caso de la dependencia universitaria, el seguimiento es a través de una herramienta informática que permite la gestión del hallazgo, las actividades para su resolución, así como el personal a cargo de subsanarlo. En la Tabla 1 se muestran algunos ejemplos de la comunicación de los hallazgos identificados. El equipo auditor da prioridad a transmitir hallazgos propositivos, con la finalidad de fortalecer el funcionamiento del SGC y sus procedimientos asociados.

Tabla 1

Ejemplos de hallazgos identificados en las auditorías internas

Redacción del hallazgo	Clasificación
En las actividades del procedimiento se indica que debe existir un registro formal de cierre del proyecto. Se debe integrar el documento que puede ser un acta de cierre, documento de transferencia, oficio o correo electrónico, según aplique a la naturaleza del proyecto.	<i>No conformidad</i>
Se identificaron minutas de las sesiones de trabajo, sin embargo no se localiza la firma autógrafa de los asistentes. Se sugiere evaluar la necesidad de una firma autógrafa o bien sustituirlo por un mecanismo electrónico.	<i>Oportunidad de mejora</i>
En consideración al inicio de una nueva administración en la dependencia, se invita a realizar una reflexión para que las acciones de mejora que se emprendan en el marco del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), sean orientadas a plantear soluciones e iniciativas que permitan responder a la nueva realidad por la que se transita, para contar con una herramienta viva que aporte un valor significativo para todos y permita enfrentar los retos futuros.	<i>Recomendación</i>

Nota. En los ejemplos se realizaron ajustes de redacción para salvaguardar la confidencialidad de la información de la dependencia universitaria.

f. Evaluación del equipo auditor

Al finalizar el ciclo anual de auditorías internas se realiza una evaluación a los dos roles principales: auditor líder y auditor interno con una herramienta informática la cual está calibrada de acuerdo a los diversos niveles de competencias técnicas y asociadas directamente, en este caso, a la aplicación de técnicas de auditoría para el SGC, así como aspectos relacionados con la comprensión y aplicación del estándar ISO 9001:2015. Adicionalmente, la cultura organizacional en la dependencia universitaria presta especial atención a las competencias humanas que cobran relevancia en un perfil de auditor interno. Con los resultados obtenidos se identifican oportunidades de capacitación en aspectos técnicos y humanos que permitan fortalecer los conocimientos y resultados obtenidos de los ejercicios de auditoría interna.

2.2 RESULTADOS

La aplicación de las auditorías internas bajo la metodología detallada en este documento vigente desde 2022, ha favorecido la gestión, la operación y los resultados del SGC. Lo anterior se traduce en el mantenimiento de la certificación ISO 9001 con un número de hallazgos en las auditorías externas realizadas por el ente auditor con un significativo decremento, sin hallazgos mayores y no conformidades (Tabla 2). Adicionalmente, ha permitido la formación de colaboradores en el perfil de auditor interno inherente a la gestión de este procedimiento.

Tabla 2

Número de hallazgos reportados en las auditorías externas en el período 2017-2023

Hallazgos	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
No conformidades	1	0	0	0	0	0	0
Observaciones	14	4	2	3	1	2	0
Oportunidades de mejora	3	0	4	0	2	0	1
Total	10	4	6	3	3	2	1

Se realizó la integración de una base documental que incluye los requisitos y prácticas de ISO 9001 que pueden ser replicables en diferentes contextos y alcances. Lo anterior incluye los formatos para el programa anual de auditoría, la agenda de auditoría y las listas de verificación.

La connotación negativa relacionada con la ejecución de una auditoría interna, como un instrumento para evidenciar el trabajo de los colaboradores o bien como un proceso burocrático para dar cumplimiento con la certificación, se ha modificado y hoy en día es vista como una herramienta que se ha adaptado a las necesidades de la dependencia universitaria para garantizar las actividades de administración de proyectos y la calidad de los productos de trabajo generados como parte de la ejecución de los procedimientos.

3. CONCLUSIONES

Se logró que las auditorías internas sean un insumo de información para mejorar un SGC a través de un procedimiento maduro y que es flexible a la naturaleza de los proyectos realizados, permite que sea una práctica útil y eficiente para la entidad universitaria. La simplificación del proceso y la experiencia adquirida por el equipo auditor, ha logrado una reducción en el impacto y la cantidad de los hallazgos obtenidos en las auditorías externas. Es importante resaltar que si bien el procedimiento de auditoría interna es estable y ha madurado en estos años, es necesario sostener el compromiso para continuar fortaleciendo la práctica, y que el equipo auditor mejore su juicio crítico y se mantenga actualizado para que los hallazgos sean relevantes, lo que permitirá perfilar acciones de mejora al sistema y a la dependencia.

Es imperante que las auditorías internas conserven el sentido de ejercicios que proporcionen una visión objetiva, oportuna, clara y completa de la operación de los procedimientos. Lo anterior solo se podrá lograr con el apoyo de las autoridades y el compromiso de los equipos de trabajo que participan en los proyectos. Las auditorías internas conllevan un esfuerzo humano y de recursos para mejorar la eficacia de los procedimientos y garantizar la calidad de los productos de trabajo, por lo anterior en un futuro se debe contar con mayor flexibilidad en su planeación y ejecución para adaptarse a los cambios inherentes y nuevas dinámicas en los equipos de trabajo y formas de colaboración.

AGRADECIMIENTOS

El contenido de este documento está respaldado por el trabajo de colaboradores que a través de los años han participado en la integración y fortalecimiento del procedimiento de auditoría interna. Los resultados que al día de hoy se han logrado son resultado del apoyo de la dirección y del equipo de trabajo que desde 2011 ha participado en la implementación y mantenimiento de la certificación ISO 9001.

REFERENCIAS

- Larmett, A. (2023). Internal Audit: Higher Education's Evolutionary Risk Management Ally. *Internal Auditing*, 38(6), páginas (14-20). <https://login.pbidi.unam.mx:2443/login?url=https%3A%2F%2Fwww.proquest.com%2Ftrade-journals%2Finternal-audit-higher-educations-evolutionary%2Fdocview%2F2897063269%2Fse-2%3Faccountid%3D14598>
- Organización Internacional de Normalización (2018). *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión (ISO19011:2018)*
- Organización Internacional de Normalización (2015). *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. ISO 9001:2015*
- Sbriz, L. (2023). Agile Manifesto for Internal Audit. *ISACA Journal*, vol. 2, páginas (1-5). https://www.isaca.org/-/media/files/isacadp/project/isaca/articles/journal/2023/volume-2/agile-manifesto-for-internal-audit_joa_eng_0323.pdf
- UNAM. (2011). Entrega la EQA certificación ISO 9001:2008 a la DGTIC de la UNAM. *Boletín UNAM-DGCS-497*. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2011_497.html
- Ventura Miranda, M.T. (2024). Recertificación ISO 9001 en un área de proyectos de tecnología de información. *Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC*, 2 (1), páginas (8 - 18).

