

# **IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DESDE EL DISEÑO DE UN LABORATORIO UNIVERSITARIO PARA LA ENSEÑANZA DE REDES DE CÓMPUTO**

*IMPLEMENTATION OF INFORMATION TECHNOLOGY SERVICES  
MANAGEMENT FROM THE DESIGN OF A UNIVERSITY  
LABORATORY FOR THE TEACHING OF COMPUTER NETWORKS*

**Diego Eduardo Morales López**

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, México  
*diego.ml@purisima.tecnm.mx*

**Marco Antonio Escobar Acevedo**

Universidad de la Salle Bajío, México  
*maescobar@delasalle.edu.mx*

**Guillermo García Rodríguez**

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, México  
*guillermo.gr@purisima.tecnm.mx*

**Jorge Ramón Parra Michel**

Universidad de la Salle Bajío, México  
*jrparra@delasalle.edu.mx*

**Rafael Martínez Peláez**

Universidad de la Salle Bajío, México  
*rmartinezp@delasalle.edu.mx*

**Recepción:** 29/octubre/2021

**Aceptación:** 21/diciembre/2021

## **Resumen**

En el presente trabajo describimos como se resolvieron los dos principales problemas que enfrentaba la carrera de ingeniería en informática del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón: falta de un laboratorio de redes y falta de control en los procesos. Se incorporó la gestión de servicios de TI (Tecnologías de la Información) basado en las buenas prácticas descritas por ITIL (Information Technology Infrastructure Library) en un laboratorio de redes para CCNA (Cisco Certified Network Associate). Su implementación se realizó en cinco fases. La primera fue el diseño lógico y físico del laboratorio. En la segunda fase se

seleccionaron los estándares para el cableado estructurado, y se empezó una solicitud para ser aceptados como academia Cisco. En la tercera fase se puso en funcionamiento el laboratorio CCNA. En la cuarta fase se configuró la seguridad perimetral en los equipos. Por último, a través de ITIL se estandarizaron las solicitudes de préstamo, prácticas y mantenimiento de los equipos.

**Palabras Clave:** Estándares de calidad, laboratorio de redes, servicios de TI.

## **Abstract**

*This paper describes how the two principal problems faced by the computer science engineering at the Instituto Superior de Purísima del Rincon were solved: lack of a networking laboratory and lack of control on the processes. The IT (Information Technology) service management best practice framework known as ITIL (Information Technology Infrastructure Library) was implemented in the networking lab for the CCNA (Cisco Certified Network Associate) certification. This work was carried out in five phases. The first was the logical and physical design of the laboratory. In the second phase, the standards for structured cabling were selected, and the Cisco academy requirements were fulfilled. In the third phase, the CCNA laboratory was made operational. In the fourth phase, perimeter security was configured. Finally, through ITIL, laboratory scheduling, laboratory equipment loan requests, and equipment maintenance were standardized.*

**Keywords:** IT services, quality standards, networking laboratory.

## **1. Introducción**

La ingeniería es una profesión que requiere práctica constante y que cambia continuamente. Feisel y Rosa [Feisel, 2005] mencionan que es un oficio que se dedica a aprovechar y modificar los tres recursos fundamentales y disponibles para la creación de tecnología: energía, materiales, e información. Los laboratorios son una parte esencial de los programas de licenciatura y, en algunos casos, de posgrados. Gran parte de la instrucción de ingeniería tiene lugar en los laboratorios. La preparación de los estudiantes para el empleo es uno de los objetivos de las instituciones educativas públicas y privadas [Caicedo, 2009], [Rajendran, 2010].

Diversos estudios [Feisel, 2005], [Caicedo, 2009] y [Rajendran, 2010] consideran importante obtener certificaciones durante el estudio de una ingeniería. Sobre todo, si están ligadas en áreas de tecnologías de la información (TI). Los estudiantes que cursaron una certificación CCNA (Cisco Certified Network Associate), avalada por la empresa Cisco, y trabajan en la industria de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), concluyen que el curso tiene relevancia tanto para su formación, como para la industria [Pereira, 2017].