Instalación y configuración de clúster de conmutación por error con Hyper-V

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Martínez Sierra, L. (2024). Instalación y configuración de clúster de conmutación por error con Hyper-V. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (84 - 93).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.62>

Laura Martínez Sierra

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

laura.martinez@unam.mx

ORCID: 0009-0004-2850-2384

Resumen

Se realizó la instalación y configuración de un clúster de conmutación por error con Hyper-V para la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta implementación surge de la necesidad de proveer máquinas virtuales a entidades y dependencias pertenecientes a la Universidad. Las máquinas virtuales proporcionadas deben estar disponibles el mayor tiempo posible. No obstante, dentro de la tecnología pueden existir fallos o errores, la instalación de un clúster de conmutación por error permite que, si un nodo falla, otro proporcione el servicio, lo que permite brindar alta disponibilidad. Sin embargo, alta disponibilidad se logra a través de toda una infraestructura de TI compuesta por hardware, software, elementos de red, centros de datos, por mencionar algunos. La instalación del clúster se realizó utilizando el modelo en cascada: se divide en distintas fases secuenciales y solo se puede avanzar a la siguiente fase hasta que se finalizó la anterior. Esta metodología permitió cumplir con las necesidades de cada fase y lograr la instalación exitosa del clúster de conmutación por error.

Palabras clave:

Clúster de conmutación por error, virtualización, máquinas virtuales, servidores, Hyper-V

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de la tecnología ha introducido en nuestra realidad nuevos conceptos y herramientas, tal es el caso de la virtualización, que “es una tecnología que se puede usar para crear representaciones virtuales de servidores, almacenamiento, redes y otras máquinas físicas” (AWS, s.f). El uso de la virtualización tiene como beneficios la utilización eficiente de los recursos, reducción de costos de operación, administración sencilla, aprovisionamiento de máquinas virtuales rápido y eficiente. Valerio-Vargas, Martínez-Moreno y Pino-Herrera (2020) mencionan como beneficios de la virtualización, que reduce los tiempos de inactividad, elimina la limitante de recursos físicos y aumenta la disponibilidad de activos.

La virtualización es una práctica comúnmente utilizada en empresas, instituciones de gobierno e instituciones educativas, que utilizan esta tecnología para realizar implementaciones (Coro Fernández, W.D) obteniendo resultados exitosos. Tal es el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), donde se hace uso de la virtualización en el servicio de alojamiento de máquinas virtuales, el cual “proporciona recursos virtuales de cómputo, compuestos por procesamiento, memoria, red, disco duro, sistema operativo y configuración básica de seguridad informática” (DGTIC, 2024). Este servicio opera en todo momento para que académicos o investigadores pertenecientes a la Universidad realicen actividades de administración de servicios, así como trabajos de investigación y desarrollo haciendo uso de los recursos virtuales asignados, por lo que la UNAM estipula que el servicio de máquinas virtuales debe tener disponibilidad del 98.43% al año (DGTIC, 2022). Para satisfacer esta necesidad es preciso contar con un sistema que proporcione alta disponibilidad, que se define como “la capacidad que tiene un sistema de tecnologías de la información para ser accesible y confiable casi todo el tiempo, lo cual elimina o disminuye el tiempo de inactividad” (Red Hat, 2022). Es decir, la alta disponibilidad es la capacidad de seguir proporcionando un servicio continuo a pesar de interrupciones y otras fallas.

Para proveer la alta disponibilidad requerida por el servicio de alojamiento de máquinas virtuales, en DGTIC se decidió la implementación del primer clúster de conmutación por error:

Un clúster de conmutación por error es un grupo de equipos independientes que trabajan juntos para aumentar la disponibilidad y la escalabilidad de los roles en clúster (anteriormente denominados aplicaciones y servicios en clúster). Los servidores agrupados (denominados nodos) están conectados mediante cables físicos y mediante software. Si se produce un error en uno o más de los nodos del clúster, otro nodo comienza a dar servicio (proceso que se denomina conmutación por error) (Microsoft, 2023).

Se determinó el uso de la tecnología Hyper-V de Microsoft, ya que para la construcción de un clúster de conmutación por error se requiere del uso de un hipervisor, el cual se define como “un componente de software que administra varias máquinas virtuales en una computadora. Garantiza que cada máquina virtual reciba los recursos asignados y no interfiera con el funcionamiento de otras máquinas virtuales” (AWS, s.f).

Adicionalmente, y para lograr la alta disponibilidad, también se consideró el uso de servicios de energía eléctrica, sistema de aire acondicionado y redes de datos con redundancia; asimismo, se definió que se requiere que los sistemas se encuentren actualizados: sistemas operativos con versiones recientes, servicios y características con versiones actuales, y acceso al licenciamiento.

El objetivo del presente reporte técnico consiste en desarrollar el proceso para instalar y configurar un nuevo clúster de conmutación por error usando la tecnología Hyper-V de Microsoft.

2. DESARROLLO TÉCNICO

Un clúster de conmutación por error en *Windows server* ofrece: alta disponibilidad, almacenamiento de recursos compartidos, administración centralizada, equilibrio de carga de máquinas virtuales, herramientas de administración a través de interfaz gráfica y línea de comandos, herramientas de conexión remota y uso de la tecnología Hyper-V como producto de virtualización de hardware de Microsoft.

“Hyper-V permite crear y ejecutar una versión de software de un equipo, denominada máquina virtual. Cada máquina virtual actúa como un equipo completo, ejecutando un sistema operativo y programas” (Microsoft, 2023). Entre las características de la tecnología Hyper-V se encuentran:

- Entorno informático: una máquina virtual de Hyper-V incluye los mismos componentes básicos que un equipo físico, como memoria, procesador, almacenamiento y redes.
- Portabilidad: características como la migración en directo, la migración del almacenamiento y la importación o exportación facilitan el traslado o distribución de una máquina virtual.
- Optimización: cada sistema operativo invitado compatible tiene un conjunto personalizado de servicios y controladores, denominado servicios de integración, que facilita el uso del sistema operativo en una máquina virtual de Hyper-V (Microsoft, 2023).

La revisión de características que brinda Hyper-V se consultó en la documentación oficial del fabricante, así como en otros reportes de implementación, en los cuales se encontraron ventajas del uso de Hyper-V; algunas de ellas se mencionan a continuación:

- Ejecutar cada máquina virtual en su propio espacio aislado, con lo cual será posible ejecutar más de una máquina virtual en el mismo hardware físico de forma simultánea.
- Hacer uso del hardware de forma más eficaz, ya que será posible consolidar servidores y cargas de trabajo en menos equipos físicos con mejores opciones de hardware, y así usar menos energía y espacio físico.
- Establecer o expandir una infraestructura de escritorio virtual (VDI) (Niño Vásquez, 2020).

Otras herramientas importantes propias del sistema operativo Windows son, el uso de *PowerShell* y la administración remota a través del Protocolo de Escritorio Remoto (RDP, por sus siglas en inglés): “*PowerShell* es una solución de automatización de tareas multiplataforma formada por un *shell* de línea de comandos, un lenguaje de *scripting* y un marco de administración de configuración” (Microsoft, 2024). Destaca que *PowerShell* facilita la administración del clúster al poder ejecutar configuraciones a través de línea de comandos y así obtener información detallada de máquinas virtuales.

A su vez, “RDP, es un protocolo, o estándar técnico, para usar un ordenador de escritorio a distancia” (Cloudflare, s.f). Como Huailas García indica (2018), habilita “la capacidad de administrar de forma remota equipos Windows mediante la conexión en red a través del puerto 3389, permitiendo el acceso a archivos, programas y todos los recursos del equipo destino al que se conecta el usuario como si estuviese frente

al mismo". Esto permite que los usuarios puedan acceder a equipos Windows de manera rápida y en el momento que lo requieran.

2.1 METODOLOGÍA

Para la construcción del clúster de conmutación por error con Hyper-V se utilizó como base el modelo en cascada. Las fases fueron las siguientes: requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento.

- En la fase inicial se definieron los requerimientos para la implementación de un clúster de conmutación por error.
- Para la fase de diseño, se determinaron los elementos que conformaron el clúster, así como especificaciones de hardware a utilizar.
- Durante la fase de implementación, se realizó la instalación y configuración del clúster.
- En la fase de verificación, se ejecutaron pruebas para comprobar la alta disponibilidad y se generaron servidores virtuales para constatar su correcto funcionamiento.
- Finalmente, en la fase de mantenimiento se efectuaron las actualizaciones correspondientes del sistema operativo.

Utilizar el modelo en cascada permitió definir las fases del proyecto para dar seguimiento a cada etapa, y contar así con puntos de verificación.

2.2 DESARROLLO

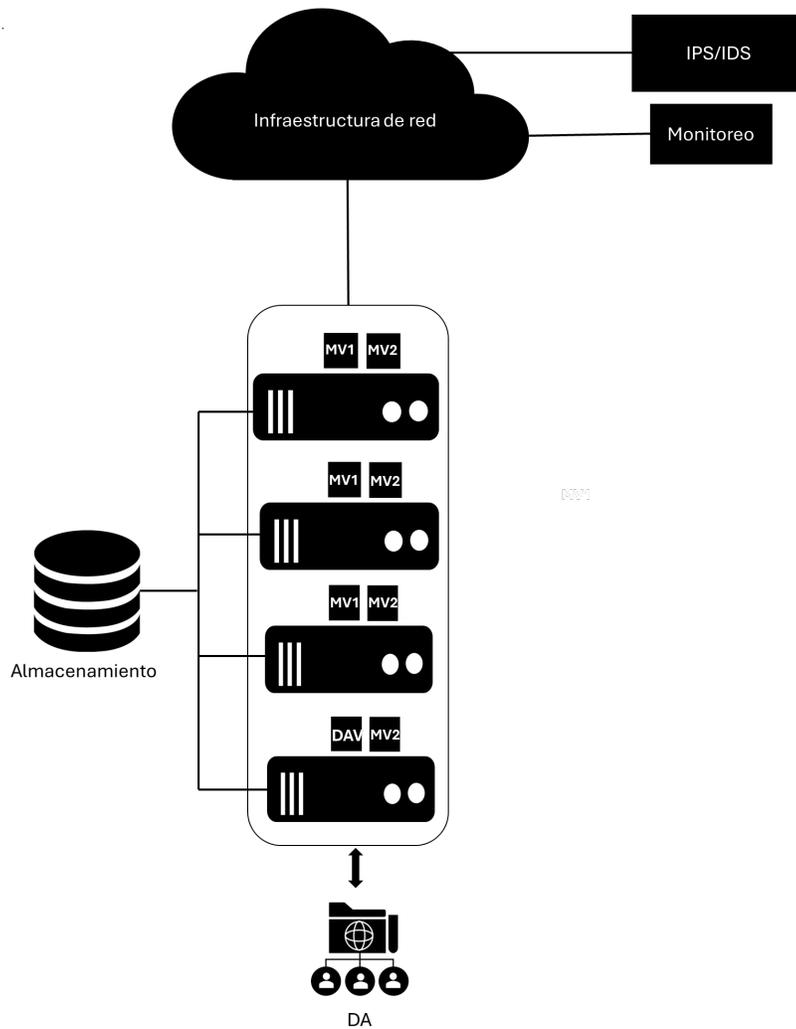
En la primera fase, se definieron los requerimientos para la construcción del clúster: se estableció la necesidad de tener alta disponibilidad, administración centralizada, almacenamiento compartido, versión del sistema operativo, acceso al licenciamiento, así como el uso de servidores físicos y virtuales.

En la fase de diseño, se determinaron los elementos del clúster de conmutación por error, así como las especificaciones de hardware. Se definió el uso de cuatro servidores físicos con el rol de Hyper-V, un servidor físico como Directorio Activo y un servidor virtual como Directorio Activo secundario para proporcionar alta disponibilidad en los servicios de Directorio Activo. Cada servidor físico cuenta con 256 GB de RAM y 2 procesadores a 2.60GHz. Se definió el uso de cinco servidores, que son el número de equipos que se tenían destinados en DGTIC para brindar servicio de alojamiento de máquinas virtuales.

La estructura del clúster se observa en el siguiente diagrama (figura 1). Se muestra la representación de los nodos del clúster, así como la representación de más máquinas virtuales (MV) alojadas en los nodos. Se muestra el Directorio físico (DA), el Directorio Activo virtualizado (ADV) y el almacenamiento. Adicionalmente se representan otros elementos que conforman la infraestructura, como elementos de red y de seguridad.

Figura 1

Componentes de clúster de conmutación por error



A partir del requerimiento de sistemas actualizados, se trabajó en implementar mejoras en la construcción del clúster de conmutación por error, estas consistieron en la generación de un Directorio Activo secundario para proporcionar alta disponibilidad, y la instalación de una versión reciente de sistema operativo, así como una versión de Hyper-V reciente.

En la etapa de implementación, se realizaron una serie de pasos técnicos para la instalación y configuración del clúster de conmutación por error: como primer paso se realizó la instalación del del sistema operativo

Windows Server 2022 Datacenter en los cinco nodos físicos, y al finalizar este proceso se cambió el nombre a cada nodo, y se hizo la actualización de fecha y hora.

Posteriormente, se realizó la instalación de Hyper-V en cuatro nodos físicos. Este proceso se realizó a través del asistente para agregar funciones, el cual consiste en una secuencia de ventanas que indican los pasos a seguir; se seleccionó el rol de Hyper-V y se siguieron los pasos indicados por el asistente para concluir con la instalación.

El siguiente paso consistió en la instalación del Directorio Activo también conocido como AD, se configuraron los parámetros de red y se realizó la instalación del AD a través del asistente para agregar funciones, que permitió habilitar el rol de Directorio Activo y las características de administración.

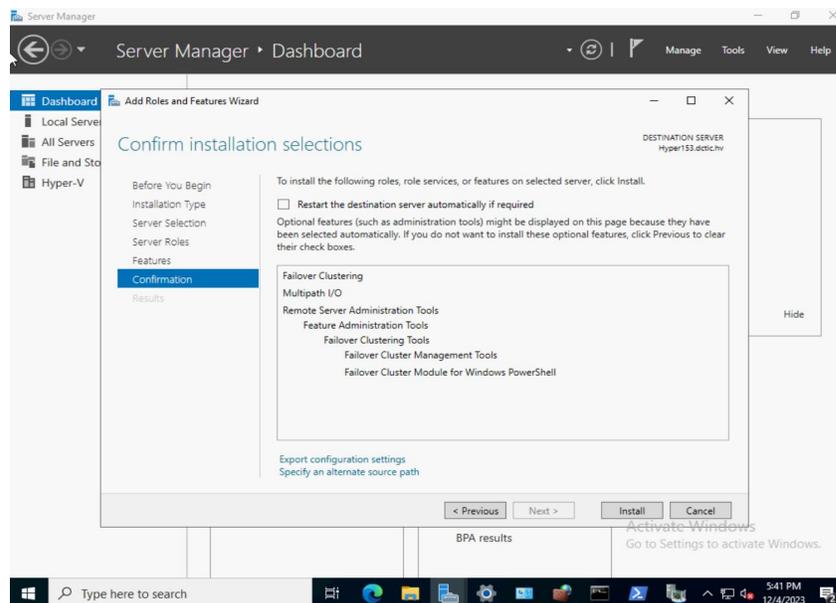
Terminadas las instalaciones de los roles en cada servidor, se realizaron las configuraciones de red para los cuatro nodos con rol de Hyper-V, se generaron dos NIC Teaming y se asignaron las IP correspondientes.