Por otra parte, los laboratorios de redes informáticas representan un recurso clave para organizaciones académicas orientadas a las TICs. Sin embargo, debido a que los alumnos deben aprender y experimentar mientras trabajan en dispositivos de red reales, más que ser una mera colección de instrumentos en un espacio, se debe proporcionar un entorno que facilite la interacción entre personas. Lo anterior reafirma la importancia de construir un laboratorio CCNA, en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR), adecuado para la carrera de ingeniería informática, y conforme al esquema de educación planteado por el Tecnológico Nacional de México [Secretaría de Educación Pública, 2016].

La implementación del laboratorio asegura un mejor proceso educativo en las próximas generaciones de esta carrera, teniendo como valor agregado la posibilidad de realizar prácticas que fortalezcan su conocimiento. Además, la resolución de problemas debe involucrar a los estudiantes en el aprendizaje, y existen metodologías documentadas [Caicedo, 2009] que nos ayudan al desarrollo eficaz de las instalaciones de laboratorios [Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, 2020].

Las organizaciones modernas requieren sistemas de aseguramiento de calidad en los servicios ofrecidos. Los departamentos de TI no son la excepción. Según [Serrano, 2021] es importante identificar los beneficios, desafíos, oportunidades y modelos para la implementación de esquemas como el ITIL (Information Technology Infrastructure Library). Sin embargo, existen pocas investigaciones que describa la implementación de la gestión de los servicios de TI. Por ejemplo, Lawrence [Lawrence, 2015] describió la forma de ofrecer soporte de cómputo, utilizando ITIL, para 2,200 clientes en la Universidad de Washington. Otro ejemplo, Iden [Iden,

2014] realizó un estudio longitudinal sobre la implementación de ITIL y concluyó que no existe efectividad sin tomar en cuenta los aspectos organizacionales y culturales de los procesos de cambio. En Latinoamérica, Medina [Medina, 2008] describió la experiencia en la implementación de ITIL en la Universidad de Pamplona.

El objetivo general del presente trabajo es la implementación de la gestión de servicios de TI basado en las buenas prácticas establecidas por ITIL en el laboratorio de redes para CCNA del ITSPR. Empezamos desde la propuesta de diseño del laboratorio CCNA, utilizando tecnologías actuales de cableado como fibra óptica y ethernet bajo las normas pertinentes. En la segunda fase se seleccionaron los estándares para el cableado estructurado, así como la propuesta de academia Cisco. En la tercera fase se puso en marcha el laboratorio CCNA. En la cuarta fase se configuró la seguridad perimetral en los equipos. Por último, en una quinta fase, a través de ITIL y la norma ISO 9001-2015 se estandarizaron las solicitudes de préstamo de laboratorio, de prácticas y de mantenimiento de los equipos.

## 2. Métodos

Como se puede apreciar en la figura 1, el presente trabajo se realizó en cinco fases. Cuatro para la implementación del laboratorio tomando como referencia lo propuesto por Cisco *top-down network design* [Pereira, 2017] y una para la gestión de servicios, ITIL [Lozano, 2011]:

- **Fase 1. Análisis de requerimientos:** Según [Pereira, 2017], se debe realizar la identificación de los objetivos de negocio y requisitos técnicos. También, se debe documentar el estado actual de la red, incluyendo la arquitectura, infraestructura, dispositivos y rendimiento de la red. Por lo tanto, se utilizaron los requisitos establecidos para una academia Cisco. El *Cisco Networking Academy* (CNA) es un programa de educación en redes sin fines de lucro cuyo objetivo es fomentar la preparación de estudiantes en el diseño, configuración y mantenimiento de redes, a través de sus propios modelos *online* que facilitan el aprendizaje en cualquier idioma [Cisco Systems, Inc, 2018].
- **Fase 2. Diseño lógico:** Esta fase está compuesta por los siguientes pasos:

- ✓ Reunión con el constructor. Para determinar los alcances del laboratorio de redes. Se acordó cumplir con las solicitudes por parte de la academia de Ingeniería Informática basadas en la norma ANSI/TIA-942-A [Telecommunications Industry Association, 2005], ANSI/TIA/EIA-568-B [Telecommunications Industry Association, 2002] y [Telecommunications Industry Association, 2011], además de cumplir las especificaciones de un SITE (Sitio de telecomunicaciones) [Tanenbaum, 2012] y con piso falso, como se menciona en [Pérez, 2010], además de cable de fibra óptica directo al IDF como se establece en [Alonso, 2010].

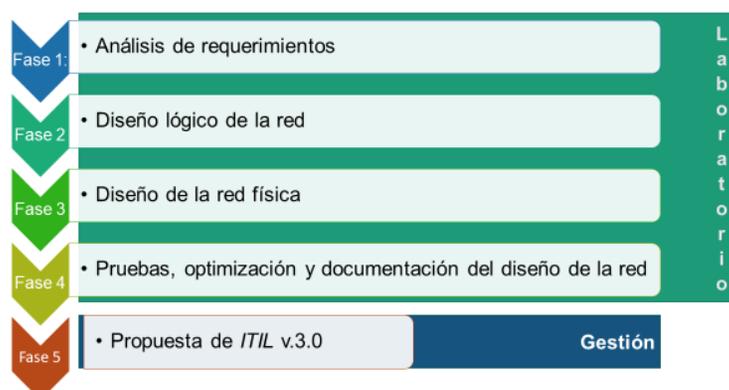


Figura 1 Metodología usada.

- ✓ Determinar las medidas del laboratorio. Para realizar la distribución y el acomodo de los dispositivos.
- ✓ Diseñar el cuarto frío. Aquí se definen las dimensiones para que el constructor diseñe los ductos necesarios para el cableado estructurado y contactos de tierra regulada.
- **Fase 3. Diseño de la red física:** Primero ubicamos los nodos de red, los contactos de tierra regulada y los racks, de manera que el espacio del laboratorio se optimice. Después, seleccionamos los equipos para conformar la academia Cisco. Por último, consideramos el cableado estructurado.
- **Fase 4. Pruebas, optimización y documentación del diseño de la red:** Para la puesta en marcha se debe corroborar que cada equipo funcione

correctamente. Es un requisito resguardar los números de serie para inventariarlos. Al final, es necesario probar el funcionamiento de la red completa. Finalizada esta etapa el laboratorio es funcional para la realización de prácticas por parte de estudiantes. Esta fase es descrita por la figura 2:

- ✓ Entrega de la obra oficial. Ocurre una vez que el constructor termina la obra.
- ✓ Entrega de equipamiento. El proveedor ganador de la licitación contó con 40 días naturales a partir de la fecha de adjudicación de la convocatoria para realizar la entrega a las puertas del ITSPR.



Figura 2 Diagrama de la implementación de la fase 4.

- ✓ Instalación en punto. El proveedor instaló el laboratorio de acuerdo con la topología mencionada en el diseño físico descrito en la fase 1.
  - ✓ Entrega del laboratorio. Implica el inventariado de los dispositivos colocando las etiquetas correspondientes para formar parte del equipo activo del ITSPR.
- **Fase 5. Propuesta de ITIL V 3.0:** Según Lozano y Rodríguez [Lozano, 2011] las instituciones deben tener su estructura organizacional bien definida. Deben contar con al menos una junta directiva y un director quienes velan por el cumplimiento de los objetivos organizacionales. La eficiencia en la gestión de servicios es un objetivo recurrente. Uno de los modelos de buenas prácticas para la gestión de servicios de TIC es el ITIL. La fase 5, representada en la figura 3, corresponde a la metodología para el desarrollo eficaz de los procesos [Adams, 2009], y consiste en:
    - ✓ Análisis de departamentos involucrados en el laboratorio. Revisamos el funcionamiento y forma en que operan.
    - ✓ Establecer el nivel para los servicios. Entre menos niveles existan en el proceso, el tiempo de respuesta será mejor.