A continuación, se incorporaron los nodos al Directorio Activo, este paso consistió en agregar cada equipo al dominio, lo que se verificó a través de pruebas de conexión.

Una vez agregados los nodos al Directorio Activo, se instalaron las características de Failover clúster y Multipath I/O por medio del asistente para agregar funciones (figura 2).

Figura 2

Instalación de características



Posteriormente se habilitó Multi-Pathing para iSCSI.

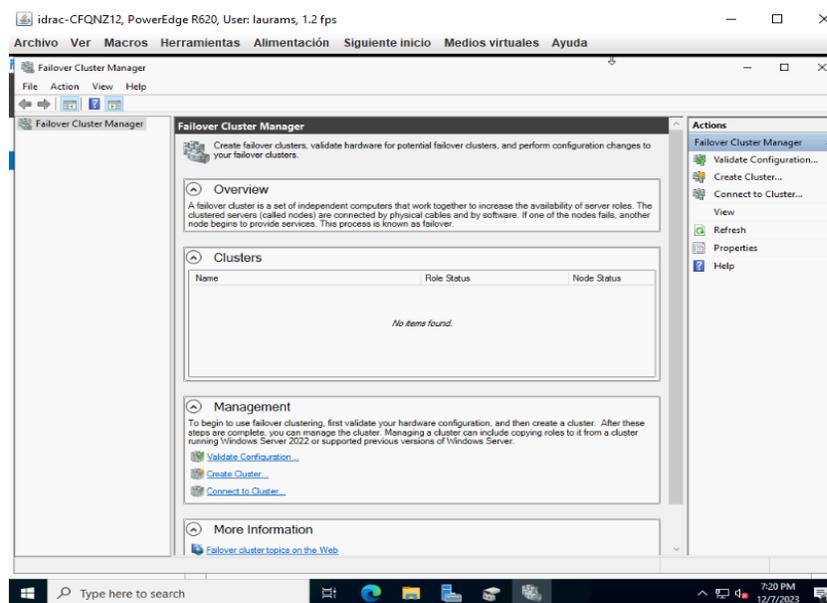
El siguiente paso consistió en agregar el almacenamiento, inicializar los discos y generar volúmenes en los cuatro nodos con rol de Hyper-V.

Una vez cumplidos los requerimientos, se realizó la validación de configuración para la instalación del clúster de conmutación por error por medio de la herramienta "Administrador de clúster de conmutación por error". Esta herramienta permite validar si se cumplieron todos los requisitos necesarios para tener una instalación exitosa. Sin embargo, cuando se ejecutó por primera vez la herramienta se detectó un problema, un nodo del clúster no realizó el cambio de nombre correctamente, por lo que se realizó nuevamente el proceso en el nodo, se reinició el equipo y se ejecutó la validación de configuración por segunda vez, en esta ocasión el servidor ya estaba nombrado de manera correcta y se continuó el proceso.

Finalmente, se realizó la instalación del clúster utilizando la misma herramienta "Administrador de clúster de conmutación por error" (figura 3).

Figura 3

Administrador de clúster de conmutación por error



Posterior a la instalación del clúster, se generaron los switches virtuales para proporcionar acceso a la red a los servidores virtuales que se alojaron en el clúster.

Se inició la fase de verificación, que consistió en la generación de servidores virtuales de prueba, se asignaron los switches virtuales a los servidores virtuales y se comprobó que tuvieran acceso a la red. También se realizaron pruebas de alta disponibilidad en los nodos del clúster.

2.3 RESULTADOS

Se realizó la instalación y configuración del clúster de conmutación por error en el periodo 2023-2024 como se definió en los requerimientos iniciales. El clúster se conformó por cuatro nodos físicos con el rol de Hyper-V para proporcionar alta disponibilidad, un nodo físico con rol de Directorio Activo y un nodo

virtual como Directorio Activo secundario para tener redundancia en caso de que el Directorio Activo físico tuviese alguna falla.

Al término de la implementación se validó el correcto funcionamiento del clúster de conmutación por error realizando pruebas exitosas de alta disponibilidad, que consistieron en apagar o reiniciar un nodo para verificar que las máquinas virtuales se migraran automáticamente a un nodo operativo y continuaran activas. Otra de las pruebas realizadas consistió en la generación de máquinas virtuales, y que éstas tuvieran acceso a la red.

Es importante mencionar que, en la fase de implementación se presentó un problema en las validaciones para generar el clúster de conmutación por error, este consistió en que un nodo no se cambió de nombre correctamente, por lo que fue necesario modificar el nombre, reiniciar el servidor y se realizó por segunda vez la validación de configuración, al término de la validación se continuó con el proceso y se finalizó la fase de implementación con éxito.

A continuación, se presentan dos figuras con el tiempo de actividad de dos nodos del clúster en las que se muestra que el nodo uno se encuentra con operación continua (figura 4) y el nodo dos, que tuvo un reinicio por ventana de mantenimiento (figura 5).

Figura 4

Nodo con tiempo de actividad continua

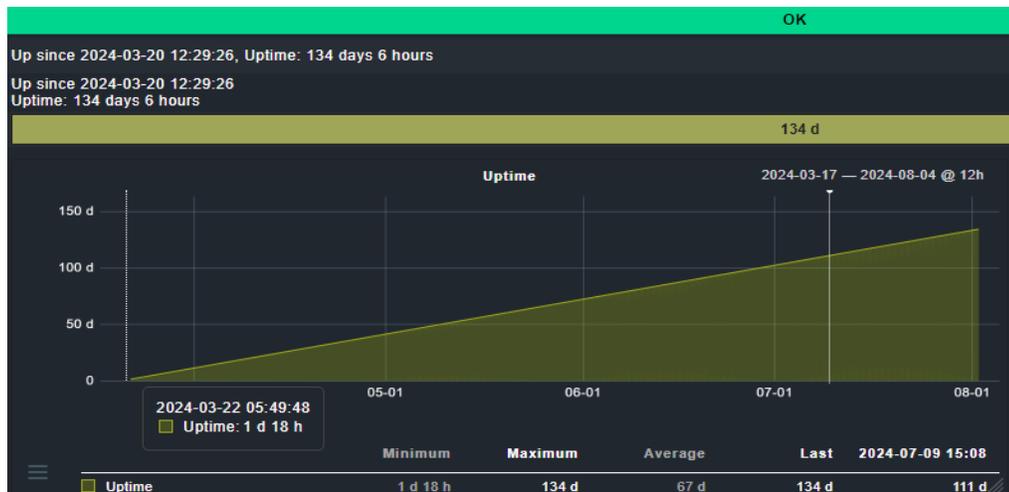
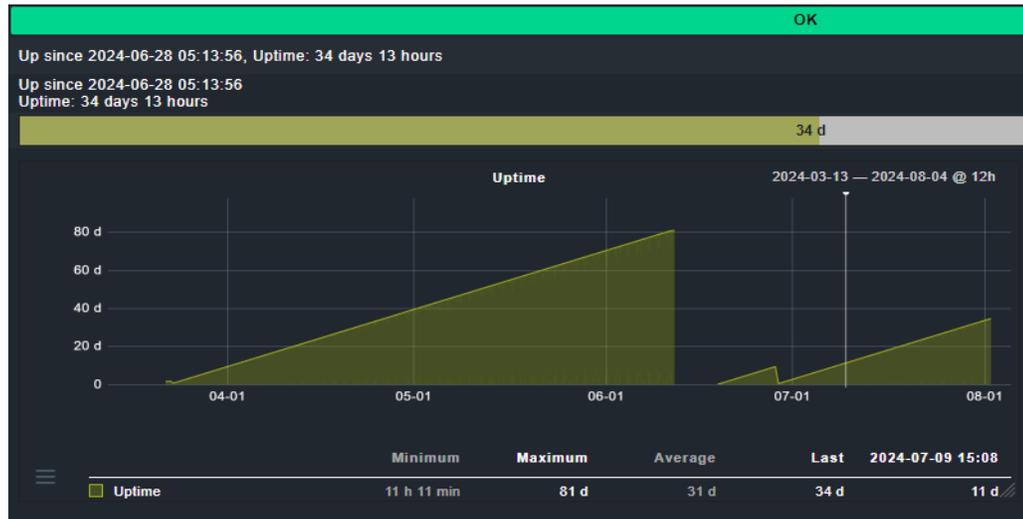


Figura 5

Nodo con reinicio programado



Sin embargo, aunque uno de los nodos tuvo un reinicio programado, la operación del clúster no se vio afectada, por lo que se validó el correcto funcionamiento en producción. En ambas gráficas el eje horizontal hace referencia a los meses y el eje vertical, el número de días activos.

CONCLUSIONES

En la implementación del clúster de conmutación por error con Hyper-V se realizaron mejoras, las cuales consistieron en asignar una versión de sistema operativo reciente, licenciamiento y se agregó redundancia al generar un Directorio Activo virtual. Esta implementación es escalable: se pueden agregar nodos para aumentar la capacidad de alojamiento de máquinas virtuales.

Algunas de las configuraciones que se deben validar para la construcción del clúster son: validar que el direccionamiento IP que se utilizará este bien definido, así como la correcta configuración de parámetros de red, revisar conexión entre nodos, instalar los roles y características de Hyper-V o de Directorio Activo según corresponda y configurar correctamente el almacenamiento, por mencionar algunos.

Es importante que todos los requisitos de instalación se cumplan para realizar una validación exitosa de la configuración para instalación del clúster a través del asistente, y se pueda instalar el clúster sin inconvenientes.

La construcción de un clúster de conmutación por error con Hyper-V permitió fortalecer el servicio de alojamiento de máquinas virtuales, que permite que académicos e investigadores realicen actividades de administración de servicios, así como trabajos de investigación y desarrollo, para lo que cuentan con beneficios como el almacenamiento de recursos compartidos, alta disponibilidad, tiempo de inactividad minimizado y conmutación por error automática.

REFERENCIAS

- AWS. (s.f) ¿Qué es la virtualización? <https://aws.amazon.com/es/what-is/virtualization/>.
- Cloudflare. (s,f). ¿Qué es el Protocolo de escritorio remoto (RDP)? [https://www.cloudflare.com/es-es/learning/access-management/what-is-the-remote-desktop-protocol/#:~:text=El%20Protocolo%20de%20escritorio%20remoto%20\(RDP\)%20es%20un%20protocolo%2C,el%20m%C3%A1s%20usado%20es%20RDP.](https://www.cloudflare.com/es-es/learning/access-management/what-is-the-remote-desktop-protocol/#:~:text=El%20Protocolo%20de%20escritorio%20remoto%20(RDP)%20es%20un%20protocolo%2C,el%20m%C3%A1s%20usado%20es%20RDP.)
- Coro Fernández, W.D. (2022). Alta Disponibilidad para el aseguramiento de servicios en un Data Center virtual utilizando la tecnología Hyper-V de Microsoft. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio digital de la Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10065>.
- DGTIC. (2022). Política de uso y Acuerdo de Nivel de Servicio-Infraestructura como Servicio (IaaS). <https://www.red-tic.unam.mx/content/politica-de-acuerdo-nivel-de-servicio-infraestructura-como-servicio-iaas>
- DGTIC.(2024). Alojamiento de máquinas virtuales. <https://sistemas.tic.unam.mx/index.php/alojamiento-de-maquinas-virtuales/>.
- Huailas García, G.A. (2018). Virtualización de Servidores con Hyper-V para la Gestión de la Continuidad del Servicio en la Red de Agencias MIBANCO [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital institucional de la Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36395/Huailas_GGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Microsoft. (2023). Clústeres de conmutación por error en Windows Server y Azure Stack HCI. <https://learn.microsoft.com/es-es/windows-server/failover-clustering/failover-clustering-overview>.
- Microsoft. (2023). Información general sobre la tecnología Hyper-V. <https://learn.microsoft.com/es-es/windows-server/virtualization/hyper-v/hyper-v-technology-overview>.
- Microsoft. (2024) ¿Qué es PowerShell? <https://learn.microsoft.com/es-es/powershell/scripting/overview?view=powershell-7.4>.
- Niño Vásquez, D.F. (2020). Diseño de un modelo de virtualización para la implementación de un sistema de servidores en alta disponibilidad [Monografía de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/05245b2a-7449-4f06-ae67-4ef1ad0ccc1c/content>.
- Red Hat. (2022). ¿Qué es la alta disponibilidad? <https://www.redhat.com/es/topics/linux/what-is-high-availability>.
- Valerio-Vargas, C. D., Martínez-Moreno, P., & Pino-Herrera, J. (2020). Virtualización de sistemas gestores de cómputo en las organizaciones. *Vinculatégica EFAN*, 6(1), 587–596. <https://doi.org/10.29105/vtga6.1-610>.

Implementación del Proyecto Barrio Universitario: Soluciones de Programación

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

LariosDelgado,J.(2024).Implementación del Proyecto Barrio Universitario: Soluciones de Programación. Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC, 2 (3) páginas (94 - 104).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.3.54>

José Larios Delgado

Dirección General de Cómputo y de
Tecnologías de Información y Comunicación
Universidad Nacional Autónoma de México

jlarios@unam.mx

ORCID: 0009-0003-5663-9962

Resumen

Durante el desarrollo del proyecto Barrio Universitario, posterior a la definición de los requerimientos y al diseño de la aplicación, se hizo un análisis de las principales problemáticas a resolver en la etapa de implementación. Desde el ámbito de la programación, se destacaron dos aspectos clave: la lectura de archivos de configuración para definir el contenido audiovisual que la aplicación debe presentar en cada punto de interés de los sitios que conforman el Barrio Universitario y el ajuste de las proporciones y ubicación de los elementos de la interfaz gráfica de usuario para que se visualicen correctamente en cualquier dispositivo. Este reporte técnico presenta los algoritmos que se desarrollaron para dar solución a estas problemáticas con la finalidad de que se puedan usar como base para su implementación en otros proyectos a futuro.