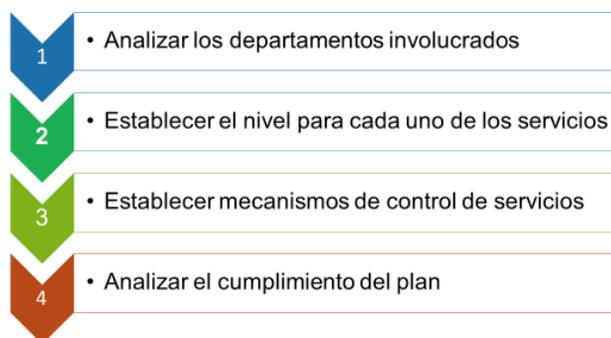


Figura 3 Propuesta de implementación de ITIL.

- ✓ Establecer mecanismos de control. Desarrollamos los formatos para el control de préstamos y solicitudes en el laboratorio. Esto en base a la certificación del estándar ISO 9001-2015 [Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, 2015] con la que el ITSPR debe de cumplir.
- ✓ Análisis del cumplimiento. Revisamos las solicitudes de préstamos y prácticas de laboratorio, el mantenimiento a equipos. Realizamos una tabla que indique actividad, tiempo, responsable y el formato de control establecido para cumplir con las solicitudes. Establecimos un registro de las actividades a realizar en el proceso de préstamo del laboratorio, prácticas de laboratorio y programa de mantenimiento. Creamos un archivo para todas las solicitudes y bitácoras de mantenimiento.

### 3. Resultados

Se culminaron las cinco fases, cuatro de implementación del laboratorio y una para la gestión de los servicios ofrecidos en él. En la fase 1, realizamos un estudio técnico para evaluar el área de implementación, y los componentes con los que el ITSPR cuenta. También, entrevistamos a la dirección general y a los jefes de cada una de las áreas que conforman la escuela.

Las entrevistas con el jefe de división de la carrera de ingeniería informática y la jefatura de laboratorios fueron las más destacadas, debido a que ellos son los principales involucrados en el proceso de préstamos del laboratorio. A su vez,

identificamos las características más apremiantes de la implementación: lograr la acreditación como una academia Cisco, proporcionar acceso a internet desde el laboratorio, que el SITE para el resguardo del servidor cuente con un sistema de aire frío y piso falso. Además de contactos de tierra regulada, distribuidos adecuadamente en el laboratorio y SITE, que cumplan con la norma ANSI/TIA-942-A. Tener un switch de 48 puertos Cisco con conector de fibra óptica, contar 12 Routers Cisco 4221, tener disponibles 12 Switches Cisco 2960, Cisco NIM-2T 12 piezas, APC, la utilización de 4 piezas rack de aluminio 19x7 Panduit 4 piezas con organizadores dobles, barras de contención (12) horizontales 4 piezas, panel (24) Giga/tx configurado Panduit 4 piezas, 4 Fortinet Fortigate FG-69D, 38 nodos CAT 6 (ANSI/TIA/EIA-568-B), cable de fibra óptica directo al IDF.

Sobre la fase 2, diseño lógico de la red, en la figura 4 se aprecia la topología y los roles configurados, así como la distribución de los equipos de cómputo en la red.

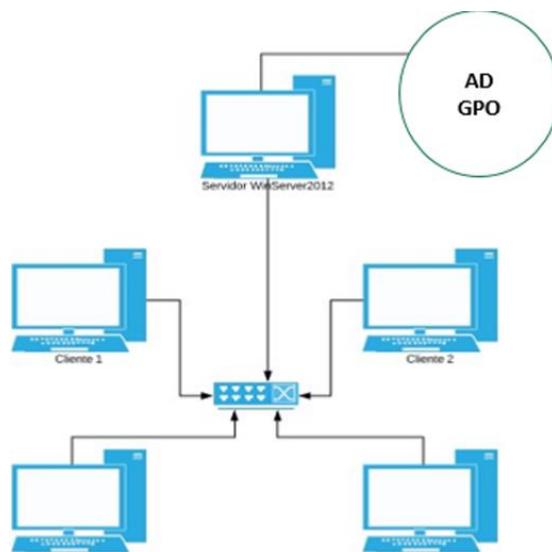


Figura 4 Diagrama de red.

Se definieron las políticas de seguridad físicas y lógicas necesarias para proporcionar el funcionamiento del laboratorio de redes, así como su disponibilidad [Ariganello, 2014]. También se propuso el uso del HSRP (Hot Standby Router Protocol) de Cisco, para dar al laboratorio alta disponibilidad en el desempeño de las labores docentes y estudiantiles.

Con respecto al diseño de la red física, fase 3, se instalaron los racks, cada uno con tres switches, tres routers y un Fortigate. Además, se probó cada dispositivo corroborando su funcionamiento. En la figura 5, se aprecia la vista lateral de los 4 racks.

En la fase 4, correspondiente a pruebas, optimización y documentación del diseño de la red, se puso en marcha el laboratorio de redes. El proceso de entrega de laboratorio culminó 40 días después de ser asignada la obra al proveedor. Para finalizar esta etapa, el proveedor realizó las siguientes actividades: Entrega del equipamiento del laboratorio, instalación de los equipos, revisión del óptimo funcionamiento de los equipos entregados. El ITSPR registró los números de serie de cada equipo entregado para su etiquetado por parte del gobierno del estado y garantizar el resguardo de estos. Por último, se documentaron los nodos de red para la mejor ubicación y uso por los estudiantes.

En la fase 5, propuesta de ITIL v.3.0. Se realizó la estandarización de las solicitudes de préstamo, solicitud de prácticas y mantenimiento de los equipos. Con la implementación de ITIL se analizaron los servicios que ofrece el laboratorio, y a partir de los resultados determinamos los departamentos que participan en el proceso. Una vez hecho esto, delineamos los procesos, definimos el nivel funcional de cada servicio y establecimos los tiempos de atención. Posteriormente, asignamos a los responsables de cada nivel.



Figura 5 Islas instaladas.

En la figura 6 se aprecia la descripción de puestos y los departamentos involucrados en el proceso de los servicios que ofrece el laboratorio.

Departamentos	Función
Dirección general	Supervisar a subdirección académica
Subdirección académica	Supervisar al jefe de división
Jefatura de división	Supervisar el desarrollo de la asignatura de los docentes y así como el cumplimiento de las prácticas
Jefatura de oficina (laboratorios)	Supervisa el correcto funcionamiento del laboratorio
Laboratorista	Supervisar el correcto funcionamiento de los equipos
Mantenimiento	Brindar mantenimiento
Profesores	Usuario
Estudiantes	Usuario

Figura 6 Descripción de puestos.

En la figura 7 se aprecian los niveles de servicio para la atención en el laboratorio donde se determina la función de cada uno de los involucrados, así como los responsables de cada una de las. Para determinar el nivel, consideramos que entre menos niveles sean asignados más pronto se atenderán las solicitudes.

Departamentos	Nivel de Servicio	Función
Dirección general	Nivel 4	Determinar acción directiva
Subdirección académica	Nivel 4	Dar solución al en conjunto con jefatura de división y si no escalar a Dirección General.
Jefatura de división	Nivel 3	Dar solución al problema o reportar la falla a subdirección académica.
Jefatura de oficina (laboratorios):	Nivel 2	Dar solución al problema o reportar la falla a Jefatura de división para determinar si escala el caso a subdirección académica.
Laboratorista	Nivel 2	Dar solución al problema o reportar la falla a jefatura de oficina
Mantenimiento	Nivel 2	Dar solución al problema o reportar la falla a laboratorista
Profesor	Nivel 1	Reportar la falla a mantenimiento

Figura 7 Niveles de servicio.