Palabras clave:

Barrio Universitario, programación, algoritmos, C#.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de las celebraciones del 70 aniversario de Ciudad Universitaria y del 15 aniversario de la declaratoria de Patrimonio Mundial de la UNESCO, se solicitó a la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación el desarrollo de la aplicación Barrio Universitario para dispositivos móviles, la cual presenta 13 recintos de la UNAM ubicados en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Estos recintos fueron modelados en 3D y se complementaron con materiales audiovisuales, incluyendo imágenes del acervo del Archivo Histórico de la UNAM, videos y audios, los cuales, mediante el uso de puntos de interés, proporcionan datos históricos sobre su origen, su papel y su quehacer actual en la educación y la difusión cultural.

Para el desarrollo de la aplicación se definieron los siguientes requerimientos de la “especificación formal de una necesidad, restricción, o capacidad que debe ser satisfecha o poseída por un sistema de software para resolver un problema o lograr un objetivo específico” (Stephens, 2022):

- Pantalla y audio de presentación de la aplicación.
- Introducción multimedia al Barrio Universitario (BU).
- Mapa 2D del Centro de la Ciudad de México, que muestra la ubicación de las 13 sedes del BU y que funciona como interfaz para seleccionarlas.
- Modelo 3D de cada recinto en donde se presentan los puntos de interés.
- Para cada punto de interés (introducción, antecedentes, Barrio Universitario, detalle y hoy en día) mostrar una interfaz multimedia la cual puede tener una combinación de elementos como texto, video, audio o imágenes.
- Pantalla de créditos.

Así, el objetivo del reporte técnico es describir las dos principales problemáticas de programación que surgieron durante el desarrollo del proyecto y presentar los algoritmos que se desarrollaron para darles solución, con la finalidad de que estos algoritmos, de forma general, ayuden a la implementación de otros proyectos con requerimientos similares.

2. DESARROLLO TÉCNICO

Se determinó que las dos principales problemáticas a resolver eran:

1. La implementación de archivos de configuración, en el cual se observó la necesidad de gestionar y presentar una gran cantidad de información de manera eficiente y flexible para cada uno de los cinco puntos de interés asociados a cada sede del Barrio Universitario. Cada punto puede mostrar información diversa como textos, audios, videos e imágenes. También se identificó que la interfaz y su funcionalidad son esencialmente las mismas en cada uno de ellos; por lo tanto, una tarea prioritaria fue separar la información específica de cada sitio de su correspondiente escena de Unity.
2. La otra problemática que se identificó fue que, al ser una aplicación diseñada para dispositivos móviles, la resolución y proporción de pantalla pueden variar significativamente, por lo que no se puede asegurar que siempre sea la misma. Por esta razón, la interfaz gráfica de usuario debe

adaptarse automáticamente para ofrecer una experiencia consistente al usuario sin que influya el dispositivo que use. Estas variaciones en la resolución de los dispositivos implican, por ejemplo, que la disposición y tamaño de los elementos de la interfaz se pueden ver afectados, lo que impide coincidir con el mapa interactivo del Barrio Universitario.

2.1 METODOLOGÍA

Se siguió una metodología basada en prácticas comunes de desarrollo de software, específicamente en principios de diseño de software modular, gestión de configuración, y patrones de diseño que promueven la flexibilidad y mantenibilidad del código (Freeman, 2020) que consistió en:

- Recolección e identificación de los requisitos de la aplicación.
- Diseño de la solución: elaboración de los algoritmos que den solución a las problemáticas identificadas a partir de los requerimientos; se optó por generar los algoritmos en pseudocódigo de acuerdo con la representación de alto nivel de un algoritmo que utiliza una combinación de lenguaje natural y elementos de programación estructurada (McGrath, 2014), para que sean independientes al lenguaje de programación y ambiente de desarrollo.
- Implementación de los algoritmos e integración en la aplicación, programación de las soluciones con *scripts* de C# en clases del motor de juegos Unity.
- Pruebas, realización de pruebas unitarias y de integración a las funciones y clases que se implementaron.
- Documentación de la aplicación.

2.2 DESARROLLO

Para implementar los archivos de configuración, se determinó que la estructura de la escena en el motor Unity es la misma para cada sitio; la única variante es la información específica que cada una muestra. Se definió el formato de un archivo de configuración general para todas las escenas, con el que se pudieran definir los textos, imágenes, videos y audios para cada punto de interés, además de permitir configurar otros elementos relacionados con el sitio, como son las posiciones de los puntos de interés, la ubicación de la cámara y la ubicación de los paneles de la interfaz.

Así mismo, se definió un archivo de texto con identificadores únicos en cada línea con el fin de que, a través del identificador, la aplicación determine la configuración de cada uno de los elementos de la escena que así lo requieran. A continuación, se presenta la descripción del archivo de configuración.

Figura 1

Descripción del archivo de configuración

```
POINTS: //Número de puntos de interés
PNISTART //Inicio de configuración de un punto, debe haber tantos identificadores como puntos se hayan definido
NAME: //nombre del punto de interés
POSX:
POSY:
POSZ: //Posición (XYZ) del punto de interés
OBSERVERX:
OBSERVERY:
OBSERVERZ://Posición de la cámara (XYZ) con respecto a la posición del punto de interés
OFFSET://Desplazamiento sobre el eje X del panel asociado con respecto a la posición del punto de interés
AUDIOVIDEO: //Define si el panel también tiene audio y video
INDEX: //Solo se lee cuando AUDIOVIDEO: 1, indica el índice del video para este punto
VOFFSET://Desplazamiento sobre el eje X del panel de video con respecto a la posición del punto de interés
TYPE: //Tipo de panel solo de texto o con imágenes
TEXT: //Texto que se muestra en la interfaz
NUMIMG: //Número de imágenes, solo si el tipo de panel seleccionado lo permite
IMG: //Referencia a la imagen, debe haber tantos identificadores IMG como imágenes se hayan definido
PNIEND//Identificador de fin de configuración de punto de interés
```

Con dicha definición, se desarrolló el siguiente algoritmo para analizar y extraer la información del archivo de configuración.

Figura 2

Pseudocódigo para leer los archivos de configuración

Algoritmo TextConfig

```

Leer archivo_de_configuración
salir←falso
Si archivo_de_configuración == nulo Entonces
  salir←Verdadero
Fin Si
nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuración )
Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 6) == "POINTS" Entonces
  número_de_puntos+Subcadena(nueva_linea, 7 , EOL)
SiNo
  salir←Verdadero
Fin Si
Dimensionar lista_de_puntos_de_interes[ConvertirANúmero(número_de_puntos)]
Para i←0 Hasta ConvertirANúmero(número_de_puntos) Con Paso +1 Hacer
  Si Subcadena(nueva_linea, 0 , EOL) == "PNTSTART" Entonces
    nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuración )
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 4) == "NAME" Entonces
      nombre_del_punto+Subcadena(nueva_linea, 5 , EOL)
    SiNo
      salir←Verdadero
    Fin Si
    lista_de_puntos_de_interes[i] ← nombre_del_punto
    //Inicia bloque de código, para el caso las etiquetas POSY y POSZ el código es muy similar a POSX
    nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuración )
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 4) == "POSX" Entonces
      posición_x ← ConvertirANúmero(Subcadena(nueva_linea, 5 , EOL))
    SiNo
      salir←Verdadero
    Fin Si
    //Fin del bloque de código para la etiqueta POSX
    //Obtener el objeto de referencia al punto de interés y asignar sus posiciones XYZ
    //Inicia bloque de código, para el caso de las etiquetas OBSERVERY y OBSERVERZ el código es muy similar a OBSERVERX
    nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuración )
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 9) == "OBSERVERX" Entonces
      observador_x ← ConvertirANúmero(Subcadena(nueva_linea, 10 , EOL))
    SiNo
      salir←Verdadero
    Fin Si
    //Fin del bloque de código para la etiqueta ObserverX
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 6) == "OFFSET" Entonces
      offset_de_la_camara ← ConvertirANúmero(Subcadena(nueva_linea, 7 , EOL))
    SiNo
      salir←Verdadero
    Fin Si
    //Algoritmo para calcular la posición del observador para dicho punto de interés
    //a partir de los datos obtenidos del archivo de configuración y asignar dichos valores al elemento relacionado en la escena
    nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuración )
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 10) == "AUDIOVIDEO" Entonces
      bandera_audio_video ← ConvertirANúmero(Subcadena(nueva_linea, 11 , EOL))
    Fin Si
    //activar el botón de audio o video del panel asociado al punto de interés que se esta configurando
    nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuración )
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 5) == "INDEX" Entonces
      indice_del_video←ConvertirANúmero(Subcadena(nueva_linea, 6 , EOL))
      Si bandera_audio_video == 1 Entonces
        Leer reproductor_de_video_clip
        //Obtener el componente que reproduce clips de video para este panel y configurarlo con el clip de video
        //cuyo indice_del_video corresponde a la lista de videos para esta escena
      SiNo
        Si bandera_audio_video == 1
          Leer fuente_de_audio
          //Obtener el componente que reproduce clips de audio en este panel y configurarlo con el clip de audio
          //cuyo indice i corresponde a la lista de audios para esta escena
        Fin Si
      Fin Si
    Fin Si
  Fin Si
Fin si

```

```

nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 7) == "VOFFSET" Entonces
    Si bandera_audio_video == 1 Entonces
        video_offset←ConvertirANumero(Subcadena(nueva_linea, 8 , EOL))
        //Obtener el componente que representa el panel de video y desplazarlo horizontalmente la distancia indicada en video_offset
    SiNo
        salir←Verdadero
    Fin Si
Fin Si

nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 4) == "TYPE" Entonces
    tipo_de_panel←ConvertirANumero(Subcadena(nueva_linea, 5 , EOL))
SiNo
    salir←Verdadero
Fin Si
Si tipo_de_panel == 1 Entonces
    //Activar el panel de texto para el punto de interes i
    nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
    Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 4) == "TEXT" Entonces
        texto_del_panel←Subcadena(nueva_linea, 5 , EOL)
        //texto_del_panel tiene la referencia al elemento donde se presenta el texto en la interfaz para este punto de interés
        //Agregar código que Cambie las dimensiones del contenedor del texto en función de su longitud
    SiNo
        salir←Verdadero
    Fin Si
SiNo
    Si tipo_de_panel == 2 Entonces
        //Activar el panel de texto e imágenes para el punto de interés
        nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
        Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 4) == "TEXT" Entonces
            texto_del_panel←Subcadena(nueva_linea, 5 , EOL)
            //texto_del_panel tiene la referencia al elemento que presenta el texto en la interfaz para este punto de interés
            //Agregar código que Cambie las dimensiones del contenedor del texto en función de su longitud
        SiNo
            salir←Verdadero
        Fin Si
        nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
        Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 6) == "NUMIMG" Entonces
            número_de_imágenes← ConvertirANumero(Subcadena(nueva_linea, 7 , EOL))
            Para a←0 Hasta número_de_imágenes Con Paso +1 Hacer
                nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
                Si Subcadena(nueva_linea, 0 , 3) == "IMG" Entonces
                    nombre_imagen←Subcadena(nueva_linea, 0 , 4)
                    //Asignar el nombre de la imagen a la lista de imágenes que debe mostrar el panel
                SiNo
                    salir←Verdadero
                Fin Si
            Fin Para
            //Activar la imagen con el índice 0 para el panel que se esta configurando
            Si número_de_imágenes == 1 Entonces
                //Desactivar del panel los botones relacionados para cambiar entre imágenes
            Fin Si
        Fin Si
    Fin Si
Fin Si

nueva_linea ← LeerLinea ( archivo_de_configuracion )
Si Subcadena(nueva_linea, 0 , EOL) ≠ "PNTEND" Entonces
    salir←Verdadero
Fin Si
SiNo
    salir←Verdadero
Fin Si
Fin Para

FinAlgoritmo

```

Para ajustar la proporción de los elementos de la interfaz, se utilizó un enfoque de diseño responsivo de acuerdo con el enfoque en el desarrollo de aplicaciones y sitios web que asegura que el contenido y el diseño se adapten de manera óptima a una variedad de dispositivos y tamaños de pantalla (Frain, 2022); la interfaz se adapta automáticamente al aspecto y resolución de la pantalla del dispositivo cuando la aplicación inicia.

El siguiente algoritmo escala el mapa interactivo del Barrio Universitario en función de la resolución de pantalla, sin perder la proporción original de la imagen, en este caso, una proporción 16:9.

Figura 3

Pseudocódigo para escalar el mapa interactivo del Barrio Universitario

```
Algoritmo Interfacescaler
relación_de_aspecto←ancho_de_pantalla/alto_de_pantalla
Si relación_de_aspecto es menor o igual a 1.777777 Entonces
    nuevo_ancho←ancho_de_pantalla * factor_de_escalado
    nuevo_alto←nuevo_ancho * 9/16
SiNo
    nuevo_alto←alto_de_pantalla * factor_de_escalado
    nuevo_ancho←nuevo_alto * 16/9
Fin Si
//Obtener el elemento que contiene la referencia al mapa del BU
//y aplicar el nuevo_alto y nuevo_ancho
FinAlgoritmo
```

Nota. El valor de `factor_de_escalado` se define en función del porcentaje de ajuste que se desea para el alto o ancho de la pantalla, donde 1.0 indica un ajuste del 100% y un valor de 0.5, por ejemplo, ajustaría el mapa solo al 50% del alto o ancho de la pantalla.

El algoritmo busca asegurar que el mapa se escale adecuadamente, manteniendo su proporción original, al evitar que se deforme cuando la proporción de la pantalla del dispositivo no coincide con la del mapa.

Para los demás elementos de la interfaz, no solo bastó con escalar y mantener su proporción, sino que también se debía mantener su posición relativa con respecto al mapa interactivo del Barrio Universitario para que coincidan con las sedes con las que se les busca vincular.

Así, se desarrolló un algoritmo para escalar y ubicar correctamente los botones y paneles de la interfaz una vez que el mapa del Barrio Universitario se ha ajustado a la resolución del dispositivo.