Una vez identificados los niveles y servicios que ofrece el laboratorio se desarrollaron mecanismos de control los cuales fueron:

- Préstamos de laboratorio: se realiza mediante formatos diseñados para estos fines (formato de solicitud de laboratorios, formato de solicitud de material y/o equipo, formato de adeudo de material y/o equipo, programación de prácticas y bitácora de uso de laboratorios).
- Prácticas de laboratorio: proceso por el cual se generan las planeaciones semestrales de las prácticas solicitadas para cada curso. Se generó el formato de planeación de prácticas de materia.

- Mantenimiento a equipo de laboratorio: se diseñaron seis formatos (relación de equipos, plan de mantenimiento preventivo, formato de solicitud de mantenimiento, orden de trabajo, bitácora de mantenimiento y vale de salida).

En la figura 8 se puede apreciar el procedimiento establecido para la solicitud de préstamo del laboratorio; desarrollado de acuerdo con el proceso interno para la realización de prácticas. De forma similar, en la figura 9 se puede ver el diagrama del proceso de solicitud de práctica, elaborado bajo los mismos lineamientos.

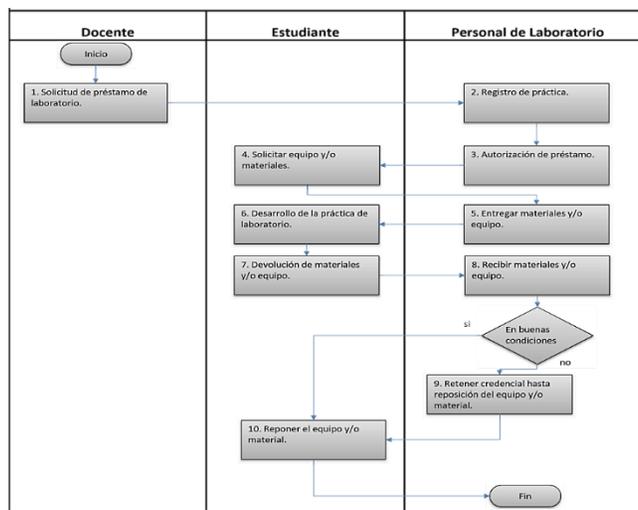


Figura 8 Préstamo laboratorio de redes.

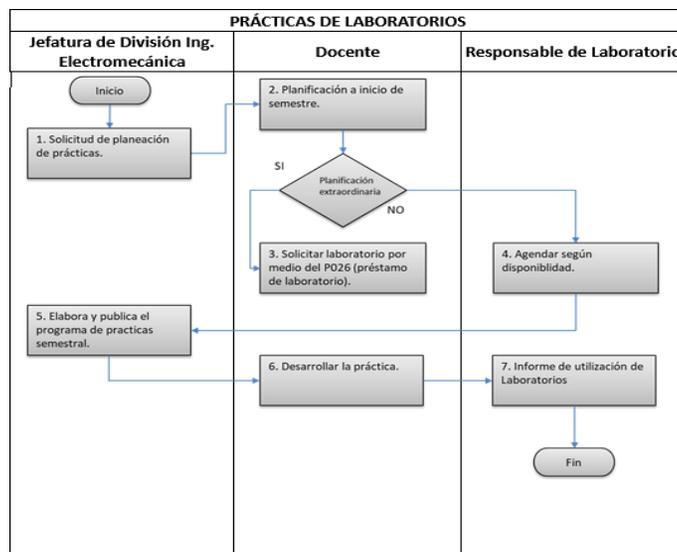


Figura 9 Practica laboratorio de redes.

En la figura 10 se puede ver el diagrama del proceso de mantenimiento del laboratorio de redes. Fue desarrollado de acuerdo con el proceso interno para la realización de mantenimiento preventivo y correctivo.

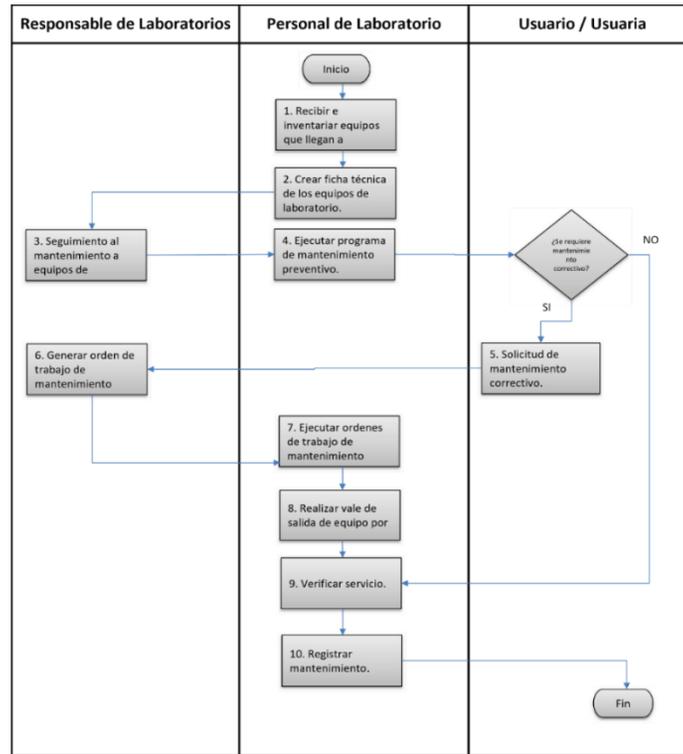


Figura 10 Mantenimiento laboratorio de redes.

#### 4. Discusión

Al término de la fase 1 se autorizaron los cursos de formación docente necesarios para la puesta en marcha del laboratorio. Es un requisito contar con docentes-instructores capacitados para usar los equipos de laboratorio, tanto para la autorización de la academia Cisco como para acceder a descuentos.

Como consecuencia, se redujo en un 65% el costo en la adquisición de dispositivos. Por lo que se gastó eficientemente el recurso publico asignado. Con las gestiones realizadas durante este trabajo y en cumplimiento con los lineamientos para ser parte de una academia se logró la adquisición de 12 routers, 12 switches, 4 firewalls, 4 UPS y 4 kits de rack. Al término de la fase 2 se realizó el diseño lógico de la red del laboratorio, donde se indicó y detalló la colocación de los dispositivos, para que

el constructor realizara la instalación correspondiente, garantizando el mejor acomodo de la red y optimizando el espacio del laboratorio.

Al término de la fase 3 se especificaron los equipos y procedimientos apropiados para la instalación de cableado estructurado según las normas ANSI/EIA/TIA 568-A y 568-B para asegurar el funcionamiento del laboratorio de redes en el ITSPR.

Al término de la implementación de la fase 4, se logró acreditar la carrera de ingeniería en informática ante un organismo experto en calidad educativa como lo es CIEES [Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, 2018], por un periodo de 3 años.

Al finalizar la fase 5, se propuso una metodología de servicios basada en las buenas prácticas de ITIL, lo que favorece los procesos de préstamo y uso del laboratorio. De esta manera se propone medir la calidad del servicio ofrecido en el laboratorio y generar mejoras con base en las solicitudes atendidas.

## **5. Conclusiones**

Las dos aportaciones principales de este trabajo consisten en el diseño e implementación de un laboratorio para el análisis, diseño y desarrollo de redes basado en las características CCNA para el ITSPR. Implementar una metodología de servicio de TI para el control y seguimiento de la calidad del servicio proporcionado por el laboratorio. maximizando los servicios que ofrece a los estudiantes.

Para la implementación de ITIL, fue importante contar con una definición clara de los procesos del laboratorio, roles del personal y funciones. Pero, sobre todo, las responsabilidades de cada uno de los integrantes de la organización. La integración coherente de lo académico y los objetivos de gestión han hecho de este laboratorio una instalación exitosa para actividades de docencia.

Desde la implementación de ITIL no se han requerido ajustes ya que los procesos se desarrollaron a la medida. Hoy en día los procesos de préstamo, solicitud de prácticas y mantenimiento de laboratorio de redes funcionan de manera correcta y son ágiles. La experiencia adquirida permitirá generar nuevos procesos en otras áreas.

## **6. Bibliografía y Referencias**

- [1] Adams, Simon. ITIL V3 foundation handbook. The Stationery Office, 2009.
- [2] Alonso, L. A & Arevalo, D. A., Diseño e Implementación de Laboratorio de Redes. Universidad Minuto de Dios. Soacha. 2013.
- [3] Ariganello, E., Redes Cisco. Guía de estudio para la certificación CCNA Routing y Swtching. Alfaomega. Madrid, España. 2014.
- [4] Caicedo, C., & Cerroni, W., Design of a Computer Networking Laboratory for Efficient Manageability and Effective Teaching. 39th IEEE Frontiers in Education Conference, W2F1-W2F6. San Antonio, Estados Unidos de América. Octubre, 2009.
- [5] Cisco Systems Inc. Netacad, (2018). <https://www.netacad.com/es>.
- [6] Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. Informe de evaluación Ingeniería Informática. Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. México. 2018.
- [7] Feisel, L. D., & Rosa, A. J., The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, Vol. 94. No. 1, 121-130. 2005.
- Iden, J., Implementing IT Service Management. En *Information Technology Governance and Service Management*. IGI Global. 333–349. Enero, 2009.
- [8] Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A. C. Sistema de Gestión de Calidad Requisitos NMX-CC-9001 -IMNC -2015. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. México. 2015.
- [9] Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2017-2027. Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. México. 2020.
- [10] Lawrence, J., How We Deliver Our Desktop Support Services to Washington University in St. Louis the ITIL Way. *Proceedings of the 2015 ACM siguccs Annual Conference*, No. 33, 33–37. Noviembre, 2015.
- [11] Lozano, F., & Rodríguez, K., Modelo Para la Implementación de ITIL en una Institución Universitaria. Universidad ICESI Faculta de Ingenierías, Santiago de Cali, Colombia. 2011.

- [12] Medina Cárdenas, Y. C., Modelo de gestión de servicios para la Universidad de Pamplona: ITIL. *Scientia Et Technica*, Vol. 2, No. 39, 314–319, 2008.
- [13] Pereira Gutiérrez, J. A., Propuesta de Optimización de la Infraestructura de Telecomunicaciones Corporativa Basada en la Metodología Top-Down de Cisco. Bogotá, Colombia. 2017.
- [14] Pérez, D. M., Redes Convergentes. Diseño e implementación. Alfaomega. México. 2010.
- [15] Rajendran, D., & Corberth, E., Relevance of CCNA for students working in Industry. 1st Annual Conference of Computing and Information Technology Research and Education New Zealand. Hamilton, Nueva Zelanda. Julio, 227-234, 2010.
- [16] Secretaría de Educación Pública. Criterios de evaluación y acreditación para el reconocimiento de la calidad de un programa educativo de Educación Superior. Secretaría de Educación Pública. México. 2016.
- [17] Serrano, J., Faustino, J., Adriano, D., Pereira, R., & da Silva, M., An IT Service Management Literature Review: Challenges, Benefits, Opportunities and Implementation Practices. *Information*, Vol. 12, No. 3, 111, 227-234. 2021.
- [18] Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J., Redes de Computadoras. Quinta Edición. Pearson. 2012.
- [19] Telecommunications Industry Association. ANSI/TIA/EIA-568 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Telecommunications Industry Association. Estados Unidos. 2002.
- [20] Telecommunications Industry Association. ANSI/TIA-607-B Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises. Telecommunications Industry Association. Estados Unidos. 2011.
- [21] Telecommunications Industry Association. TIA-942 Estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos. Telecommunications Industry Association. Estados Unidos. 2005.