Figura 4

Pseudocódigo para escalar y ubicar los elementos de la interfaz

```
Algoritmo InterfaceScaler2
  Para i<0 Hasta número_de_elementos Con Paso +1 Hacer
    ancho_del_elemento<ancho_original_del_elemento
    alto_del_elemento<alto_original_del_elemento
    //En este caso se considera que estos elementos de la interfaz
    //tambien se encuentran dentro de un panel principal el cual contiene el mapa del BU
    ancho_del_elemento<ancho_del_elemento * nuevo_ancho / ancho_del_panel_principal
    alto_del_elemento<alto_del_elemento * nuevo_alto / ancho_del_panel_principal
    //Recordatorio: nuevo_alto y nuevo_ancho se calcularon con el algoritmo anterior
    //Obtener la referencia al elemento i de la interfaz y asignarle el ancho_del_elemento
    // y alto_del_elemento que se acaban de calcular
    posición_x ← posición_x_original_del_elemento - 1600
    posición_y ← 900 - posición_y_original_del_elemento
    //El centro de referencia para la posición es el centro de la imagen por lo que hay que
    //restar la mitad de la resolución original del mapa 3200/2 y 1800/2
    //Solo falta añadir la mitad del ancho_del_elemento y alto_del_elemento
    posición_x ← posición_x + (ancho_del_elemento/2)
    posición_y ← posición_y - (alto_del_elemento/2)
    //Se resta en Y por que el eje esta invertido
    //Obtener la referencia al elemento i de la interfaz y asignarle la posición_x
    // y posición_y que se acaban de calcular
  Fin Para
FinAlgoritmo
```

2.3 RESULTADOS

La implementación del pseudocódigo se hizo en clases y *scripts* programados en C#, estos se integraron en el proyecto del Barrio Universitario, donde se realizaron pruebas de funcionalidad de los elementos con base en lo definido en cada problemática, para comprobar si efectivamente los algoritmos proporcionaron una solución adecuada.

Se implementó la clase TextConfig que analiza gramaticalmente los archivos de configuración y obtiene la información audiovisual de cada punto de interés, también se elaboraron 13 archivos de configuración (uno para cada sede del Barrio Universitario) y en cada uno se definieron cinco puntos de interés, se incorporaron los textos, referencias a las imágenes, audios y videos los cuales se muestran en cada caso. También se hizo una revisión manual dentro de la aplicación de la configuración e información presentada en cada sede, con lo que se verificó el correcto funcionamiento de carga y lectura de los archivos de configuración.

Figura 5

Sede: Museo UNAM Hoy, Puntos de interés: Antecedentes y Hoy en día



Nota. Captura de pantalla que muestra la información de los puntos de interés “Antecedentes” y “Hoy en día” que se leyó con el archivo de configuración del Museo UNAM Hoy.

La implementación del algoritmo para escalar y posicionar correctamente los elementos de la interfaz se hizo bajo demanda, es decir, se analizaron qué elementos de la interfaz requieren este tratamiento y se determinó que estos elementos son: el mapa del Barrio Universitario (solo escalamiento, ya que contiene todos los demás elementos de la interfaz), los botones vinculados a cada sede en el mapa del Barrio Universitario y los botones para mostrar los créditos y la introducción a la aplicación. Con el uso del simulador de dispositivos con el que cuenta Unity, se verificó que la representación de la interfaz gráfica de usuario en dispositivos con diferentes resoluciones y aspectos de pantalla fuera la correcta. Gracias a ello se comprobó que la implementación de la interfaz gráfica de usuario es estable y responsiva, independientemente del dispositivo.

Figura 6

Captura de pantalla que muestra como el mapa interactivo del BU y otro elemento de la interfaz (botón de la sede “Palacio de Minería”) no sufre deformación alguna en el dispositivo Samsung Galaxy9



Nota. El Anexo A contiene la lista completa de los dispositivos que se probaron con diferente resolución y proporción de pantalla.

3. CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos, se observó que el uso de archivos de configuración permite una gestión flexible de cada uno de los puntos de interés, en la modificación de sus propiedades y la definición de su contenido, ya que ofrece grandes ventajas en el diseño de la aplicación, donde la escena para cada sede del Barrio Universitario es la misma en su implementación y funcionalidad, solo se diferencian en el contenido que cada una presenta al usuario.

Además, las modificaciones del contenido no requieren compilar nuevas versiones de la aplicación, sólo necesitan de la modificación de su respectivo archivo de configuración. Esto impacta en el tiempo de desarrollo, ya que no es necesario incluir el contenido para cada punto de interés de forma manual, tarea que requiere cuatro horas por cada una de las 13 sedes, lo que implica un ahorro de 52 horas de desarrollo aproximadamente.

Al optar por este diseño, también se hizo posible delegar la tarea de creación y llenado de los 13 archivos de configuración a otros miembros del equipo de trabajo, esto proporciona más tiempo para la programación y resolución de otras tareas críticas en el desarrollo del proyecto.

Así mismo se observaron algunas mejoras que se podrían hacer en la implementación de la clase que lee los archivos de configuración, principalmente en el manejo de errores; sin embargo, la implementación de estas posibles mejoras no fue crucial durante el desarrollo, ya que la creación de los mismos se manejó de forma interna dentro del equipo de trabajo. Se aseguró que estos siempre se generaran correctamente, por lo que al final el algoritmo se presenta como una base sólida para la implementación de un lector de archivos de configuración en otros proyectos, teniendo en cuenta que el formato aquí presentado funciona exclusivamente para la aplicación del Barrio Universitario.

En el caso del comportamiento responsivo de la interfaz de usuario y como resultado de las pruebas que se hicieron en 10 dispositivos simulados para verificar que la experiencia de usuario fuera adecuada, se observó que el algoritmo diseñado, garantiza que los elementos de la interfaz mantengan sus proporciones originales y posiciones relativas, independientemente de la resolución y proporción de pantalla del dispositivo en el que se ejecuta la aplicación.

Si bien la implementación podría haberse hecho de forma general, es decir, que el algoritmo funcione para cualquier elemento de la interfaz, la forma en la que la interfaz del usuario está construida es específica de la aplicación (por ejemplo, ciertos elementos de la interfaz pueden estar anidados, por lo que si el elemento padre tiene alguna transformación esto afectará el resultado del algoritmo). Por lo que se optó por tratar de forma particular las transformaciones de cada elemento, pero esencialmente la solución es aplicable a cualquier proyecto que requiera este tipo de ajuste en la interfaz.

REFERENCIAS

- Frain B. (2022) *Responsive web design with HTML5 and CSS: Develop future-proof responsive websites using the latest HTML5 and CSS techniques*. 3rd ed. Birmingham (UK): Packt Publishing.
- Stephens, R. (2022). *Beginning Software Engineering*, 2nd Edition. Wiley.
- Freeman E, Robson E, Bates B, Sierra K. (2020) *Head First Design Patterns: A Brain-Friendly Guide*. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

ANEXO A.

Tabla de dispositivos en los que se probó la interfaz de la aplicación Barrio Universitario

Dispositivo	Resolución	Proporción
Samsung GalaxyS9	2960x1440	2.0555
Samsung Galaxy Note8	2960x1440	2.0555
Apple iPad Pro 11	1668x2388	0.6984
Apple iPad Mini2	1536x2048	0.75
Apple iPhone X	2,436x1,125	2.1653
Xiaomi Redmi Note7	2340x1080	2.1666
OnePlus 7 pro	1440x3120	0.4615
Motorola Moto E	1280x720	1.7777
LG Nexus 5	1080x1920	0.5625
Google Pixel 5	2,340x1,080	2.1666

CUADERNOS TÉCNICOS UNIVERSITARIOS DE LA **DGTIC**

ISSN en trámite



DGTIC UNAM
DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y
DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
Y COMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y DE
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN