

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## PROGRAMA DE MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN SEGURIDAD DE REDES Y COMUNICACIONES COHORTE 2021

---

**Tema:** ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MODELADO DE ARQUITECTURA DE RED PARA EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUCRE APLICANDO NORMATIVAS INTERNACIONALES

---

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Tecnologías de la Información Mención Seguridad de Redes y Comunicaciones.

**Modalidad del Trabajo de Titulación:** Proyecto de Titulación con Componente de Investigación Aplicada.

**Autor:** Ingeniero Jorge Giovanni Díaz Caiza.

**Director:** Ingeniero Oscar Fernando Ibarra Torres Magister.

Ambato – Ecuador

2023

A la unidad académica de titulación del centro de posgrados

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el Ingeniero Héctor Fernando Gómez Alvarado. PhD, e integrado por los señores: Ingeniero Dennis Vinicio Chicaiza Castillo Magister; Ingeniera Andrea Patricia Sánchez Zumba Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “*Análisis y diseño de un modelado de arquitectura de red para el Instituto Superior Tecnológico Sucre aplicando normativas internacionales*” elaborado y presentado por el *señor Ingeniero Jorge Giovanni Díaz Caiza*, para optar por el Grado Académico de Magíster en Tecnologías de la Información Mención Seguridad de Redes y Comunicaciones; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
*Ing. Héctor Fernando Gómez Alvarado PhD.*  
**Presidente y Miembro del Tribunal**

-----  
*Ing. Dennis Vinicio Chicaiza Castillo Mg.*  
**Miembro del Tribunal**

-----  
*Ing. Andrea Patricia Sánchez Zumba Mg.*  
**Miembro del Tribunal**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: Análisis y diseño de un modelado de arquitectura de red para el Instituto Superior Tecnológico Sucre aplicando normativas internacionales, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Jorge Giovanni Díaz Caiza, Autor bajo la Dirección de Ingeniero Oscar Fernando Ibarra Torres, Magister, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
*Ingeniero Jorge Giovanni Díaz Caiza*  
*c.c.: 1716972821*  
**AUTOR**

-----  
*Ingeniero Oscar Fernando Ibarra Torres Magister.*  
*c.c.: 1804003497*  
**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
*Ingeniero Jorge Giovanni Díaz Caiza*  
*c.c.: 1716972821*

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| Portada.....   | i    |
| A la unidad académica de titulación del centro de posgrados .....          | ii   |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....                                    | ii   |
| DERECHOS DE AUTOR .....  | iv   |
| ÍNDICE GENERAL.....  | v    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....   | x    |
| AGRADECIMIENTO .....   | xi   |
| DEDICATORIA .....  | xii  |
| RESUMEN EJECUTIVO .....  | xiii |
| CAPÍTULO I.....  | 1    |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....  | 1    |
| 1.1.    Introducción .....   | 1    |
| 1.2.    Justificación .....  | 2    |
| 1.3.    Objetivos .....  | 3    |
| 1.3.1.    General .....  | 3    |
| 1.3.2.    Específicos .....  | 3    |
| CAPÍTULO II .....  | 5    |
| ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....   | 5    |
| 2.1.    Estado del arte.....   | 5    |
| 2.2.    Arquitectura de red .....  | 7    |
| 2.3.    Diseño jerárquico de red .....                                     | 7    |
| 2.4.    Sistema de cableado estructurado .....                             | 8    |
| 2.5.    Norma vigente.....   | 8    |
| 2.6.    Estándares internacionales .....                                   | 8    |
| 2.6.1.    ISO (Organización Internacional de Estandarización).....         | 8    |
| 2.6.2.    ANSI (Instituto Nacional Americano de Estándares) .....          | 9    |
| 2.6.3.    EIA (Alianza de Industrias Electrónicas).....                    | 9    |
| 2.6.4.    TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones) .....       | 9    |
| 2.6.5.    IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos)..... | 9    |

|                          |  |    |
|--------------------------|--|----|
| 2.6.6.                   | ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Estandarización para Telecomunicaciones)..... | 10 |
| 2.6.7.                   | Estándar ANSI/TIA-568 .....  | 10 |
| 2.6.8.                   | Norma EIA / ECA 310E .....   | 11 |
| 2.6.9.                   | IEEE 802.11 .....  | 11 |
| 2.6.10.                  | Normas UL94.....   | 11 |
| 2.7.                     | Modelo de referencia TCP/IP .....  | 11 |
| 2.8.                     | CISCO SAFE .....   | 12 |
| 2.9.                     | Metodología de diseño de red .....   | 12 |
| 2.9.1.                   | Metodología de Diseño de Cisco PPDIOO (Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar, Optimizar) .....   | 12 |
| 2.9.2.                   | Metodología de Diseño de Cisco TOP-DOWN Network Design.....  | 13 |
| 2.9.3.                   | Metodología de Diseño de red propuesto por James Mccabe.....   | 14 |
| 2.9.4.                   | Comparación Cualitativa.....   | 15 |
| 2.9.5.                   | Selección de la Metodología .....  | 15 |
| 2.10.                    | Herramientas .....   | 16 |
| 2.10.1.                  | Cisco Packet Tracert.....  | 16 |
| 2.10.2.                  | GNS3 (Graphic Network Simulation).....   | 16 |
| 2.10.3.                  | CACTI.....   | 17 |
| 2.10.4.                  | Diagrams.net.....  | 17 |
| 2.10.5.                  | FreeRADIUS .....   | 17 |
| 2.10.6.                  | Acrylic Wi-Fi HeatMaps .....   | 17 |
| 2.10.7.                  | Wireshark .....  | 18 |
| CAPÍTULO III.....        |  | 19 |
| MARCO METODOLÓGICO ..... |  | 19 |
| 3.1.                     | Ubicación .....  | 19 |
| 3.2.                     | Equipos y Materiales.....  | 20 |
| 3.3.                     | Tipo de Investigación.....   | 20 |
| 3.4.                     | Prueba de Hipótesis.....   | 21 |
| 3.5.                     | Población o Muestra .....  | 21 |
| 3.6.                     | Recolección de Información .....   | 22 |
| 3.7.                     | Procesamiento de la Información y Análisis Estadístico .....   | 22 |
| 3.8.                     | Variables Respuesta o Resultados Alcanzados.....   | 23 |

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO IV .....   | 24 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                    | 24 |
| 4.1. Resultados Pre-Implementación .....                        | 24 |
| 4.2. Servicios .....  | 25 |
| 4.3. Análisis de la red de Datos .....                          | 25 |
| 4.3.1. Análisis de tráfico .....                                | 30 |
| 4.3.2. Cobertura inalámbrica .....                              | 32 |
| 4.3.3. Tráfico originado en la red inalámbrica .....            | 35 |
| 4.4. Falencias y Potenciales de la infraestructura de red ..... | 36 |
| 4.4.1. Falencias de la red a nivel físico .....                 | 37 |
| 4.4.2. Falencias de la red a nivel Lógico .....                 | 38 |
| 4.5. Previsión de problemas en la red .....                     | 39 |
| 4.6. Potenciales .....  | 39 |
| 4.6.1. Físico .....   | 40 |
| 4.7. Resultados Obtenidos .....                                 | 40 |
| 4.8. Análisis de demanda de la infraestructura proyectada ..... | 42 |
| 4.9. Resultados Post Implementación .....                       | 43 |
| 4.9.1. Diseño de la propuesta .....                             | 43 |
| 4.9.2. Aplicaciones y Servicios de la Red .....                 | 43 |
| 4.9.3. Diseño de la Topología de Red .....                      | 46 |
| 4.9.4. Topología de Red de Propuesta .....                      | 48 |
| CAPÍTULO V .....  | 79 |
| CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....      | 79 |
| 5.1. Conclusiones .....   | 79 |
| 5.2. Recomendaciones .....                                      | 80 |
| 5.3. Bibliografía .....   | 82 |
| 5.4. Anexos .....   | 85 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Comparación Cualitativa.....  | 15 |
| Tabla 2 Equipos y materiales utilizados.....                                    | 20 |
| Tabla 3 Variables de Respuesta .....  | 23 |
| Tabla 4 Activos en la red actual de la institución campus norte.....            | 27 |
| Tabla 5 Dispositivos Activos en la red actual de la institución campus Sur..... | 28 |
| Tabla 6 Puntos de red y conectividad .....                                      | 29 |
| Tabla 7 Detalle de Vulnerabilidades Encontradas .....                           | 41 |
| Tabla 8 Características del servidor .....                                      | 44 |
| Tabla 9 Dispositivos conectados a la red LAN.....                               | 50 |
| Tabla 10 Direccionamiento ip.....   | 50 |
| Tabla 11 Equipos conectados a la red wlan .....                                 | 51 |
| Tabla 12 Evaluación Cable Utp .....   | 54 |
| Tabla 13 Tomas De Datos.....  | 55 |
| Tabla 14 Recorrido Cable Utp Horizontal .....                                   | 57 |
| Tabla 15 Recorrido vertical.....  | 57 |
| Tabla 16 Distribución del ancho de banda.....                                   | 64 |
| Tabla 17 Distribución del ancho de banda por aplicativo campus Norte y Sur..... | 64 |
| Tabla 18 Distribución del ancho de banda.....                                   | 65 |
| Tabla 19 Comparativa Next Generation Firewall .....                             | 66 |
| Tabla 20 Requerimientos mínimas del servidor PfSense.....                       | 67 |
| Tabla 21 Niveles de Demanda de Calidad de Servicio por Aplicación .....         | 68 |
| Tabla 22 Tabla Parámetros Demanda de Calidad por Aplicación .....               | 68 |
| Tabla 23 Tabla de listado de control de acceso ACLs .....                       | 69 |
| Tabla 24 Tabla Listado de Filtros InterVLAN.....                                | 70 |
| Tabla 25 Tabla de Filtros de Puertos para VLANs .....                           | 71 |
| Tabla 26 Tabla Comparativa de las Tecnologías Triple A .....                    | 72 |
| Tabla 27 Tabla Comparativa para RADIUS de código abierto .....                  | 73 |
| Tabla 28 Requerimientos mínimas del servidor FreeRADIUS.....                    | 74 |
| Tabla 29 Cálculo de cargas críticas Data Center Campus Norte .....              | 75 |
| Tabla 30 Cálculo de cargas críticas Data Center Campus Sur.....                 | 76 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 31 Cálculo de cargas críticas no incluidas Data Center Campus Sur ..... | 76 |
| Tabla 32 Cálculo de total de la demanda eléctrica Campus Norte y Sur.....     | 77 |
| Tabla 33 Tabla de Costos Totales por sistemas y Equipos .....                 | 78 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Metodología PPDIOO .....   | 13 |
| Figura 2 Ciclo de vida TOP-DOWN.....  | 14 |
| Figura 3 Distribución equipos de networking Data Center campus Norte y Sur..... | 29 |
| Figura 4 Topología de red actual .....  | 30 |
| Figura 5 Tráfico de salida Internet .....                                       | 31 |
| Figura 6 Tráfico Switch AP's Inalámbricos.....                                  | 31 |
| Figura 7 Tráfico enlace internet con ip Públicas.....                           | 31 |
| Figura 8 Tráfico Switch sala de docentes .....                                  | 32 |
| Figura 9 Tráfico Switch oficinas administrativas .....                          | 32 |
| Figura 10 Potencia de señal de la red inalámbrica .....                         | 33 |
| Figura 11 SSID de redes disponibles .....                                       | 34 |
| Figura 12 AP's disponibles y usuarios conectados .....                          | 34 |
| Figura 13 Protocolos usados en la red inalámbrica.....                          | 35 |
| Figura 14 Tráfico Capturado en la red inalámbrica .....                         | 36 |
| Figura 15 Topología de red propuesta .....                                      | 47 |
| Figura 16 Topología Lógica Propuesta .....                                      | 48 |
| Figura 17 Topología de red Jerárquica propuesta .....                           | 49 |
| Figura 18 Estructura del cableado estructurado .....                            | 53 |
| Figura 19 Rack Principal Campus Norte y Sur.....                                | 58 |
| Figura 20 Rack de Pared .....   | 60 |

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato y a sus docentes por inculcar la excelencia académica y cultivar el reto constante por adquirir conocimientos.*

*A mi director de tesis Ing. Oscar Fernando Ibarra Torres, Mg. por su constante apoyo y guía en esta investigación permitiéndome crecer personal y profesionalmente.*

*Al Instituto Tecnológico Superior “Sucre” por consentir la elaboración de mi proyecto y de forma especial a los colaboradores del área de TIC’s por su ayuda y colaboración.*

*A mis compañeros de maestría (Juan Mecánico) quienes sin reparo se prestaron a un incondicional apoyo en cada uno de los retos dispuestos durante esta carrera.*

*Para todos, mil gracias,  
Giovanny*

## DEDICATORIA

*Quiero dedicar el presente proyecto a Dios y a la Virgen a quienes debo mi protección y la de mi familia, por su bendición, por darme salud y sabiduría y permitirme concluir una meta más en mi vida profesional y personal.*

*A mis padres Jorgito Díaz y Elsita Caisa por darme todo en la vida, por los valores, por los principios que forjan el día a día de mi vida, por los incontables momentos felices y su incondicional apoyo.*

*A mis hermanos Erminia, Edwin, Mónica, Gladis, Freddy y sobrinos, a quienes debo el ejemplo, cariño y paciencia que se han convertido en la motivación para la consecución de este trabajo.*

*Con todo mi cariño,  
Giovanny*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CENTRO DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN**  
**SEGURIDAD DE REDES Y COMUNICACIONES**  
**COHORTE 2021**

**TEMA:**

*ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MODELADO DE ARQUITECTURA DE RED PARA EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUCRE APLICANDO NORMATIVAS INTERNACIONALES.*

**MODALIDAD DE TITULACIÓN:** *Proyecto de Titulación con Componente de Investigación Aplicada*

**AUTOR:** *Ingeniero Jorge Giovanni Díaz Caiza*

**DIRECTOR:** *Ingeniero Oscar Fernando Ibarra Torres Magister.*

**FECHA:** *Catorce de enero de dos mil veinte y tres*

**RESUMEN EJECUTIVO**

Con el transcurso de los años, las infraestructuras de redes de datos ponen al límite sus capacidades para soportar el continuo crecimiento de transporte de datos a los que están sometidas sobrepasando el límite de las características para las que fueron diseñadas.

El siguiente trabajo de investigación define un modelado de la infraestructura de red de datos del Instituto Superior Tecnológico Sucre basándose primordialmente en las mejores prácticas disponibles en las normas aplicables.

El Instituto Superior Tecnológico Sucre es una institución pública de educación superior, con una media de 2600 estudiantes por periodo académico para el año 2021, una plantilla de 130 docentes, cuenta con 10 de carreras todas ellas con mallas curriculares actualizadas donde se proporcionan a su comunidad estudiantil un apropiado ambiente de aprendizaje además de herramientas idóneas para su acertada inserción en el ámbito laboral.

Se propone un análisis y diseño con las mejores prácticas, para determinar las exigencias del usuario e identificar los recursos de tecnología, se establece la capacidad del diseño a implementar, se definen las directivas requeridas en el diseño considerando factores con mayor impacto de la tecnología orientados a los objetivos del instituto y la planificación para crecimiento continuo. Se elabora la metodología para la administración de la infraestructura, establecer la participación de la red, además de sugerencia para el manejo y control de incidentes.

Se aplicará la normativa que comparta con otros estándares la base del modelo de mejora continua, que propone que toda gestión debe iniciar con una planeación la cual debe servir para ejecutar las actividades diarias de una organización. Las actividades deben ser medibles y controlables con el propósito de obtener la información necesaria que permita mejorarlas y volver a hacer una planeación que tenga en cuenta el real funcionamiento de la empresa (Quintero & Hernando, 2017).

La implementación de buenas prácticas para el manejo de infraestructura añade un plus en la detección de requerimientos, análisis de componentes de una red e implementación de soluciones.

**DESCRIPTORES:** *ARQUITECTURA DE RED, CAPACIDAD DEL DISEÑO, CONTROL DE INCIDENTES, INFRAESTRUCTURAS DE REDES, MEJORES PRÁCTICAS, METODOLOGÍA, MODELADO DE LA INFRAESTRUCTURA, NORMATIVA, PLATAFORMAS, RIESGOS, SEGURIDAD INFORMÁTICA, VULNERABILIDADES*

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Introducción

Con la creciente presencia de las tecnologías de la información, hay una necesidad urgente para tomar las medidas de seguridad adecuadas, y la gestión sistemática de la seguridad de la información es una de las principales iniciativas para la gestión de TI; además, cuando se informa acerca de las brechas en la privacidad y la seguridad de la información, las prácticas fraudulentas y los ataques en los sistemas de TI en las empresas, su personal debe reconocer su responsabilidad en el cuidado de los activos de información (Ramadhan y Rose, 2022).

El continuo crecimiento de los requerimientos en línea, plataformas, datos y equipo tecnológico que apalancan la prestación de estos servicios en el IST Sucre, hace necesario el análisis de la situación actual con el objeto de identificar los activos que se encuentran en la arquitectura de red, así como el respectivo análisis de riesgos y vulnerabilidades proponer un modelo de arquitectura de red que permita mitigar las debilidades identificadas.

Todo esto debe ir enfocado en una correcta selección de las mejores normas, estándares, metodologías de seguridad informática reconocidas a nivel internacional y que sean capaces de brindar apoyo al cumplimiento de los objetivos de la institución. Además de incorporar en el área de TI un criterio que esté asociado con la prestación de servicios de tecnología y no solamente con la administración de recursos tecnológicos.

El Instituto Superior Tecnológico Sucre es una institución pública, por lo cual, su presupuesto es asignado por el Gobierno Central a través del SENESCYT, lo que conlleva a que dicha institución no cuente con un flujo corriente que le permita

adquirir de forma inmediata la infraestructura tecnológica que requiere para mejorar sus sistemas de seguridad informática y de la información, sino que, al contrario requiere levantar un proyecto tecnológico que tenga costos adecuados y además sea sostenible en el tiempo, con la finalidad de robustecer la eficiencia y la eficacia del gasto público, permitiendo a su vez optimizar la prestación de los servicios electrónicos que entrega a la ciudadanía (MIINTEL, 2021)

En el CAPÍTULO I se plantea el problema de investigación a través de la justificación y el bosquejo de los objetivos requeridos para llevar a cabo este estudio.

En el CAPÍTULO II se aborda el estado del arte y la base científica del diseño de infraestructura de red.

En el CAPÍTULO III se describe el marco metodológico empleado para llevar a cabo este estudio.

En el CAPÍTULO IV se presentan los resultados de este estudio y el análisis de los mismos.

En el CAPÍTULO V se determinan las conclusiones, recomendaciones, bibliografías y anexos resultantes del presente estudio.

## **1.2. Justificación**

Actualmente, la tecnología es la médula central de toda empresa, debido a que es un instrumento para la optimización de procesos y, por ende, se gesta una mejora tanto en los productos y servicios que brinda la misma. Por ejemplo, Eduardo López vicepresidente senior de Arquitectura Empresarial y Soluciones, para Oracle América Latina menciona que el futuro será cada vez más vigoroso y brillante para las empresas que reconozcan la importancia de la tecnología para administrar el incremento en la complejidad de los procesos de negocio, y como tal esto pueda ser ventaja competitiva. (López E. ,2017)

El continuo crecimiento de los requerimientos en línea, plataformas, datos y equipo tecnológico que apalancan la prestación de estos servicios en el ITS Sucre, hace necesario optar por un diseño de infraestructura de red basado en normativas, con buena estructura, administrada de forma eficiente que de manera dinámica y confiable proporcione su máxima capacidad y que permitan lograr que tanto los usuarios, la infraestructura y los procedimientos, que se ejecutan a diario, vayan alineados para cumplir los objetivos de la institución y garantizar los adecuados niveles de servicio.

Plantear un modelo de referencia en el cual las áreas de TI sean capaces de brindar apoyo al cumplimiento de los objetivos de la institución. Incorpora en el área de TI un criterio que esté asociado con la prestación de servicios de tecnologías y no solamente con la administración de equipos, programas, aplicativos y bases de datos a través del uso de la metodología PPDIOO de CISCO y el modelo de seguridad para redes SAFE de CISCO, aplicando normativa internacional ANSI/EIA/TIA con el cual se garantizará la adecuada gestión administrativa y operativa, con procesos internos definidos y sus respectivos responsables, informes de gestión debidamente documentados con los que se llevarán controles internos además de la oportuna evaluación de resultados y toma de decisiones, permitiendo realizar planes de mejora continua apalancados en la información procesada mediante las distintas herramientas.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. General***

Desarrollar un modelado de arquitectura de red para el Instituto Superior Tecnológico Sucre aplicando normativas internacionales.

#### ***1.3.2. Específicos***

- a. Investigar el estado del arte de la arquitectura de red de IST Sucre con base en las normativas, estándares, manuales y procedimientos.

- b. Revisar la literatura vigente correspondiente al análisis y diseño de un modelado de arquitectura de red para el IST Sucre.
- c. Analizar las mejores opciones de arquitectura de red a través de buenas prácticas y normativas para la gestión por parte de la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones del IST Sucre.

## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

#### 2.1. Estado del arte

El agigantado y continuo avance en los últimos años en el campo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, conllevan a un mundo interconectado y globalizado. La sociedad de la información acarrea un sinnúmero de interacciones entre usuarios, que en la actualidad crecen con la comunicación entre las máquinas dispositivos o cosas, donde la infraestructura que soporta estas acciones son las redes informáticas y su arquitectura.

Cruz (2020), en su proyecto Evaluación de la infraestructura tecnológica a nivel de hardware, basado en buenas prácticas de ITIL. Caso de estudio: Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Mejía, permitió tener un conocimiento general acerca de la cantidad de equipos, características, funcionalidad, desempeño y la necesidad que cubre en las distintas dependencias. Concluye que el marco de trabajo que ofreció ITIL se ajusta a las se ajusta a las necesidades de la organización, es flexible, sencillo y permite hacer cambios rápidos sin generar gran impacto.

Tintín (2018), en su artículo Arquitectura de redes de información. Principios y conceptos, tiene como objetivo estudiar la arquitectura de redes, sus principios y conceptos, con la finalidad de develar que en los entornos de trabajo académico, empresarial, comercial o de cualquier otra índole, con lo cual, concluye que el trabajo en red minimiza las redundancias, reduce el tiempo de dedicación y esfuerzo; además de facilitar tanto la difusión como el intercambio de información.

Arreaga & Vaca (2015), en su proyecto plantea el análisis, diseño y reingeniería de la red LAN de los edificios que conforman la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil, donde requiere la mejora de las redes LAN de cada uno

de estas edificaciones, además un diseño que interconecte la infraestructura de red de toda la facultad ya que tampoco cuentan con los mismos en ninguno de los edificios que la conforman, realizar una reingeniería es lo principal para que la red eleve su rendimiento y brinde calidad en los servicios a los usuarios tanto académicos como administrativos. Al evaluar los diferentes problemas que se dieron a conocer de la red actual, concluye que el proyecto en todas sus etapas de análisis, diseño y reingeniería es factible para su desarrollo. Con la colaboración del personal a cargo del área de centro de cómputo y personal administrativo se dio visto bueno al proyecto para su implementación.

Poma (2017), abarca el desarrollo del proyecto de diseño e implementación de la infraestructura de red utilizando la metodología PPDIOO de CISCO System, para mejorar la comunicación y seguridad de datos de la empresa CONALVÍAS en la ciudad de Lima, el cual permite ejecutar la solución median la aplicación de las seis fases de la metodología (Preparación, Planificación, Diseño, Implementación, Operación y Optimización), en el cual, concluyen que mediante la implementación de servidor RADIUS, servidor de certificados, controlador de red inalámbrica (WLC), un servidor controlador de dominio permiten y obligan a los usuarios a una autenticación sin riesgo antes de ingresar a la red, con lo que reducen las brechas de seguridad

Balda (2015), plantea una mejora en la seguridad de la infraestructura de red de la universidad San Gregorio de Portoviejo, ya que en dicha institución se procesa información valiosa, la divide en dos fases, la primera es el análisis del estado actual de la infraestructura de red de acuerdo a su seguridad y la segunda fase se desarrollará el diseño de seguridad de la infraestructura de red en base a los datos obtenidos del análisis de la red, en su conclusión determina la infraestructura de red actual se encuentra expuesta y vulnerable ante cualquier ataque a la que pueda sufrir de forma interna o externa.

## 2.2. Arquitectura de red

De acuerdo a Guerra (2017), la arquitectura de red, es la definición de los elementos de red que la componen, así como sus interfaces y protocolos, que permite ofrecer los servicios de acceso a la red, movilidad de usuario, transferencia de datos y sincronización

## 2.3. Diseño jerárquico de red

El diseño jerárquico de red permite que las redes sean más flexibles, resistentes y fácil de administrar, incrementando una alta disponibilidad, escalabilidad y rendimiento de la red mediante este mismo, y a su vez resolver los problemas con mayor rapidez. (Restrepo, 2015)

Un diseño jerárquico consiste en dividir la red en capas autónomas, donde cada una de las capas en la jerarquía aporta funciones específicas, lo que permite optimizar y seleccionar alguna característica, el hardware y software de esta red son óptimas en los modelos jerárquicos que se aplican al diseño de LAN y WAN (CISCO, 2020).

Un diseño típico de red LAN jerárquica de campus empresarial incluye las siguientes tres capas:

**Capa de acceso:** proporciona acceso a la red para los grupos de trabajo y los usuarios.

**Capa de distribución:** proporciona una conectividad basada en políticas y controla el límite entre las capas de acceso y de núcleo.

**Capa de núcleo:** proporciona un transporte rápido entre los switches de distribución dentro del campus empresarial

## **2.4. Sistema de cableado estructurado**

Un sistema de cableado estructurado (SCE) es una infraestructura flexible, genérica e independiente que está conformada por elementos pasivos y espacios de telecomunicaciones cuyas características de instalación, construcción y administración deben cumplir con estándares internacionales

## **2.5. Norma vigente**

Los organismos que desarrollan los estándares a nivel internacional para el diseño, construcción, instalación, mantenimiento, administración y certificación de los sistemas de cableado de telecomunicaciones son ANSI (American National Standards Institute), TIA (Telecommunication Industry Association), EIA (Electronics Industries Alliance)

## **2.6. Estándares internacionales**

En la actualidad existen organizaciones internacionales que apoyan la necesidad de interconectar equipos con diferentes especificaciones de hardware, software, interoperabilidad de comunicaciones e infraestructura física, estableciendo estándares y normas que permiten el correcto funcionamiento y rendimiento de la instalación de estos mismos. (Liberatori, 2018)

### ***2.6.1. ISO (Organización Internacional de Estandarización)***

Es una organización privada dedicada a fomentar la implementación de normas y desarrollo de servicios a nivel internacional, ofreciendo herramientas que faciliten el intercambio de bienes y servicios, así como también el incremento de las actividades científicas, tecnológicas, económicas e intelectuales en las organizaciones. (EAFIT, 2016).

### **2.6.2. ANSI (*Instituto Nacional Americano de Estándares*)**

Es una organización privada sin fines de lucro que administra y coordina la normalización voluntaria y las actividades relacionadas a la evaluación de conciliación en los Estados Unidos. La misión del Instituto es mejorar tanto la competitividad mundial de las empresas, promoviendo y facilitando, normas voluntarias de consentimiento y sistemas de valoración de conformidad y protección de integridad. (SAFESITEHQ, 2020a).

### **2.6.3. EIA (*Alianza de Industrias Electrónicas*)**

La norma EIA es un estándar de un sistema de cableado estructurado, es decir, una normativa que trata definir la manera de diseñar, construir y administrar cableado estructurado. Esta norma fue desarrollada por la TIA y la EIA y establece el uso y la aplicación de sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales. (ATLASCOMUNICACIONES, 2019)

### **2.6.4. TIA (*Asociación de Industrias de Telecomunicaciones*)**

Es una asociación comercial que representa los intereses de la industria mundial de tecnología de las comunicaciones y la información (TIC). Elaborando normas industriales, redactando iniciativas de políticas e implementando inteligencia de mercado y el cumplimiento de la normativa ambiental. (COMMSCOPE, 2017)

### **2.6.5. IEEE (*Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos*)**

Es una organización mundial que busca promover la innovación y la excelencia tecnológica. Cubre una variedad de industrias, entre ellas, la industria aeroespacial, tecnología de la información (TI), salud, nanotecnología y energía nuclear. Su trabajo es promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances tecnológicos para beneficio de la humanidad y de los profesionales. (COMMSCOPE, 2017)

### ***2.6.6. ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Estandarización para Telecomunicaciones)***

Es una organización internacional para desarrollo de estándares en la industria de las telecomunicaciones. Estudiando las especificaciones técnicas sobre el funcionamiento, rendimiento y mantenimiento de los sistemas, redes y servicios de telecomunicaciones, así como de los principios de tarificación y contabilidad a emplear en la prestación de los servicios. (MINCOTUR, 2017)

### ***2.6.7. Estándar ANSI/TIA-568***

Provee los lineamientos para el diseño e instalaciones de sistemas de cableado de telecomunicaciones para todo tipo de cliente, aborda la estructura, topologías, distancias, métodos de prueba, rendimiento, polaridad e instalación del sistema.

*ANSI/TIA-568-C* es la actualización del estándar *ANSI/TIA/EIA-568B* hace referencia en mayor medida a los siguientes aspectos que deben cumplirse.

*ANSI/TIA-568-C.0*, "Cableado Genérico de Telecomunicaciones para Instalaciones de Clientes" (SAFESITEHQ, 2020b).

*ANSI/TIA-568-C.1*, "Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales" (SAFESITEHQ, 2020c).

*ANSI/TIA-568-C.2*, "Estándar de componentes y cableado de telecomunicaciones de par trenzado balanceado" (SAFESITEHQ, 2020d).

*ANSI/TIA/EIA-569-B* "Estándar de construcción comercial para vías y espacios de telecomunicaciones", estándar para prácticas de diseño y construcción dentro y entre edificios, se respaldan en medios y/o equipos de telecomunicaciones como canaletas y guías, acceso al edificio, armarios y/o gabinetes de comunicaciones y cuarto de equipos (SAFESITEHQ, 2020e).

*ANSI/EIA/TIA-606A* "Norma de Administración de Edificios Comerciales de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales", facilita las guías para señalar y administrar los componentes de un sistema de Cableado estructurado 6ª (SAFESITEHQ, 2020f).

*ANSI/TIA-607* Provee los lineamientos para el sistema de puesta a tierra para las redes de telecomunicaciones de edificios comerciales, define un sistema de conexiones y puesta a tierra en las telecomunicaciones y describe las interconexiones al sistema de conexión a tierra del edificio (SAFESITEHQ, 2020g).

#### **2.6.8. Norma EIA / ECA 310E**

Standard para Gabinetes y Racks que tiene por objetivo el de sobrellevar una interpolaridad de los sistemas y la calidad para los entornos donde se instalan los equipos electrónicos de cómputo o telecomunicaciones.

#### **2.6.9. IEEE 802.11**

El alcance de este estándar es definir un control de acceso al medio (MAC) y varias especificaciones de capa física (PHY) para conectividad inalámbrica para estaciones fijas, portátiles y móviles (STA) dentro de un área local (IEEE ORG, 2022).

#### **2.6.10. Normas UL94**

Underwriters Laboratories (UL) es una organización independiente que prueba y certifica la seguridad del producto, uno de sus estándares de prueba más reconocidos es UL94 es un estándar de inflamabilidad para materiales plásticos utilizados para piezas en dispositivos y aparatos.

### **2.7. Modelo de referencia TCP/IP**

TCP/IP fue desarrollado por un grupo de investigadores de una agencia gubernamental norteamericana denominada ARPA (Advanced Researchs Projects Agency) patrocinada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objetivo de crear comunicaciones directas entre ordenadores para lograr la transmisión de las diferentes bases de investigación. (Liberatori, 2018).

## **2.8. CISCO SAFE**

El modelo de seguridad de empresas (SAFE) de Cisco está dirigido a pequeñas y medianas empresas e instituciones, ofreciendo una guía para el diseño e implementación de redes seguras, incrementando el nivel de seguridad sobre la información que se transmiten a través de la red. (Araujo, 2017)

El modelo trabaja mediante módulos interconectados que permiten redundancia, configuraciones propias y protección a los dispositivos ante ataques o fallos en la configuración

## **2.9. Metodología de diseño de red**

En un diseño de red, una metodología permite seguir un procedimiento esquematizado y demostrado por distintas personas especializadas en redes, lo cual facilita el diseño de una red al continuar el orden a proseguir para llegar a su fin. (Granizo, 2018)

Se expone las metodologías contempladas para el diseño de redes, con el objeto de tener diferentes puntos de vista.

### ***2.9.1. Metodología de Diseño de Cisco PPDIOO (Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar, Optimizar)***

La metodología PPDIOO determina las acciones exigidas solicitadas por complejidad en la red y tecnología avanzada, lo que permite asesorar a los clientes el acceso a aplicaciones mediante disponibilidad, operatividad a través de las tecnologías Cisco. (Cisco Systems, 2015)

PPDIOO define el proceso de diseño e implementación de una red en seis fases relacionadas entre sí y cada una con una función específica: Preparación, Planificación, Diseño, Implementación, Operación y Optimización.

La figura 1 muestra el ciclo de la metodología PPDIOO.

**Figura 1**  
*Metodología PPDIOO*



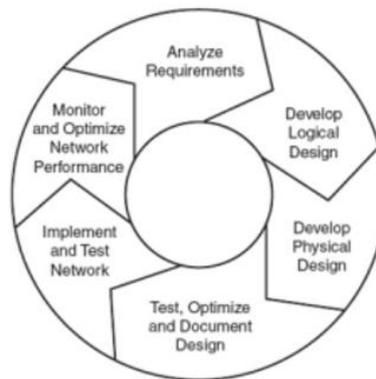
**Fuente:** ( Kangaru, Njina y Gaceri, 2022)

### ***2.9.2. Metodología de Diseño de Cisco TOP-DOWN Network Design***

Es una metodología para diseñar redes que comienza en las capas superiores del modelo de referencia de OSI antes de mover a las capas inferiores. Esto se concentra en aplicaciones, sesiones, y transporte de datos antes de la selección de routers, switches, y medios que funcionan en las capas inferiores (Huertas, 2015)

La metodología Top Down se compone de seis fases: Análisis de los requerimientos, Desarrollo del diseño lógico, Desarrollo del diseño físico, Prueba, optimización y documentación del diseño, Implementación y prueba de red, Monitoreo y optimización de red. La figura 2 muestra el ciclo de la metodología TOP-DOWN.

**Figura 2**  
*Ciclo de vida TOP-DOWN*



**Fuente:** (Kangaru, Njina y Gaceri, 2022)

### ***2.9.3. Metodología de Diseño de red propuesto por James McCabe***

La implementación de la red se da en fases y procesos necesarios para implementar una nueva red que a partir de esta pueden sufrir cambios sin dañar su estructura. Esta metodología se divide en las siguientes fases: análisis, diseño lógico y diseño físico.

Fase de análisis, se establecen los requerimientos como mapas de aplicaciones especificando la ejecución de forma distribuida a nivel de campus y a nivel de computadoras. Con su flujo de datos simples y compuestos donde se valida el origen/destino, la capacidad, retardo y confiabilidad de toda la red involucrada.

Fase de diseño lógico se establecen las metas del diseño con su respectiva evaluación de tecnología con lo que involucra costos, rapidez y confiabilidad.

Fase de diseño físico se realiza el diseño físico de la red con la evaluación del diseño de cableado, ubicación de equipos, asignación de direcciones y desarrollo de una estrategia de enrutamiento. (Elattar, 2020)

Se distinguen dos fases:

Fase de Análisis permiten obtener de una manera ordenada los requerimientos de la red.

Fase de Diseño permiten el correcto diseño de la red.

#### 2.9.4. Comparación Cualitativa

Para la selección de la metodología que se utilizó como referencia para el diseño propuesto, en la tabla 1, se realiza comparativa cualitativa de las metodologías de diseño de red detalladas previamente.

**Tabla 1**  
*Comparación Cualitativa*

| Método                         | Ventajas   | Desventajas   |
|--------------------------------|--|---|
| <b>Top-Down Network Desing</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientada al diseño de redes empresariales</li> <li>- Enfocada en alcanzar los objetivos que el negocio busca</li> <li>- Metodología con alto nivel de divulgación</li> <li>- Permite procesos claros y bien organizados</li> <li>- Implementación más rápida por su único nivel de toma de decisiones</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere de mayor recurso e intervención.</li> <li>- Por su naturaleza de arriba hacia abajo no es prudente su uso para el diseño de red.</li> <li>- Menor creatividad y mayor responsabilidad Por su único nivel de toma de decisiones.</li> <li>- Tiempos elevados con respecto a otras implementaciones.</li> </ul> |
| <b>PPDIOO</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica tareas e involucrados en base a la situación actual con el escenario propuesto</li> <li>- Verifica los requerimientos de la organización</li> <li>- Permite el feedback de errores</li> <li>- Minimiza errores de diseño</li> <li>- Mayor entorno creativo</li> <li>- Adaptable a entornos y modificaciones</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hay que tener presente que el diseño de la red debe ser de una manera estructurada y su desarrollo debe ser con precisión ya que si algunas de las fases falla, el diseño e implementación no sería Óptimo</li> </ul>  |
| <b>James Mccabe</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se la puede utilizar como un análisis previo a una implementación ya establecida.</li> <li>- Permite modificaciones sin afectar su estructura por ser una metodología teórica.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una metodología secuencial.</li> <li>- Metodología con fines experimentales.</li> <li>- Descontinuada.</li> </ul>   |

**Fuente.** Elaboración propia

#### 2.9.5. Selección de la Metodología

Posterior al repaso de las metodologías contempladas en el marco teórico, se consideró PPDIOO de Cisco para el desarrollo del siguiente estudio, en mayor medida porque tiene como objetivo central la reducción de gastos en la administración total de la red además de proveer un incremento en la disponibilidad de la misma, sus fases tiene como primicia la determinación de las necesidades del

cliente y la valoración de la red vigente con el objeto de proporcionar el diseño de la topología de red y la solución a ser adoptada, además de que proporciona un esquema de aplicación todo tipo de modificación en la red existente sin tener en cuenta su tamaño y el modelo de seguridad para redes SAFE de CISCO se emplea para el diseño de la arquitectura de red que define una arquitectura modular que integra toda la red de la institución.

## **2.10. Herramientas**

Herramientas de diferente índole para el monitoreo, modelado de infraestructura y redes, contribuyendo en cada una de sus fases logrando resultados con los más altos niveles, se propone herramientas o software de acceso libre considerando las siguientes:

### ***2.10.1. Cisco Packet Tracer***

Cisco Packet Tracer es una herramienta integral de enseñanza y aprendizaje de tecnología de redes que ofrece una combinación única de experiencias de simulación y visualización realistas, evaluación, capacidades de creación de actividades y colaboración multiusuario y oportunidades de competencia. Las características innovadoras de Packet Tracer ayudarán a estudiantes y docentes a colaborar, resolver problemas y aprender conceptos en un entorno social dinámico y atractivo (NETACAD, s.f.).

### ***2.10.2. GNS3 (Graphic Network Simulation)***

GNS3 es un software de código abierto, que permite diseñar, emular, configurar, probar y solucionar problemas de topologías de red básicas o complejas, por medio de dispositivos tanto reales como virtuales, mediante el uso de IOS real, abarcando un sin número de problemáticas y escenarios, además de que facilita visualizar y efectuar modificación en tiempo real.

### ***2.10.3. CACTI***

Es una herramienta completa de solución de gráficos, monitoreo de redes y recopilación de datos de código abierto que permite obtener datos en función del tiempo, que provienen de diferentes equipos.

### ***2.10.4. Diagrams.net***

Es una aplicación web gratuita y de código abierto desarrollado en HTML5 y JavaScript su interface facilita crear y modificar una diversidad de diagramas como: diagramas de flujo, diagramas entidad-relación, diagramas UML, organigramas, diagramas de procesos, mapas mentales, modelos de procesos de negocios desde cualquier navegador web.

### ***2.10.5. FreeRADIUS***

FreeRADIUS Server Project, es un suite multiprotocolo altamente configurable y de alto rendimiento que permite centralizar la autenticación y la autorización de una red, admite RADIUS, DHCPv4 DHCPv6, TACACS+ y VMPS, desarrollado y distribuido bajo la Licencia Pública General GNU, versión 2, permite la autenticación en sistemas como 802.1x (WiFi), acceso telefónico, PPPoE, VPN, VoIP , incorpora módulos que permiten LDAP, MySQL, PostgreSQL y Oracle, soporta EAP, incluyendo PEAP, EAP-TTLS y EAP-TLS.

### ***2.10.6. Acrylic Wi-Fi HeatMaps***

Acrylic WiFi heatmaps es un software de site survey que permite analizar la cobertura y la correcta propagación de señal de su red WiFi. Además, permite realizar mapas de cobertura a través de mediciones y capturas de tráfico obtenidas (INCIBE, s.f.)

### ***2.10.7. Wireshark***

Wireshark es un analizador de paquetes de red, una utilidad que captura todo tipo de información que pasa a través de una conexión. Wireshark es gratis y de código abierto, y se puede usar para diagnosticar problemas de red, efectuar auditorías de seguridad y aprender más sobre redes informáticas (UCM, s.f.).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación

El Instituto Superior Tecnológico Sucre es una institución pública de educación superior. Su vida institucional ha sufrido una serie de cambios; no solo en el nombre sino principalmente en su estructura y oferta académica. Su origen se remonta al año 1959, cuando se fundó el Colegio Técnico Nacional Sucre. El 17 de julio de 1996, la Dirección Nacional de Planeamiento de la Educación, mediante acuerdo N.º 4191, resuelve elevar a la categoría de Instituto Técnico Superior. En el año 2003, a través del acuerdo N.º 166 otorgado por el Conesup, se reconoce como Instituto Tecnológico Superior Sucre. El 15 de febrero del 2019, mediante comunicado RPC-SO-04-No. -057-2019, de la Senescyt, se da el cambio en la denominación del instituto llamándose ahora Instituto Superior Tecnológico Sucre (la palabra superior luego de instituto). Está ubicado en la ciudad de Quito en la provincia de Pichincha.

#### *Campus Norte*

El Edificio se encuentra ubicado en la Av. 10 de Agosto N26-27 y Luis Mosquera Narváez, es el edificio principal del instituto donde se encuentra asignada un área para los servidores y conexión a internet. En este edificio funcionan los departamentos administrativos y las carreras de Gestión Ambiental, Producción y Realización Audiovisual, Desarrollo Infantil Integral, Producción Textil, Marketing y Contabilidad Superior.

#### *Campus Sur*

El Campus Sur se encuentra ubicado en la Av. Teodoro Gómez de la Torre S14 - 72 y Joaquin Gutierrez, dispone de un área donde se encuentra rack para la distribución

del servicio y conexión a internet en las diferentes aulas. En este edificio funcionan las carreras de Electrónica, Electromecánica y Electricidad.

### 3.2. Equipos y Materiales

Para el presente trabajo de investigación se emplearon computadores, software de análisis y monitoreo y diseño de redes, Internet, papel y otros insumos de oficina. Así también, capacitación orientada en diseño de redes de datos.

En la Tabla 2 se presenta el detalle de los equipos y materiales utilizados para el desarrollo del presente proyecto.

**Tabla 2**  
*Equipos y materiales utilizados*

| ítem         | Rubro  | Cantidad | Costo unitario (USD \$) | Costo total (USD \$) |
|--------------|--|----------|-------------------------|----------------------|
| 1            | Computador   | 2        | \$700,00                | \$1.400,00           |
| 2            | Impresora  | 1        | \$300,00                | \$300,00             |
| 3            | Internet (tarifa mensual)                                  | 12       | \$30,00                 | \$360,00             |
| 4            | Software de análisis y monitoreo de redes, diseño de redes | 1        | \$100,00                | \$100,00             |
| 5            | Transporte   | 1        | \$50,00                 | \$50,00              |
| 7            | Capacitación enfocada en diseño de redes de datos          | 1        | \$200,00                | \$200,00             |
| 8            | Otros  | 1        | \$200,00                | \$200,00             |
| <b>TOTAL</b> |  |          |                         | <b>\$2.610,00</b>    |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. Tipo de Investigación

De acuerdo a la necesidad planteado por el Coordinador de TIC del IST Sucre, la investigación a utilizar será:

- Investigación Cualitativa

La investigación cualitativa se centra en recolectar información donde se puedan obtener datos clave.

- Investigación aplicada

Por el propósito de la investigación, es de tipo aplicada porque se encamina en encontrar estrategias para lograr sus objetivos y ponerlos en práctica.

### **3.4. Prueba de Hipótesis**

Análisis y diseño de un modelado de arquitectura de red para el Instituto Superior Tecnológico Sucre aplicando normativas internacionales permitirá mitigar riesgos, vulnerabilidades y debilidades identificadas en la red.

### **3.5. Población o Muestra**

La muestra utilizada es la red del Instituto Superior Tecnológico Sucre, además de los servicios que disponen, en el edificio norte posee una ubicación donde se encuentra un servidor y un rack que aloja un switch de capa tres y dos switches de capa dos, la central de voz IP, dos equipos DVR, la red se despliega mediante 14 Ap's tomas de datos y cuatro switches, desplegados en dos edificios. En el Campus Sur cuenta con una ubicación donde se encuentra un rack que aloja un router, un switch, dos equipos DVR, la red se despliega mediante 4 Ap's, tomas de datos y cuatro switches desplegados en dos edificios

No obstante, se suscribe un consentimiento entre el Coordinador Gestión de la Información del INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUCRE y el autor del presente trabajo de titulación JORGE GIOVANNY DIAZ CAIZA, denominado "ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y NO DIVULGACIÓN DE LA INFORMACIÓN", donde se detalla que las actividades se realizan únicamente sobre los siguientes activos y sistemas:

Instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Sucre, Campus Norte y Campus Sur

## Infraestructura

- Sistemas eléctricos
- Sistemas de seguridad electrónica
- Sistema de CCTV
- Redes de datos
- Servidor de Aplicativos

### **3.6. Recolección de Información**

Una de las técnicas que se utilizó para la recolección de información es la entrevista, que se dirigió tanto a los usuarios como a la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones del IST Sucre y está enfocada en seis secciones que son: políticas de seguridad, organización de la seguridad, gestión de activos, seguridad física y del entorno, control de acceso, infraestructura, además de que permitió obtener y documentar la información necesaria para definir los requerimientos de la red de datos.

La observación científica, mediante el uso y aplicación de una lista de cotejo, que nos permitió identificar y monitorear los equipos pasivos y activos además de características de la infraestructura, con lo que se pudo determinar la situación actual en la que se encuentra la infraestructura de red.

### **3.7. Procesamiento de la Información y Análisis Estadístico**

Una vez que los responsables mencionados fueron entrevistados, se procedió a revisar los datos, para determinar si están dentro de los parámetros establecidos en los objetivos planteados.

Para el procesamiento de datos de la investigación se utilizó el método de análisis cualitativo, lo cual permitió clasificar los datos obtenidos en la entrevista para de esta forma obtener una mejor visión del proyecto.

### 3.8. Variables Respuesta o Resultados Alcanzados

Una vez que se realizaron pruebas, observación y constatación del estado lógico y físico, se detectó las problemáticas que comprometen el buen desempeño de la arquitectura de red del Instituto Superior Tecnológico Sucre, datos de los cuales se parte para la elaboración de una propuesta que cubra las falencias encontradas. En la Tabla 3, se describe los resultados obtenidos, posterior a la aplicación de las técnicas de recolección de información empleadas.

**Tabla 3**  
*Variables de Respuesta*

| Variable   | Definición   | Dimensión   | Indicador  | Técnica / Instrumento                      |
|--|--|---|--|--|
| <b>Cumplimiento de los requerimientos de los estándares y/o normas</b> | Cumplimiento de los requerimientos de los estándares y/o normas de diseño, construcción y administración de un sistema de cableado que es estructurado, que permiten que un sistema está diseñado en bloques que tienen características de rendimiento muy específicos | Evaluación de las aplicaciones definidas en el estándar o norma | Aplicación parcial o total de los requisitos mínimos | Entrevista / Cuestionario. Lista de Cotejo |
| <b>Evaluación de la infraestructura</b>                                | Determinar los puntos críticos de la infraestructura para determinar la ruta de diseño   | Definir estado actual de la red                                 | Realizar diagrama general                            | Entrevista / Cuestionario. Lista de Cotejo |
| <b>Diseño</b>  | Permite cumplir con los requisitos establecidos  | Criterios para la ejecución y para las configuraciones          | Validar arquitectura de red actual y actualizarla    | Entrevista / Cuestionario. Lista de Cotejo |

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados Pre-Implementación

Con el fin de conocer los procesos, operaciones propias de la institución, así como los elementos básicos de la infraestructura, servicios y aspectos de seguridad, se realizó una visita de campo a las instalaciones del establecimiento con el propósito de observar, palpar y recabar los aspectos lógicos y físicos de los equipos e instalaciones, además, se realizaron entrevistas a personas encargadas de la administración de la infraestructura tecnológica de la institución.

Los datos obtenidos fueron procesados con el objeto de alinear los objetivos de TI con los objetivos de la institución, con lo que nos permite establecer las metodologías de los marcos o normativas de trabajo planteadas en el presente proyecto.

Se evalúa dos campos en las entrevistas, en la primera se evalúa la parte lógica, configuración, servicios y seguridad de la red y en la segunda se evalúa la parte física equipos, infraestructura.

La entrevista se la realiza al responsable de la Unidad de Tecnologías de la Información con el fin de conocer sobre la gestión de la red, En el anexo1. Formato de entrevista-responsable, se detalla el formato empleado.

Se proponen los siguientes controles al evaluar la parte física de la red:

- Uso de la infraestructura de red

- Control de la infraestructura de red (equipos, cableado y telecomunicaciones)
- Control de incidentes

#### **4.2. Servicios**

**Conectividad:** La institución cuenta con dos enlaces de iguales características para los dos campus, uno de internet masivo de 100 Mbps con compartición 8 a 1 de la empresa CNT y un enlace de Internet de 160 Mbps con 3 IP públicas de compartición de 2 a 1 de la empresa NETLIFE.

**Servicio de página web:** Para la página web se contrata el servicio de alojamiento a la empresa Ecuahosting

**Servicio de Aplicativo:** Para el aplicativo escolástico SAGA se contrata el servicio de alojamiento a la empresa Ecuahosting, para los aplicativos MOODLE y ALFRESCO se alojan en máquinas virtuales en un servidor físico propio.

**Servidor de Correo Electrónico:** El servicio de correo electrónico se contrata con la empresa Ecuahosting.net bajo el dominio de tecnologicosucre.edu.ec

**Servicio de CCTV:** Para los 2 campus la institución cuenta con sistemas de video vigilancia para el campus norte dispone de 3 DVR´s de 2 de 8 y 1 de 16 cámaras, para campus sur dispone de un DVR de 8 cámaras.

#### **4.3. Análisis de la red de Datos**

La infraestructura de red del Instituto Tecnológico Superior “Sucre” es una red que se creó por la necesidad de conectar a los docentes, estudiantes y personal administrativo hacia internet, en su exigencia por implementar sistemas de administración, plataforma educativa su crecimiento fue desordenado, descontrolado y poco flexible.

La red de la institución consta de un diseño topológico en forma de árbol y se estructura de la siguiente forma:

Para el edificio norte, dispone de dos enlaces mediante GPON y router administrado por el proveedor, uno de internet masivo y otro internet con IP pública para conectarse hacia el edificio sur al que se conectan dos DVR's de 8 y 16 cámaras directamente, los dos enlaces se conectan hacia dos router's administrables de frontera uno para cada proveedor donde se tiene configurado VPN hacia el edificio sur, segmentación de LAN virtual (VLAN) para administración y por tipo de usuario para estudiantes, docentes y administrativos, subredes para los grupos de usuarios y servicios, DHCP para el acceso a internet a docentes y cámaras IP, con traducción de direcciones de red (NAT) , el direccionamiento de la red utiliza la versión IPv4, este equipo se conecta hacia un switch administrable donde se encuentra configurado, segmentación de LAN virtual (VLAN), control de bucle mediante Spanning Tree Protocol (STP), interfaces físicas agrupados en enlaces lógicos para comunicarse con los equipos de capa de accesos, a este equipo se conecta el servidor de aplicaciones, para la capa de accesos dispone de cuatro switch administrables para proveer de servicio mediante cable UTP a los laboratorios, sala de docentes y oficinas de administración y un quinto switch POE donde se conectan los Ap's inalámbricos, un sexto switch conectado una central telefónica IP PBX, un séptimo switch dedicado al servicio de cámaras.

En la tabla 4 se detallan los activos que dispone la institución en el campus norte.

**Tabla 4**

*Activos en la red actual de la institución campus norte*

| N°. | Equipo                                | Modelo                 |
|-----|---------------------------------------|------------------------|
| 1   | Servidor DELL                         | PowerEdge T140         |
| 1   | Router Switch AVAYA                   | 4526GTX-PWR            |
| 2   | Router Cisco                          | 871-SEC-K9 -           |
| 1   | Switch Cisco                          | Catalyst 3560-X Series |
| 5   | Switch Cisco                          | Catalyst 2960-S Series |
| 2   | Switch Cisco                          | Catalyst 2950-S Series |
| 1   | Controlador de Hardware TP-LINK       | Omada OC300            |
| 1   | Central telefonica ip pbx GRANDSTREAM | UCM6202                |
| 1   | UPS EATON                             | PULSI1500T             |
| 1   | UPS POWEST                            | MICRONET 750           |
| 1   | Control de Accesos ZKTECO             |                        |
| 1   | Modem HUAWEI                          | Echolife Hg8045h       |
| 1   | RouterBOARD MikroTik                  | RB960PGS               |
| 1   | DVR HIKVISION                         | DS-7732NI-4K           |
| 1   | DVR HIKVISION                         |                        |
| 1   | DVR HILOOK                            |                        |
| 1   | Central PANASONIC                     | XK-TEM824              |
| 4   | AP TPLINK                             | Eap660 Hd              |
| 7   | AP TPLINK                             | Eap110                 |
| 3   | AP TPLINK                             | Eap225                 |
| 8   | Cámara HIKVISION                      |                        |
| 16  | Cámara AJHUA                          |                        |
| 16  | Cámara AJHUA                          |                        |

**Fuente:** Elaboración propia

Para el edificio sur dispone de dos enlaces mediante GPON y router administrado por el proveedor, uno de internet masivo y otro internet con IP pública para conectarse hacia el edificio sur, al que se conectan directamente dos DVR's de 4 cámaras cada uno, los enlaces se conecta hacia un router de frontera administrable donde se tiene configurado VPN hacia el edificio norte, segmentación de LAN virtual (VLAN) para administración y por tipo de usuario para estudiantes, docentes y administrativos, subredes para los grupos de usuarios y servicios, DHCP para el acceso a internet a docentes y cámaras IP, con traducción de direcciones de red (NAT) , el direccionamiento de la red utiliza la versión IPv4, este equipo se conecta hacia un

switch administrable donde se encuentra configurado, segmentación de LAN virtual (VLAN), control de bucle mediante Spanning Tree Protocol (STP), interfaces físicas agrupados en enlaces lógicos para comunicarse con los equipos de capa de accesos, para la capa de accesos dispone de cuatro switch administrables para proveer de servicio mediante cable UTP a los laboratorios, sala de docentes y oficinas de administración y Ap's inalámbricos.

Tanto en el campus norte como sur, para los estudiantes como para el personal administrativo el acceso a la red inalámbrica es mediante un único usuario y contraseña, para los docentes se lo realiza mediante MAC de sus equipos previamente registrados. En la tabla 5 se detallan los activos que dispone la institución en el campus sur.

**Tabla 5**

*Dispositivos Activos en la red actual de la institución campus Sur*

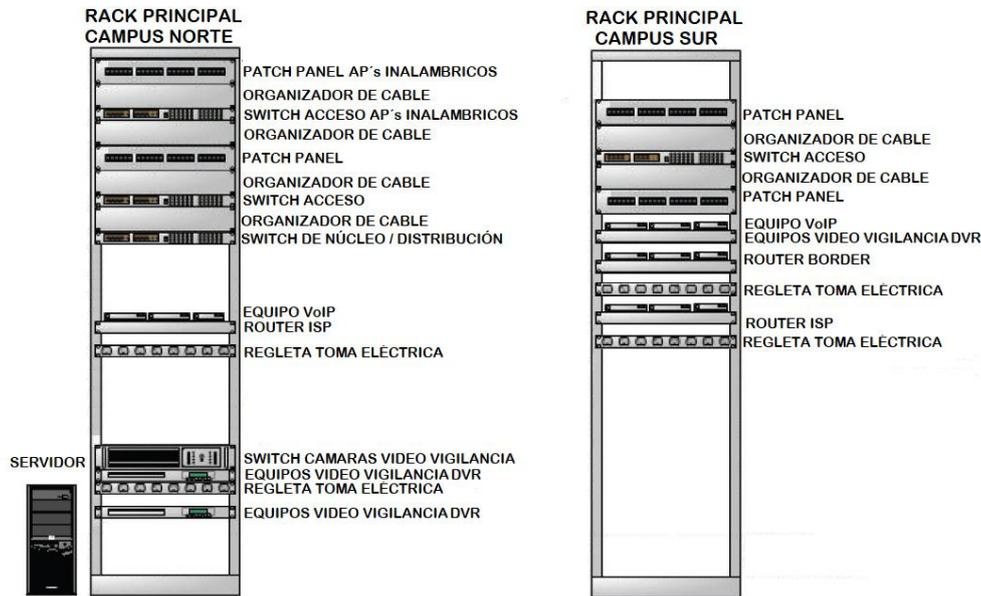
| N°. | Equipo                                      | Modelo                 |
|-----|---|------------------------|
| 5   | Router Cisco                                | 881-K9                 |
| 1   | Router LINKSYS                              | RV042                  |
| 4   | Switch Cisco                                | Catalyst 2950-S Series |
| 1   | Switch Cisco                                | Catalyst 3560G Series  |
| 1   | Modem HUAWEI                                | echolife eg8145v5      |
| 1   | RouterBOARD<br>MikroTik                     | RB960PGS               |
| 1   | Adaptador Análogo<br>A Telefonía Ip<br>Voip | Linksys PAP2T          |
| 2   | AP TPLINK                                   | EAP265                 |
| 3   | AP TPLINK                                   | Eap110                 |
| 1   | DVR HIKVISION                               |                        |
| 1   | DVR AJHUA                                   |                        |
| 8   | Cámara AJHUA                                |                        |

**Fuente:** Elaboración propia

Para los usuarios administrativos disponen de PC's de escritorio y Laptops con las siguientes especificaciones de hardware, el almacenamiento es de 500 GB en un 90% de usuarios y de hasta 1TB para el restante, la memoria RAM en estos dispositivos está entre 4 y 8 GB. En la figura 3 se muestra la disposición de los equipos en el rack principal del campus norte y sur

**Figura 3**

*Distribución equipos de networking Data Center campus Norte y Sur*



**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra en detalle de las tomas de datos en cada uno de los bloques.

**Tabla 6**

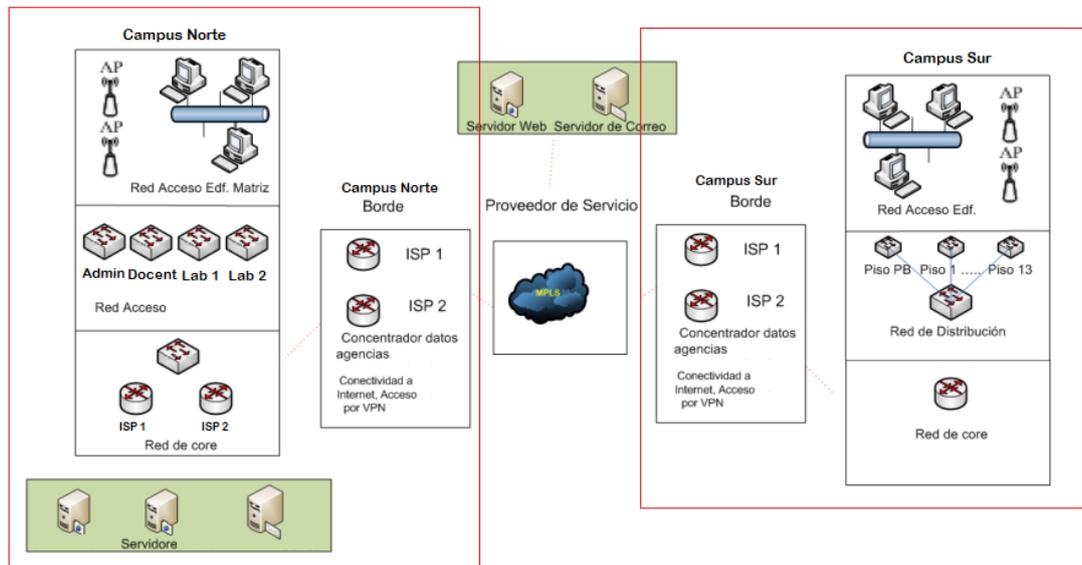
*Puntos de red y conectividad*

|              |            | PC's / Laptop | Cám. | AP's | Lab. | Impr. | Tomas de datos |
|--------------|------------|---------------|------|------|------|-------|----------------|
| CAMPUS NORTE | BLOQUE 1   | PB            | 6    | 6    | 2    | 1     | 15             |
|              |            | Piso 1        | 4    | 1    | 1    | 15    | 21             |
|              |            | Piso 2        | 4    | 2    | 2    |       | 8              |
|              |            | Piso 3        | 4    | 1    | 2    |       | 7              |
|              |            | Piso 4        | 4    | 1    | 2    |       | 7              |
|              |            | Piso 5        | 4    | 1    | 1    |       | 6              |
|              |            | Piso 6        | 4    | 1    | 1    |       | 6              |
|              |            | Piso 7        | 8    | 1    | 4    | 15    | 28             |
|              |            | Piso 8        | 4    | 2    | 1    |       | 7              |
|              | CAMPUS SUR | BLOQUE 1      | PB   | 3    | 4    | 1     | 15             |
|              |            | Piso 1        | 2    | 1    | 1    |       | 4              |
| BLOQUE 2     |            | Piso 2        | 2    | 1    | 1    |       | 4              |
|              |            | Piso 3        | 2    | 1    | 1    | 15    | 19             |
|              |            | Piso 4        | 2    | 1    | 1    |       | 4              |
| CAMPUS SUR   | BLOQUE 1   | PB            | 3    | 2    | 1    | 1     | 7              |
|              |            | Piso 1        | 3    | 2    | 1    | 15    | 21             |
|              |            | Piso 2        | 3    |      | 1    |       | 4              |
|              | BLOQUE 2   | PB            | 3    | 2    | 1    |       | 6              |
|              |            | Piso 1        | 3    | 2    | 1    |       | 6              |
|              | Piso 2     | 3             |      | 1    | 15   | 19    |                |

**Fuente:** Elaboración propia

Se elabora la topología de red actual con la que al momento se encuentra en funcionamiento los sistemas de la institución, se muestra en la figura 4.

**Figura 4**  
*Topología de red actual*



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.1. Análisis de tráfico

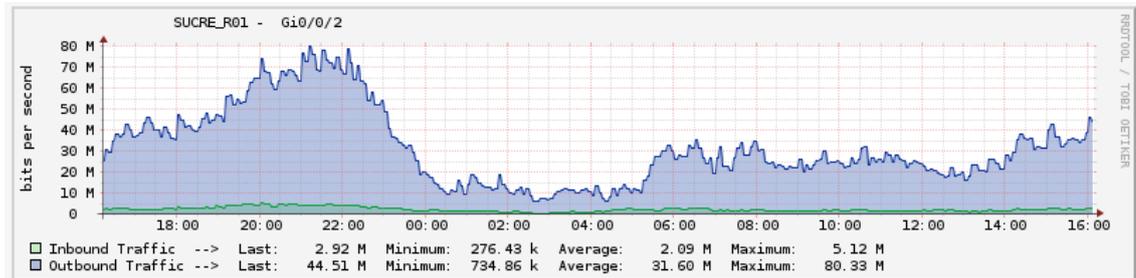
Para realizar el análisis del tráfico se utilizó la herramienta de software CACTI que entre sus bondades proporciona el consumo de ancho de banda de las interfaces de red de forma gráfica en función del tiempo, sean enlaces internos o externos, lo que facilita evaluar el comportamiento, también permite el monitoreo de consumo de CPU y memoria RAM de los equipos.

Se monitoreo las interfaces de router y switch de núcleo en días hábiles en los tres horarios de jornada horario.

Se toman las gráficas donde se evidencia mayor tráfico en los equipos con mayor exigencia en la topología de red.

En la figura 5 se grafica el pico de tráfico máximo alcanzado en la salida a internet

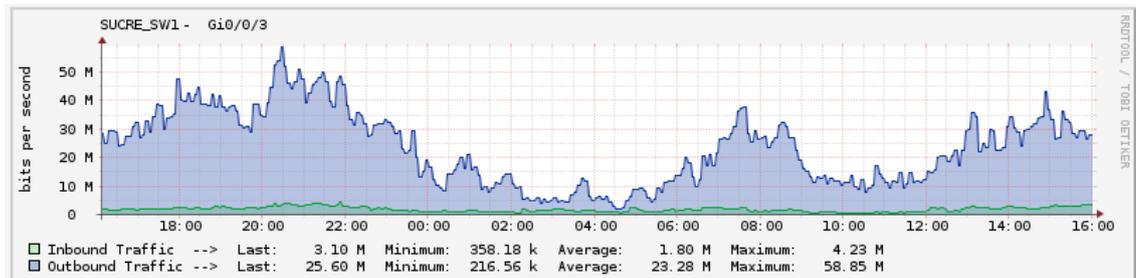
**Figura 5**  
*Tráfico de salida Internet*



**Fuente:** Elaboración propia. Tráfico salida enlaces de internet interfaces WAN.

En la figura 6 se grafica el pico de tráfico máximo alcanzado en la salida del switch para los Ap's inalámbricos

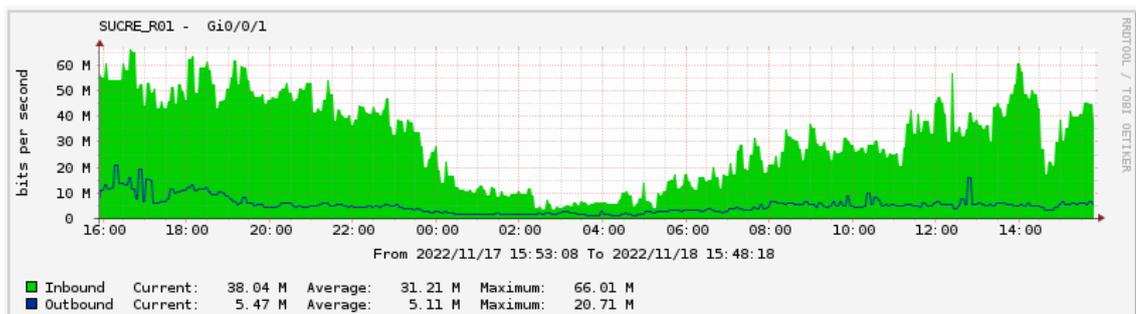
**Figura 6**  
*Tráfico Switch AP's Inalámbricos*



**Fuente:** Elaboración propia. Tráfico desde switch de Ap's.

En la figura 7 se grafica el pico de tráfico máximo alcanzado en la salida a internet por el segundo enlace.

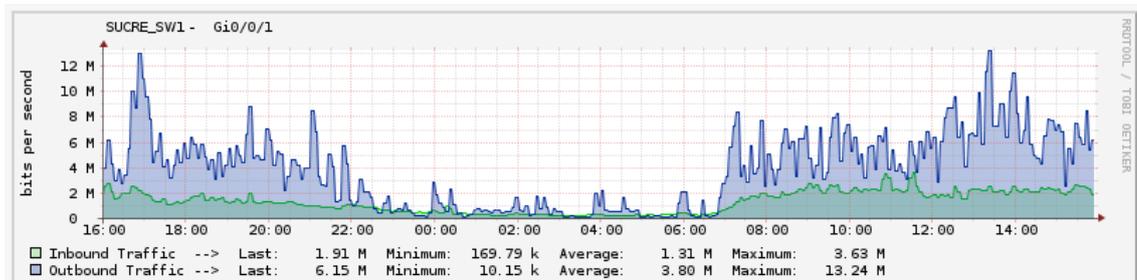
**Figura 7**  
*Tráfico enlace internet con ip Públicas*



**Fuente:** Elaboración propia. Tráfico salida enlace de datos interfaces WAN.

En la figura 8 se grafica el pico de tráfico máximo alcanzado en la salida del switch de la sala de profesores

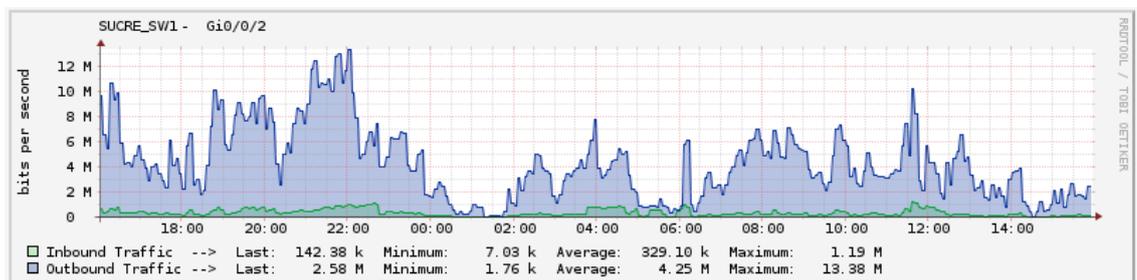
**Figura 8**  
*Tráfico Switch sala de docentes*



**Fuente:** Elaboración propia. Tráfico desde switch de sala de docentes.

En la figura 9 se grafica el pico de tráfico máximo alcanzado en la salida del switch de la sala de profesores

**Figura 9**  
*Tráfico Switch oficinas administrativas*



**Fuente:** Elaboración propia. Tráfico desde switch de oficinas administrativas.

#### 4.3.2. Cobertura inalámbrica

Con el fin de determinar la potencia y calidad de señal que irradia de cada uno de los dispositivos inalámbricos instalados en la institución, se recorre las áreas de mayor concurrencia tanto para estudiantes, docentes y personal administrativo, así como también corredores y gradas y áreas abiertas.

Mediante el uso del software Acrylic Wi-Fi HeatMaps se realiza el análisis del alcance de la red inalámbrica, en la gráfica se muestra la intensidad de señal en las

áreas requeridas, el rango de intensidad de la señal es de 0db que es el escenario deseado, hasta los -100db que es el escenario no deseado. En el Anexo 5 se muestran las gráficas en los pisos donde la cobertura inalámbrica presenta inconvenientes.

**Figura 10**

*Potencia de señal de la red inalámbrica Acrylic Wi-Fi HeatMaps*



**Fuente:** Elaboración propia

Para el campus norte y sur la red inalámbrica, registra dos SSID utilizados y un tercero de pruebas, como se evidencia en la figura 11.

**Figura 11**  
*SSID de redes disponibles*

WLAN Group:  ⓘ ✎ 🗑️

| SSID NAME   | SECURITY     | BAND        | ACCESS CONTROL RULE | RATE LIMIT | VLAN | ACTION |
|-------------|--------------|-------------|---------------------|------------|------|--------|
| ESTUDIANTES | WPA-Personal | 2.4GHz 5GHz |                     |            | 100  | ✎ 🗑️   |
| PROFESORES  | WPA-Personal | 2.4GHz 5GHz |                     |            | 30   | ✎ 🗑️   |
| TEST        | WPA-Personal | 2.4GHz 5GHz |                     |            | 30   | ✎ 🗑️   |

Showing 1-3 of 3 records < 1 > Go To page:  GO

[+ Create New Wireless Network](#)

**Nota.** SSID disponible para las redes inalámbricas, obtenido de software de control OMADA - TP LINK **Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 12**  
*AP's disponibles y usuarios conectados*



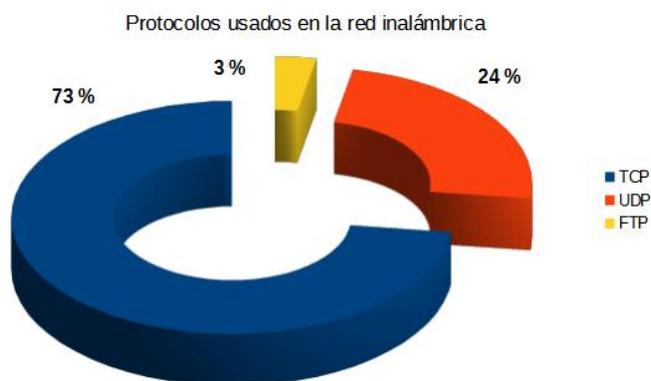
**Nota.** AP's disponibles y usuarios conectados a la red inalámbrica, obtenido de software de control OMADA- TP LINK. **Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.3. Tráfico originado en la red inalámbrica

Se toma el segmento de red inalámbrico, por ser el de mayor uso, además de que la captura de datos servirá como referencia para la aplicación de políticas de seguridad, los datos capturados corresponden a la jornada de la tarde donde asisten mayor número de usuarios, de acuerdo al dato obtenido de software de control OMADA-TP LINK son 444 clientes conectados en esta jornada, en la figura 14 se puede observar el resumen de la captura de datos.

Mediante el uso de la herramienta Wireshark, se obtiene la data donde muestra el tipo de protocolo que se emplea, en el Anexo 10 se muestra parte de la data y proceso.

**Figura 13**  
*Protocolos usados en la red inalámbrica*



**Nota.** La grafica se elabora en base al total de peticiones por protocolo capturado mediante la herramienta Wiresark. **Fuente:** Elaboración propia

En el transcurso de la jornada, se capturan un estimado de 939322 paquetes, en donde el 73% corresponde a peticiones web, tráfico de protocolo TCP mediante el puerto 80, por lo que se los tiene presente para su análisis respectivo.

**Figura 14**  
*Tráfico Capturado en la red inalámbrica*



**Nota.** Resumen de datos del tráfico originado en la red inalámbrica, obtenido de software de control OMADA- TP LINK. **Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4. Falencias y Potenciales de la infraestructura de red

El análisis y diagnóstico en el estado inicial de la red, muestra inconvenientes relevantes en los que se enfoca la propuesta del proyecto, tomando en cuenta los objetivos y la orientación de la institución además de la implicación de cada uno de sus procesos y sus puntos críticos, de donde se concluye:

Una vez realizada las inspecciones a las instalaciones, se realiza el monitoreo, recopilación y análisis de datos, se observa que la infraestructura actual presenta graves falencias en su desempeño y fiabilidad, donde se resaltar.

#### **4.4.1. *Falencias de la red a nivel físico***

- La infraestructura actual no presta las condiciones mínimas de seguridad, arquitectura y escalabilidad requeridas por la institución.
- Los cuartos de equipos no disponen de mecanismos de control de accesos electrónico, la apertura se lo realiza mediante personal recepción.
- Las instalaciones no cuentan con sistemas de energía eléctrica asegurada y sistema de puestas a tierra.
- El equipo servidor no dispone de equipos de protección eléctrica propia, además de un lugar y ubicación adecuado.
- No disponen de sistemas o equipos de monitoreo de la red.
- El cableado en el rack de equipos no se encuentra instalado bajo normativa además de que no disponen de etiquetado.
- El cableado se encuentra implementado con diferentes cables categorías UTP
- El cableado no dispone de bandeja o escalerilla.
- El rack de equipos no se encuentra ubicado de forma adecuada impidiendo la manipulación libre de los dispositivos.
- Los equipos del rack de telecomunicaciones no se han organizado de forma adecuada, además de que no se encuentra etiquetado, lo que dificulta la identificación de problemas.
- No disponen de planes de contingencia para desastres, eventos no deseados o fallas.
- Los equipos informáticos y de red no cuentan con protección ante la posibilidad de amenazas físicas o ambientales.
- Por su ubicación física el área asignada como cuarto de equipos no cuenta con el debido resguardo.
- En los racks principales no se aprovechan los espacios de forma correcta ya que los dispositivos de menor tamaño se encuentran montados unos sobre otros sin sus respectivas bandejas.
- Equipos de accesos instalados en bandejas o soportes de pared.

- Los gabinetes de pared son abiertos se encuentran instalados en lugares no adecuados dejando los equipos de red expuestos a manipulaciones no deseadas.
- Los puntos de red fija para las estaciones de trabajo no cumplen requisitos mínimos de instalación o etiquetado.
- No se dispone de un conjunto de componentes de equipos que conformen la red de frontera.
- El UPS no cumple con los requerimientos necesarios para soportar a la cantidad de equipos disponibles.

#### ***4.4.2. Falencias de la red a nivel Lógico***

- Al no disponer sistemas o equipos de monitoreo no se realiza control de fallos o errores de transmisión.
- Los datos se replican por toda la red mediante LAN virtuales permitiendo su acceso indebido.
- No disponen de herramientas para la gestión de seguridad o mapeo de la red
- No se realiza auditoría de la red con el fin de ubicar o monitorear vulnerabilidades.
- No se emplea sistemas de encriptación que permitan proteger su data sensible
- No disponen de metodología para creación, gestión y administración de contraseñas.
- La institución no dispone de seguridad perimetral.
- Los equipos y sus respectivas configuraciones, no fueron planificadas, se implementaron de acuerdo al crecimiento de la institución.
- El acceso inalámbrico a la red se lo realiza mediante un único usuario y contraseña para estudiantes y personal administrativo y para los docentes mediante MAC.
- El acceso a internet no se encuentra delimitado o segmentado según requerimientos o tipo de usuarios.
- Desconocimiento de los diferentes tipos de peligros como como phishing, ransomware, ataques etc. que involucra acceso a una red insegura.

#### **4.5. Previsión de problemas en la red**

- La institución prevé una expansión a corto plazo por lo que el incremento de usuarios, acarrea de igual forma incrementar la infraestructura para satisfacer sus demandas de conexión y aplicativos. La infraestructura actual no presta las facilidades para una escalabilidad planificada, lo que desembocará en una serie de inconvenientes de conexión, seguridad y ancho de banda.
- Por su topología si el único dispositivo de mayor jerarquía falla está sujeta a fallos en cadena.
- El aumento de usuarios exigirá los recursos de CPU y memoria del servidor de aplicativos lo que puede desencadenar inconvenientes de software o hardware.
- El no disponer de políticas de calidad de servicio no prioriza el acceso a los recursos, servicios o aplicaciones hacia los departamentos donde son indispensables.
- La infraestructura de red actual no establece segmentos definidos, por lo que no permite una adecuada configuración de nuevos recursos o accesos.
- No disponer de un balanceo de carga, provoca un desmedido tráfico de entrada y salida, lo que incumple el propósito de disponer de una red de datos de alta disponibilidad.
- No disponer de una política de contraseñas tanto para el acceso a los recursos de red o a los equipos de red, la exponen a posibles fallos de seguridad o eventos mal intencionados o no deseados.
- EL no disponer de un cableado estructurado que cumpla con normativas la exponen a saturación o bajo rendimiento.

#### **4.6. Potenciales**

Tomando en cuenta las falencias halladas tanto a nivel físico como lógico, se elabora un plan de mejoras para que la infraestructura disponga de un adecuado despliegue y de un tráfico adecuado con un ancho de banda distribuido de manera eficiente.

#### **4.6.1. Físico**

Los dispositivos de red con los que está constituida la red de la institución tanto los equipos de núcleo y distribución son router y switches administrables de la marca CISCO, de igual manera para la red de acceso se cuenta con switch administrables de la marca CISCO y AP de la marca TPLINK todos los equipos cuentan con un prolongado tiempo de vida útil. Para el caso de routers y switches Cisco se puede constatar que disponen de versiones IOS aún en vigencia, adicional el uso de CPU y memoria son bajos.

El cuarto de equipos cuenta con piso y techo de losa de concreto armado y una puerta de acceso (0,90 m de ancho y 2,30 m de altura), los rack y armarios cumplen con estándares, los elementos de red pasiva como jacks, Face Plates, de las áreas de trabajo, los organizadores de cable, paneles de parcheo y bandejas de los racks se encuentra en buen estado.

#### **4.7. Resultados Obtenidos**

Posterior al análisis de la observación, monitoreo, toma de datos realizado se identifican puntos relevantes de control deficiente, que se tornan en puntos débiles, por lo que se hace necesario su mitigación.

**Tabla 7**  
*Detalle de Vulnerabilidades Encontradas*

| ÍTEM | VULNERABILIDAD  | AMENAZA  | RIESGO                                   | ACTIVO           |
|------|---|--|--|------------------|
| 1    | Falta de normativa para contraseñas   | Manejo de información sin restricción          | Sustracción de datos                     | Seguridad lógica |
| 2    | Falta de segmentación de red  | información se envía a todos los dispositivos  | Sustracción de datos                     | Seguridad lógica |
| 3    | Puntos de red operativos no utilizados.                                     | Manipulación inadecuada                        | Sustracción de datos                     | Seguridad lógica |
| 4    | No existe Respaldo de datos   | Perdida de datos                               | Reproceso de actividades                 | Seguridad lógica |
| 5    | Dispositivos de uso compartido  | Uso inadecuado                                 | Extracción de información                | Seguridad lógica |
| 6    | Contraseñas de dispositivos deficientes                                     | Ingreso no autorizados al sistema              | Daño o robo de la información            | Seguridad lógica |
| 7    | Antivirus no actualizados   | Ataques  | Daño de la información                   | Seguridad lógica |
| 8    | Claves expuestas en las áreas de trabajo                                    | Ingreso de intrusos a la red                   | Acceso no autorizados a la red           | Seguridad lógica |
| 9    | Libre uso de Internet.  | Interceptación de datos                        | Manejo de información inadecuado         | Seguridad lógica |
| 10   | Aplicativos usados sin documentación  | Uso inapropiado                                | Información errónea                      | Software         |
| 11   | Cableado sin etiquetado   | Desconocer ubicación del equipo                | Conexiones incorrectas                   | Redes            |
| 12   | Cableado no cumple con normativas   | Desconexión de equipos                         | Tiempo de transmisión de datos elevados  | Redes            |
| 13   | Documentación inexistente de la infraestructura de red                      | Daños en la red                                | Tiempo perdido en identificación de daño | Redes            |
| 14   | Políticas de seguridad de accesos a las instalaciones                       | Acceso personal no autorizado                  | Sustracción de equipos                   | Redes            |
| 15   | No existen políticas y procedimientos para el análisis y gestión del riesgo | Eventos imprevistos                            | Perdida de equipos                       | Redes            |
| 16   | No se evalúa o monitorea el desempeño de la red                             | Desconocer prioridades de los equipos          | Equipos sin reposición                   | Redes            |
| 17   | Deterioro de la red   | Presencia de interferencias electromagnéticas  | Demora en las actividades                | Redes            |
| 18   | Equipos de red instalados en zonas expuestas.                               | Manipulación de dispositivos sin autorización. | Daño de la red                           | Redes            |
| 19   | No existe sistema de tierras  | Voltajes transitorios                          | Perdida de equipos                       | Redes            |
| 20   | Ventilación Inexistente   | Altas temperaturas                             | Daños dispositivos                       | Hardware         |
| 21   | Uso inadecuado UPS  | Caída de voltaje.                              | Pérdida total de los dispositivos        | Hardware         |
| 22   | Seguridad Física de las instalaciones deficiente.                           | Daños por catástrofe natural.                  | Alto costo                               | Hardware         |
| 23   | Tiempo de vida útil   | Reducido mantenimiento a los dispositivos      | Hardware obsoleto                        | Hardware         |
| 24   | No se presentan proyectos para renovación de infraestructura                | Dispositivos cumplen su vida útil              | Hardware obsoleto                        | Hardware         |

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.8. Análisis de demanda de la infraestructura proyectada**

Debido a los resultados obtenidos en el análisis previo se hace necesaria la intervención en los siguientes niveles.

**Nivel Físico:** A nivel físico la institución requiere el diseño de cableado estructurado basado en el estándar TIA/EIA-568 donde especifica los requisitos mínimos con los que debe cumplir la infraestructura, con el objeto de facilitar el acceso a los recursos de telecomunicaciones (topologías, trayectoria, distancia, conectorización, desempeño), así como una readecuación del espacio físico donde se alojan los racks de equipos.

**Nivel Lógico:** A nivel lógico la institución requiere un sistema de protección perimetral como primer anillo de seguridad ante intrusiones o ataques no deseados, un sistema redundante el que permita proveer mayor disponibilidad de la red con el objeto de evitar puntos únicos de fallo en la red, prioridad para el acceso a los recursos, servicios y aplicaciones para la implementación de calidad de servicios, así como política o normativa para la administración de usuarios y contraseñas.

**Infraestructura:** La institución requiere una infraestructura de red jerárquica como lo recomienda CISCO, que permita la distribución de tráfico de forma eficiente, además, de un diseño de red que sea escalable, disponible, adaptable y sobre todo que soporte servicios futuros y los continuos incrementos de tráfico, dado sus aplicativos esenciales, disponer de un servidor espejo en caso de fallos es un elemento recomendable, pero no contemplado dentro del proyecto.

## **4.9. Resultados Post Implementación**

### ***4.9.1. Diseño de la propuesta***

De acuerdo a lo planteado en el capítulo anterior, se consideró PPDIIOO de CISCO para el presente proyecto por tratarse de una propuesta se emplea las primeras tres fases planear, preparar y diseñar en dónde se expone demandas, fallos, exigencias, capacidades para el buen desempeño de la red y el modelo de seguridad para redes SAFE de CISCO que define una arquitectura modular, aplicando normativa ANSI/EIA/TIA

Al inicio de cada fase se contempla una reseña de los elementos a tener en cuenta para la elaboración del diseño, el método y el enfoque en los que se sustentarán el diseño, adicional una medición de los alcances de la red para cada una de las áreas de la institución

#### **Fase I: Preparar**

Mediante los resultados obtenidos en la entrevista al responsable de TI del instituto y las inspecciones en sitio se definieron un conjunto de indicadores relevantes para el diseño de la red, los mismos se detallan:

### ***4.9.2. Aplicaciones y Servicios de la Red***

En la institución se utilizan cinco aplicaciones que se detallan, Moodle (sistema de gestión de aulas virtuales), Alfresco (sistema de gestión documental), SEDI (Sistema de Evaluación Docente), Gestión de redes inalámbricas que se encuentran alojados de forma virtual en un servidor físico, por lo que el acceso debe ser de alta disponibilidad e importancia, adicional, mediante servicio contratado de hosting se aloja el sistema escolástico SAGA (Sistema de evaluación docente y Acceso a

servicios estudiantiles), el servicio de correos bajo el dominio tecnologicosucre.edu.ec, la página web <http://www.tecnologicosucre.edu.ec>.

Para los servicios que disponen la institución, cuentan con un switch´s administrables de la marca CISCO como equipo de frontera, capa de núcleo y distribución y acceso, equipos AP´s inalámbrico de capa de acceso de la marca TP LINK lo que les permite segmentar, controlar y administrar los recursos

En la tabla 4 y tabla 5 se detallan los equipos de red con los que cuentan la institución y se usaron para el desarrollo de la presente propuesta

En el servidor se encuentra alojados los aplicativos bajo sistema operativo CENTOS en máquinas virtualizadas mediante VMware ESXi, en la tabla 9 se detalla las características del servidor.

### **Tabla 8**

*Características del servidor*

| <b>Item</b> | <b>Característica</b>  |
|-------------|--|
| Modelo      | Poweredge T140   |
| Procesador  | Intel® Xeon E-2124 4 Nucleos (Quadcore) de 3.30 GHz            |
| Disco Duro  | 2TB (2000GB) a 7200 RPM<br>Conexión Sata 3.5"                  |
| Memoria RAM | 16 GB U-DIMM DDR4 ECC  |
|             | Unidad de DVD  |
| Frontal     | 1x USB 3.0, 1x iDRAC micro<br>USB 2.0 puerto de administracion |

**Fuente:** Elaboración propia. Tabla de características servidor.

### **Metas y Limitaciones de la institución**

Dentro de los Objetivos Estratégicos publicados en su PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL 2021-2025 del Instituto Tecnológico Superior SUCRE se resalta lo siguiente:

Objetivo Específico 1.3.- Repotenciar los sistemas tecnológicos existentes para cumplir con las necesidades de la comunidad educativa.

Estrategia: Desarrollo de herramientas tecnológicas como aula virtual, sistema de gestión académico, sistema de gestión documental, seguridad informática y otros (Ortiz et al, 2021).

El Instituto Tecnológico Superior SUCRE es una institución educativa superior pública cuyo ente rector es la Secretaria de Educación Superior Ciencia y Tecnología e Innovación que depende de una asignación de recursos por parte de la subsecretaria de Institutos Técnicos, Tecnológicos y Conservatorios, por lo que no dispone de un presupuesto económico propio lo que dificulta la adquisición de equipos para su infraestructura tecnológica.

### **Metas y Limitaciones técnicas**

Dentro de los Objetivos Estratégicos publicados en su PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL 2021-2025 del Instituto Tecnológico Superior SUCRE se resalta lo siguiente:

Objetivo Específico 1.4.- Repotenciar la infraestructura física para un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje, con accesibilidad y permanencia para personas con discapacidad.

Estrategia: Generar proyectos y convenios interinstitucionales, Vinculación y autogestión que permitan la repotenciación de la infraestructura (Ortiz et al, 2021).

En cuanto a la limitación técnica, el cableado estructurado con el que viene trabajando la institución no proporciona las condiciones requeridas para la prestación de sistemas de servicios voz, datos y video, además, de ser una infraestructura flexible que admita modificaciones, actualizaciones o integraciones con otros sistemas.

## **Fase II: Planear**

Para la fase de planeación se tienen presentes las diferentes problemáticas que se encontraron posterior al procesamiento de la información realizada.

Las redes inalámbricas no se encuentran instaladas de forma adecuada lo que provoca puntos sin cobertura.

La red no dispone de sistema de redundancia lo que la expone a tiempos fuera de servicio por modificaciones o mantenimiento y por posibles fallos.

En la topología de red actual se evidencia un modelo jerárquico básico lo que conlleva inconvenientes para la resolución de problemas que se presente en la vida útil de la misma, además de una adecuada distribución y rendimiento del conjunto de equipos

Debido al rápido crecimiento del número de estudiantes de la institución, los recursos de la infraestructura, aplicaciones y servicios también se ven forzados a crecer, lo que requiere de una infraestructura robusta que los apalanque.

## **Fase III: Diseñar**

En base a las deficiencias detalladas en la fase de planeación en la infraestructura de telecomunicaciones actual de la institución, en esta fase se realiza el diseño lógico y físico de la red, tomando las definiciones de la metodología PPDIOO,

### ***4.9.3. Diseño de la Topología de Red***

Para la institución se debe tener en cuenta los distintos departamentos de los que está conformada, así como los factores propios de la topología seleccionada que se detallan:

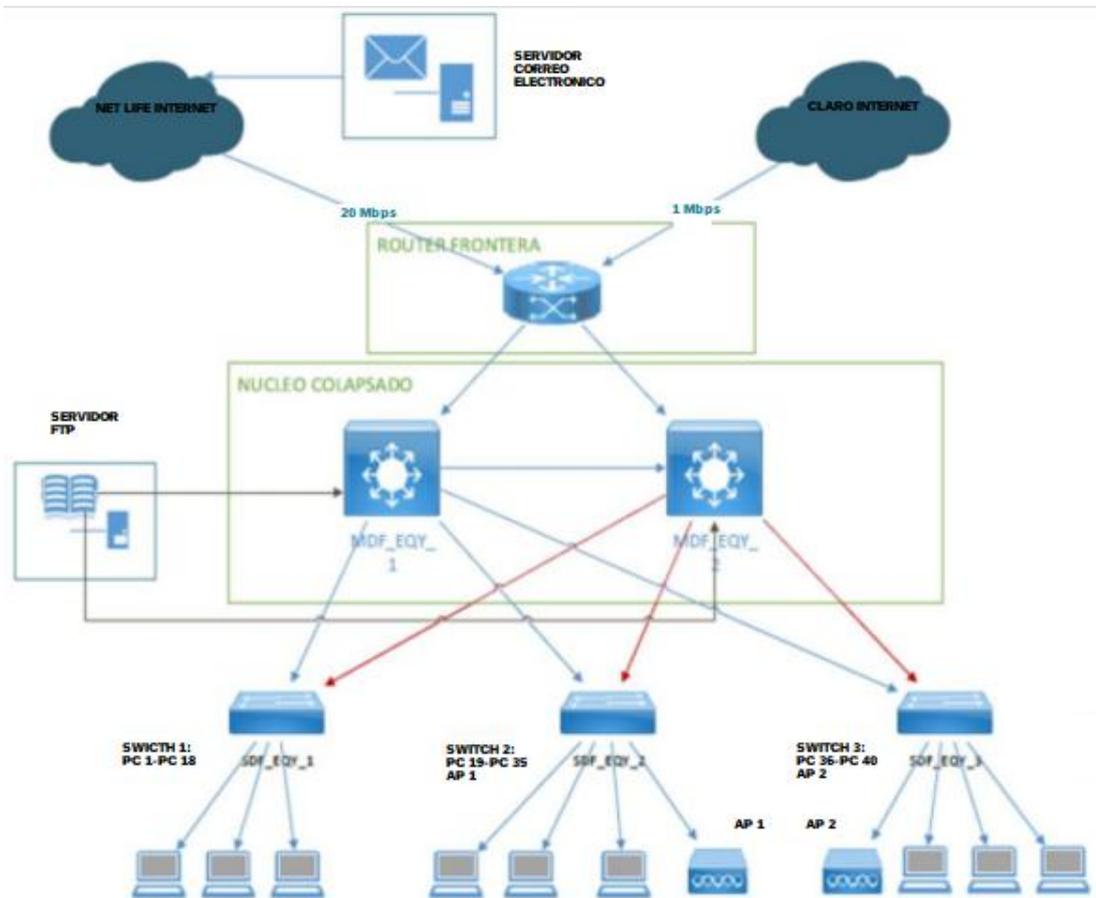
Aplicaciones y servicios

Escalabilidad, redundancia y disponibilidad de la red  
El tipo de administración aplicable a la red

### Selección de la Topología de Red

En la red de la institución se ha optado por la topología tipo estrella de núcleo colapsado, por ser la que más acerca a las soluciones necesarias.

**Figura 15**  
*Topología de red propuesta*

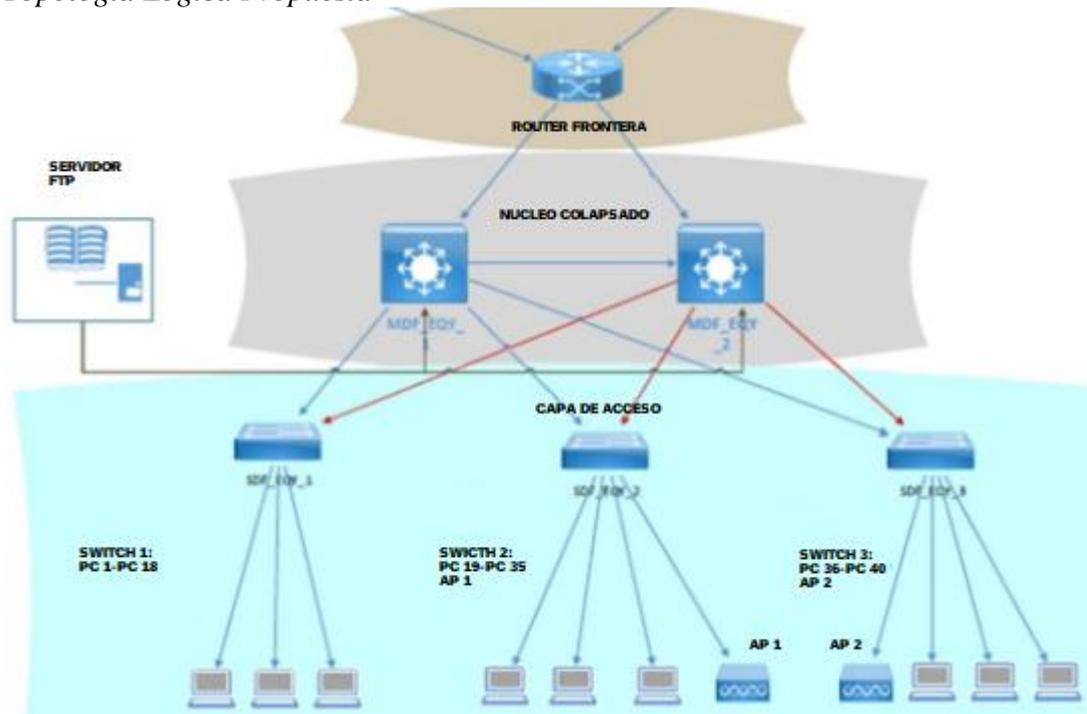


**Fuente:** Topología de red (Guevara & Quizpi, 2021)

## Topología Lógica

En cuanto a la topología lógica se opta por el diseño de red jerárquico por capas con un enfoque de arriba hacia abajo (Top Down), con las respectivas capas dentro de la topología se determina las funciones que desempeña.

**Figura 16**  
*Topología Lógica Propuesta*



**Fuente:** Topología de red (Guevara & Quizpi, 2021)

### 4.9.4. Topología de Red de Propuesta

Para el Campus Norte por disponer del servidor de aplicativos y un mayor número de usuarios la topología de red propuesta es de Núcleo Colapsado ya que consta de dos capas: la Capa de Core / Distribución y la Capa de Acceso.

Como equipo de borde un router, la Capa Core / Distribución esta provista de dos Switches de Capa 3, se propone un equipo adicional de las mismas características del que se dispone en la red actual de la institución Swith Cisco Catalyst 3560-X Series,

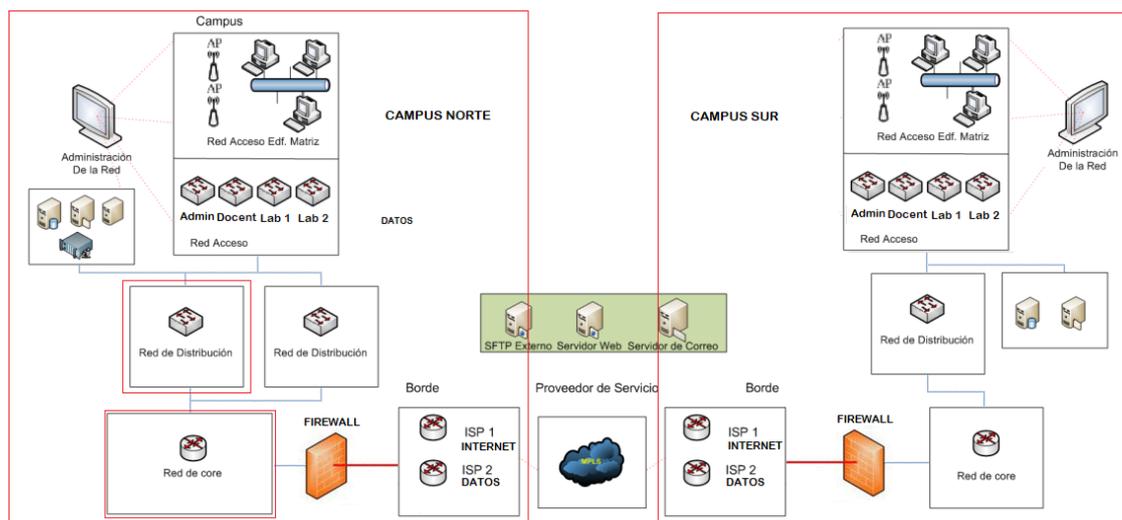
quienes proporcionan redundancia a la red; esta capa se conecta al router de frontera, el cual se conecta con los routers de los ISP.

La capa de Acceso los equipos con los que disponen la institución, Switcho Cisco Catalyst 2960-S Series y Catalyst 2950-S Series además de los AP TPLINK.

Tanto para el campus norte y sur se dispone el uso de Firewall virtual

Una vez puesto en práctica todas las referencias de las etapas anteriores se presenta el diseño de la topología de red.

**Figura 17**  
*Topología de red Jerárquica propuesta*



**Fuente:** Elaboración propia

## Direccionamiento

### *Físico*

En la institución se identificaron tres grupos de usuarios que se conectan a la red para los que se detalla, los estudiantes con sus laboratorios, los docentes con una toma de datos en cada una de las aulas, sala de profesores y personal administrativos de igual

forma con una toma de datos para cada oficina además de las impresoras y Telefonía IP.

En la tabla 10, se detalla un estimado de usuarios conectados a la red LAN por jornada de estudios en los dos campus, que se toma como referencia para la colocación de datos en el cableado estructurado.

**Tabla 9**

*Dispositivos conectados a la red LAN*

| CAMPUS          | NORTE      | SUR       |
|-----------------|------------|-----------|
| ESTUDIANTES     | 80         | 40        |
| DOCENTES        | 30         | 20        |
| ADMINISTRATIVOS | 10         | 4         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>120</b> | <b>64</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

### *Lógico*

En esta etapa se delimita los apartados de la segmentación IPv4, se lo realiza mediante direccionamiento IPv4 con un rango de direcciones IP de clase C, con un enmascaramiento acorde al número de equipos que se requiere, con lo que se abarca tanto a los puntos de red como a la red WLAN, de igual manera se mantiene la segmentación de cuatro VLAN's para un manejo óptimo de la IP's.

**Tabla 10**

*Direccionamiento ip*

| VLAN | DIRECCIÓN DE RED   | MASCARA         | NOMBRE          |
|------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 10   | 192.168.10.0 / 28  | 255.255.255.240 | SERVIDOR        |
| 30   | 192.168.30.0 / 24  | 255.255.255.0   | DOCENTES        |
| 50   | 192.168.50.0 / 25  | 255.255.255.128 | ADMINISTRATIVOS |
| 70   | 192.168.70.0 / 26  | 255.255.255.192 | INVITADOS       |
| 80   | 192.168.80.0 / 26  | 255.255.255.192 | CÁMARAS         |
| 90   | 192.168.90.0 / 28  | 255.255.255.240 | VoIP            |
| 100  | 192.168.100.0 / 22 | 255.255.252.0   | ESTUDIANTES     |

**Nota:** Tabla de VLAN's y direccionamiento IP. **Fuente:** Elaboración propia.

## Diseño lógico

De acuerdo a la recomendación de Cisco el modelo jerárquico de tres capas: capa de núcleo, capa de distribución y capa de acceso con lo que se asegura escalabilidad, confiabilidad y flexibilidad, se ha considerado un modelo de núcleo colapsado donde la capa de núcleo y distribución forman una sola, sin dejar las prestaciones que permite el modelo jerárquico.

## Diseño de la WLAN

Se ha considerado las áreas de mayor concurrencia como aulas, auditorio, oficinas patios y corredores para garantizar el acceso de usuarios a los recursos de red, en la tabla 12 se detalla el estimado de equipos que se conectan en la jornada con mayor afluencia que se obtuvo posterior al análisis de monitoreo realizado a los equipos de la institución.

**Tabla 11**

*Equipos conectados a la red wlan*

| CAMPUS          | NORTE      | SUR        |
|-----------------|------------|------------|
| ESTUDIANTES     | 500        | 300        |
| DOCENTES        | 30         | 20         |
| ADMINISTRATIVOS | 10         | 4          |
| VISITANTES      | 5          | 5          |
| <b>TOTAL</b>    | <b>540</b> | <b>324</b> |

**Nota:** Equipos de usuarios conectados a la red de acceso inalámbrico. **Fuente:** Elaboración propia.

Se tiene en consideración de hasta dos dispositivos por usuario conectados al mismo tiempo como situación crítica, la institución registra 1500 estudiantes para el campus norte 1100 estudiantes campus sur, 70 docentes campus norte, 60 docentes campus sur y 20 funcionarios administrativos por lo que no se cuenta con el porcentaje de utilización.

Los edificios son de construcción resistente con losa de concreto armado, paredes perimetrales construidos de techo a piso con bloque de acabado liso y pintura, las

aulas albergan entre 15 a 20 estudiantes con un área promedio de 73 m<sup>2</sup>, cuatro aulas por piso tanto para el campus norte y sur.

Bajo estas condiciones, se considera un AP por piso, en el caso del campus norte, por disponer pisos con mayor concurrencia, se instalarán dos AP's en el piso dos, tres y cuatro y en el piso 7 cuatro AP's. En los sitios elegidos no se dispone de equipos cercanos de iluminación u otro cableado (eléctrico, datos).

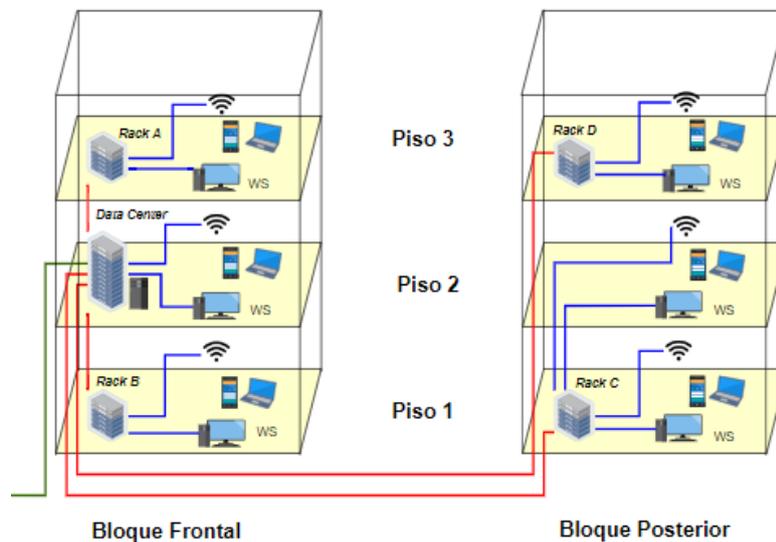
### **Diseño físico**

Para el diseño físico se considera los equipos activos con los que ya cuenta la institución por sus altas prestaciones y prolongada vida útil, en los casos donde se requiere de equipos adicionales se tiene como prioridad la marca Cisco ya que los equipos de core, núcleo y acceso que dispone la institución son de esta marca, evitando así posible incompatibilidad entre marcas, además de sus acreditadas prestaciones. Con base a las necesidades de la red se emplean tablas de decisión para los posibles equipos necesarios, tomando las especificaciones que se exponen en sus respectivos catálogos

### **Cableado estructurado**

En el diseño del cableado estructurado se toma como referencia el estándar TIA/EIA-568 que especifica el diseño, construcción y administración para la integración de los elementos de una manera jerárquica para proporcionar un sistema de comunicación unificada.

**Figura 18**  
*Estructura del cableado estructurado*



**Fuente.** Elaboración propia.

### **Rutas de telecomunicaciones**

Define el tendido de cable y tipo de conductor, se detalla:

Ruta externa: Acometida del ISP desde ingreso de la vía pública hasta la sala de equipos está conformada por tubería PVC sobrepuesta por el ingreso hacia el ducto vertical del edificio

Rutas internas: Escalerilla Porta Conductores Galvanizada a lo largo del ducto vertical del edificio y ramificaciones con canaleta hacia cada una de las estaciones de trabajo, AP's, cámaras, etc.

### **Cableado vertical**

Para el edificio del campus norte comprende, desde la sala de equipos del switch de núcleo colapsado alojado en el segundo piso, hacia los switches de acceso, alojados en la planta baja, en el séptimo piso y en el edificio adjunto se alojan en el laboratorio de planta baja y en el laboratorio del cuarto piso.

Para el edificio del campus sur comprende desde la sala de equipos ubicada en el segundo piso del edificio principal hasta el laboratorio del piso tres y en edificio adjunto en el laboratorio del segundo piso.

Debido a que son enlaces de alta velocidad y capacidad de datos además de que en algunos casos las distancias que recorren no superan los 100 m. se ha considerado el uso de cable UTP Categoría 6A que cumpla con las especificaciones mínima de la norma ANSI/TIA-568-C.2.

### Cableado horizontal

Proporciona los servicios desde los switches de accesos hacia los terminales finales, áreas de trabajo o AP's, se consideran seis racks para el campus norte y dos para el campus sur la distancia entre puntos no supera los 100 m y se ha considerado el uso de cable UTP Categoría 6A que cumpla con las especificaciones mínima de la norma ANSI/TIA-568-C.2.

**Tabla 12**  
*Evaluación Cable Utp*

| Atributo             | Cat 6   | Cat 7  | Cat 8  |
|----------------------|---|--|--|
| Frecuencia           | 250MHz  | 600MHz   | 2000MHz  |
| Velocidad            | 1 Gbps/10 Gbps                                | 10 Gbps  | 25 Gbps/40 Gbps  |
| Distancia            | 100m - 1 Gbps<br>37-55m - 10 Gbps             | 100m   | 30m  |
| Tipo de par trenzado | UTP o SFTP                                    | SFTP o SSTP  | SFTP   |
| Tipo de Conector     | RJ45  | Sin RJ45   | Clase I: RJ45<br>Clase II: Sin RJ45                                    |
| Aplicación           | Empresas<br>Dispositivos de alta<br>velocidad | Centro de Datos<br>Aplicaciones de<br>banda ancha de alta<br>velocidad | Centro de Datos<br>Aplicaciones de<br>banda ancha de alta<br>velocidad |

**Nota:** adaptado de *What is different between CAT8 and CAT5, CAT5E, CAT6, CAT6A, CAT7, CAT7A*, LITANG, 2020 **Fuente:**

(<http://www.litangcables.com/What-is-different-between-CAT8-and-CAT5-CAT5E-CAT6-CAT6A-CAT7-CAT7A-id3496183.html>)

Por ofrecer menor complejidad en instalación e insumos el cable UTP categoría 6 cumple con una capacidad de transmisión de 10 Gbps, permite POE necesario para los Ap's, para uso en canaleta de igual manera se ha considerado el uso de cable UTP Categoría 6A que cumpla con las especificaciones mínima de la norma ANSI/TIA-568-C.2.

### Áreas de trabajo

Se considera la distribución de los puntos de red para cada bloque dentro de los campus uno en cada aula, una para cada punto de acceso inalámbrico, uno para cada oficina, veinte puntos en cada uno de los laboratorios dos por cada puesto de trabajo y uno por cada cámara, además de tener en cuenta una futura expansión.

**Tabla 13**  
*Tomas De Datos*

|              |          | Tomas de datos Aulas | Cámaras   | AP's      | Tomas de datos Laborat |            |
|--------------|----------|----------------------|-----------|-----------|------------------------|------------|
| CAMPUS NORTE | BLOQUE 1 | PB                   | -         | 6         | 1                      | 20         |
|              |          | Piso 1               | 4         | 1         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 2               | 4         | 2         | 2                      | -          |
|              |          | Piso 3               | 4         | 1         | 2                      | -          |
|              |          | Piso 4               | 4         | 1         | 2                      | -          |
|              |          | Piso 5               | 4         | 1         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 6               | 4         | 1         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 7               | 8         | 1         | 4                      | 20         |
|              |          | Piso 8               | 4         | 2         | 1                      | -          |
|              |          | BLOQUE 2             | PB        | 3         | 4                      | 1          |
|              |          | Piso 1               | 2         | 1         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 2               | 2         | 1         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 3               | 2         | 1         | 1                      | 20         |
|              |          | Piso 4               | 2         | 1         | 1                      | -          |
| CAMPUS SUR   | BLOQUE 1 | PB                   | 3         | 2         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 1               | 3         | 2         | 1                      | 20         |
|              |          | Piso 2               | 3         |           | 1                      | -          |
|              | BLOQUE 2 | PB                   | 3         | 2         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 1               | 3         | 2         | 1                      | -          |
|              |          | Piso 2               | 3         |           | 1                      | 20         |
|              |          | <b>TOTAL</b>         | <b>85</b> | <b>32</b> | <b>26</b>              | <b>120</b> |
| <b>263</b>   |          |                      |           |           |                        |            |

**Nota:** Detalle de la distribución de los puntos de red para cada bloque dentro de los campus **Fuente:** Detalle puntos de red. Elaboración propia

Para los puntos en las áreas de trabajo se ubican a 45 cm del piso, a 2.6 m de altura para las cámaras ip, para las áreas de trabajo en los laboratorios se ubican en la parte posterior de las mesas de trabajo

### **Cuarto principal de telecomunicaciones**

Para el campus norte el rack principal se ubica en el piso 2 del edificio principal, con unas dimensiones 1.80 m de largo, 1.70 m ancho y de 2.50 m de alto, con puerta de 0.90 m de ancho por 2 m de alto y con puerta de reja metálica sobrepuesta externa como medio de protección, con solo un rack que contienen los equipos routers, switch y DVR's, su ubicación junto al ducto del ascensor si bien no es estratégica por su fácil acceso al público, es práctica ya que está alejada de los ingresos principales cerca de las áreas donde mayor demanda de servicios existe y por encontrarse junto al ducto vertical del edificio.

Se considera una barra de cobre perforada de 2 pulgadas y  $\frac{1}{4}$  de espesor con omegas y aisladores y cable suave AWG calibre 6, para centralizar el sistema de puestas a tierra (TGB) de todos los equipos y accesorios para su protección y adecuado funcionamiento. Por la cantidad de equipos y para mantener la temperatura en alrededor de los 17 y 21 °C, se recomienda instalar aire acondicionado.

Para el campus sur el rack principal se ubica en el segundo piso del edificio principal al interior de oficina de Gestión Ambiental con unas dimensiones 1.50 m de largo, 1.20 m ancho y de 3.00 m de alto, con puerta de reja 1.20 m dispone dos puertas de reja de metal sobrepuestas externas propias de la oficina, su ubicación es estratégica ya que está ubicado en el medio del edificio. Por el espacio reducido y por ser un área cerrada sin acceso de ductos se recomienda centralizar el sistema de puestas a tierra en un punto externo.

### **Recorrido de cables**

Las distancias estimadas para el tendido de cableado horizontal se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 14**  
*Recorrido Cable Utp Horizontal*

|              | RACK | Total de Tomas de Datos | Total Estimado (m) | Reserva Rack (m) | Reserva Espacios (m) | Espacio Pared Rack (m) |
|--------------|------|-------------------------|--------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| CAMPUS NORTE | A    | 91                      | 1216               | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | B    | 20                      | 90                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | C    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | D    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | E    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
| CAMPUS SUR   | A    | 32                      | 380                | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | B    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | C    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | D    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
|              | E    | 20                      | 70                 | 3                | 0,3                  | 0,7                    |
| <b>TOTAL</b> |      | <b>283</b>              | <b>2176</b>        | <b>30</b>        | <b>3</b>             | <b>7</b>               |
|              |      |                         | <b>2216</b>        |                  |                      |                        |

**Fuente:** Elaboración propia

Para el tendido de cableado vertical se detalla en la tabla 15 siguiente:

**Tabla 15**  
*Recorrido vertical*

|              | TRAMO | Longitud Estimado (m) | Reserva Rack Secundario (m) | Reserva Rack Principal (m) | Espacio pared Rack Secundario (m) | Espacio pared Rack Primario (m) | Factor de bajada subida (m) |
|--------------|-------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| CAMPUS NORTE | A-B   | 50                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
|              | A-C   | 70                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
|              | A-D   | 70                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
|              | A-E   | 90                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
| CAMPUS SUR   | A-B   | 20                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
|              | A-C   | 20                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
|              | A-D   | 40                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
|              | A-E   | 20                    | 3                           | 3                          | 0,7                               | 0,7                             | 3                           |
| <b>TOTAL</b> |       | <b>380</b>            | <b>24</b>                   | <b>24</b>                  | <b>5,6</b>                        | <b>5,6</b>                      | <b>24</b>                   |
|              |       |                       | <b>463,2</b>                |                            |                                   |                                 |                             |

**Fuente:** Elaboración propia

### Distribución del equipo activo

Adicional al rack A de los cuartos de equipos principales se detallan los racks de pared B, C, D y E.

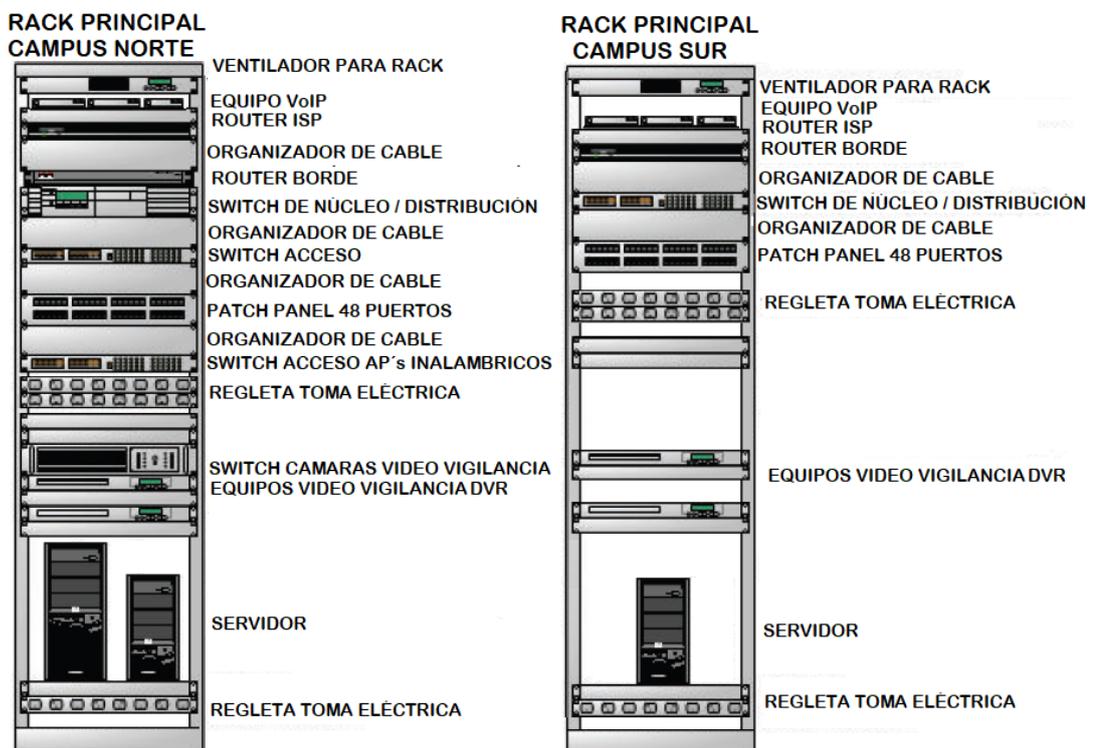
## Rack A o Rack Principal

El rack principal del campus norte se aloja en el cuarto de equipos ubicado en el piso dos del edificio principal, es un rack de 37 posiciones UR abierto y contiene los dos router de los ISP's, un router y dos switches de núcleo colapsado, dos switches de capa 2 de 24 puertos y dos equipos DVR's uno de 16 y otro de 8 cámaras DVR's, adicional se colocará una bandeja para contener a los servidores

El rack principal del campus sur se aloja en el cuarto de equipos ubicado en el piso dos del edificio principal, es un rack de 37 posiciones UR abierto y contiene los dos router de los ISP's, un switch de capa 2 de 24 puertos y dos equipos DVR's de cuatro cámaras, adicional se colocará una bandeja para contener al servidor.

### Figura 19

*Rack Principal Campus Norte y Sur*



**Nota:** Ubicación de equipos en el rack principal Campus Norte. **Fuente:** Elaboración propia

### **Rack del campus norte**

**Rack B** Se encuentra ubicado en la planta baja del edificio principal y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared de la oficina de secretaria.

**Rack C** Se encuentra ubicado en el piso siete del edificio principal y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared, se encuentra empotrado en la pared de ingreso a la sala de docentes.

**Rack D** Se encuentra ubicado en la planta baja del edificio posterior y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared posterior de la biblioteca.

**Rack E** Se encuentra ubicado en piso tres del edificio posterior y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared de ingreso al laboratorio.

### **Rack del campus Sur**

**Rack B** Se encuentra ubicado en la planta baja del edificio principal y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared lateral de la sala de reuniones.

**Rack C** Se encuentra ubicado en piso siete del edificio principal y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared posterior del laboratorio.

**Rack D** Se encuentra ubicado en la planta baja del edificio posterior y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared lateral del laboratorio.

**Rack E** Se encuentra ubicado en piso siete del edificio posterior y contiene un switch de 24 puertos, es un rack de 9 posiciones UR de montaje de pared empotrado en la pared posterior del laboratorio,

En cada uno de los rack se considera un espacio para futuras aplicaciones como servicios de video vigilancia, seguridad electrónica, monitoreo, IoT, etc.

**Figura 20**  
*Rack de Pared*



**Fuente:** Detalle de la ubicación de equipos en los racks de pared. Elaboración propia

### **Etiquetado**

Para un manejo adecuado de la red se recomienda el etiquetado bajo la norma TIA/EIA 606-A que son precisas en cuanto a la señalización y etiquetado

Por tratarse de un sistema que abarca varios racks dentro y fuera del edificio de acuerdo a la norma se proponen

#### **Para los puntos de red dentro del mismo edificio**

**1C-B15** Primera Planta, rack C, panel de parcheo B, toma 15

En este caso 1 es la Primer Planta, C es el rack C, B es Panel de Parcheo y 15 es la toma

#### **Para los puntos de red fuera del edificio**

**E1-1C-B15** Edificio uno, Primera Planta, rack C, panel de parcheo B, toma 15

En este caso E1 es el edificio, 1 es la Primer Planta, C es el rack C, B es Panel de Parcheo y 15 es la toma

## **Dimensionamiento de tráfico**

Para el diseño de tráfico se parte del número de usuarios detallada en la tabla 11, que registra el instituto durante tres jornadas de 4 horas siendo el horario nocturno el que más usuarios registra, el cálculo se realiza en base a una estimación de 5 años con un crecimiento del 5 % anual. En el anexo 6 se detalla el tamaño promedio del tráfico para el uso de servicios y aplicativos web.

### ***Tráfico de Aplicaciones***

Para aplicaciones se considera un tráfico de acceso de 1 Mb de tamaño promedio con tres jornadas por día con 4 horas de duración.

$$TA = [(Número\ de\ Usuarios * Navegación\ (Mb))] * horas$$

$$AB = Trafico\ de\ Aplicaciones\ (Mb) / horas * 1hora / 3600\ s * 8\ bits / 1\ byte$$

$$TAP = AB\ (bps) + [AB\ (bps) * años * porcentaje]$$

Dónde:

TA: Tráfico de Aplicación

AB: Ancho de Banda

TAP: Tráfico de Aplicación Proyectada

### ***Campus Norte***

$$TA = (540\ usuario * 1\ Mb) * 12\ horas = 6480\ Mb$$

$$AB = 6480\ Mb / 12\ horas * 1hora / 3600\ s * 8\ bits / 1\ byte = 1.2\ Mbps$$

$$TAP = 1.2\ Mbps + (1.2\ Mbps * 5 * 5/100) = 7.9\ Mbps$$

### ***Campus Sur***

$$TA = (324\ usuario * 1\ Mb) * 12\ horas = 3888\ Mb$$

$$AB = 3888\ Mb / 12\ horas * 1hora / 3600\ s * 8\ bits / 1\ byte = 0.72\ Mbps$$

$$TAP = 0.72\ Mbps + (0.72\ Mbps * 5 * 5/100) = 6.94\ Mbps$$

### ***Tráfico de conectividad a internet***

Para internet se considera un tráfico de acceso de 3 Mb de tamaño promedio donde el usuario acceda a 15 sitios por hora.

#### ***Campus Norte***

$$TI=540 \text{ usuarios} * 3 \text{ Mb} * 15 \text{ sitios} / \text{horas} = 24300 \text{ Mb/hora}$$

$$AB=24300 \text{ Mb} / 1 \text{ horas} * 1 \text{ hora} / 3600 \text{ s} * 8 \text{ bits} / 1 \text{ byte} = 54 \text{ Mbps}$$

$$TIP=54 \text{ Mbps} + (54 \text{ Mbps} * 5 * 5/100) = 67.5 \text{ Mbps}$$

#### ***Campus Sur***

$$TI=324 \text{ usuarios} * 3 \text{ Mb} * 15 \text{ sitios} / \text{horas} = 14580 \text{ Mb/hora}$$

$$AB=14580 \text{ Mb} / 1 \text{ horas} * 1 \text{ hora} / 3600 \text{ s} * 8 \text{ bits} / 1 \text{ byte} = 32.4 \text{ Mbps}$$

$$TIP=32.5 \text{ Mbps} + (32.5 \text{ Mbps} * 5 * 5/100) = 40.5 \text{ Mbps}$$

### ***Tráfico de correo electrónico***

Para correo se considera un tráfico de acceso de 0.5 Mbps de tamaño con un promedio de 10 correos

$$TC=10 \text{ correos} * 0.5 \text{ Mbps} = 6.25 \text{ Mbps}$$

$$TCP=5 \text{ Mbps} + (5 \text{ Mbps} * 5 * 5/100) = 6.25 \text{ Mbps}$$

### ***Tráfico de Video Llamadas***

Para video llamada se considera un tráfico de acceso de 1.5 Mbps de tamaño con un promedio de 15 video llamadas por día.

$$TV=15 * 1.5 \text{ Mbps} = 22.5 \text{ Mbps}$$

$$TVP= 22.5 \text{ Mbps} * (22.5 \text{ Mbps} * 5 * 5/100) = 28.125 \text{ Mbps}$$

Se añade sobrecarga del 25%

$$TVP= 28.125 \text{ Mbps} * (28.125 \text{ Mbps} * 5 * 5/100) = 35 \text{ Mbps}$$

### ***Tráfico de telefonía VoIP***

Como requerimiento de la institución el servicio de telefonía VoIP es de uso exclusivo del departamento una extensión para la sala de docentes, mediante la data obtenida en el aplicativo CDR (call detail record / registro de llamada detallada) de la central telefónica GRANDSTREAM, que se muestra en el anexo 7, se toma el día de mayor tráfico, de donde se obtiene que para una jornada diaria de 8 horas se tiene 70 llamadas con un tiempo de 9307 segundos

Para el cálculo de telefonía de VoIP se toman los criterios de intensidad de tráfico instantáneo, volumen de tráfico y el periodo de observación

$$A = V / T$$

Donde:

*A: Intensidad de Tráfico en Erlangs*

*V: Volumen de Tráfico*

*T: Periodo de Observación*

*t = tiempo \* número de llamadas / número total de llamadas*

*t = 9307 seg \* 1 llamadas / 70 llamadas*

*t = 132.958 seg*

*t = 132.958 seg / 3600 seg \* 1 hora*

*t = 0.0369 horas*

*V = 71 llamadas \* 0.0369 horas*

*V = 2.6 Erlangs*

*A = 2.6 Erlangs / 1 hora*

*A = 2.6 Erlangs*

*ABv = 216 Kbps*

Se elige el códec G.729A por su uso generalizado, por su nivel de compresión, por requerir menor cómputo y su compatibilidad con G.729, el ancho de banda se obtiene mediante la herramienta en línea Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator, anexo 8.

**Tabla 16**

*Distribución del ancho de banda*

| CÓDEC | TASA BINARIA | TAMAÑO TÍPICO DE PAQUETE | RETARDO DE PAQUETIZACIÓN | V TX PARA 2 FLUJOS | RETARDO DE SUPRESIÓN DE JITTER | MOS/5 |
|-------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------|-------|
| G.729 | 8 Kbps       | 20 ms                    | 25 ms                    | 62,40 Kbps         | 40 ms                          | 4,07  |

**Fuente:** Adaptado de Recomendación G.729. Fuente <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.729/es>

### Distribución de ancho de banda

El ancho de banda mínimo necesario se muestra en la TABLA 18, se obtuvo realizando la suma de los resultados obtenidos

**Tabla 17**

*Distribución del ancho de banda por aplicativo campus Norte y Sur*

| Tráfico       | MBPS           |               |
|---------------|----------------|---------------|
|               | Campus Norte   | Campus Sur    |
| Aplicativo    | 7.9            | 6.94          |
| Internet      | 67.5           | 40.5          |
| Correo        | 6.25           | 6.25          |
| Video Llamada | 35             | 35            |
| VoIP          | 0.216          | 0.216         |
| <b>TOTAL</b>  | <b>116.866</b> | <b>88.906</b> |

**Fuente:** Estimado ancho de banda requerido. Elaboración propia

Los enlaces con que cuentan la institución cumplen la demanda requerida, además de cubrir la necesidad de redundancia en el servicio de internet por tratarse de distintos proveedores.

En base al criterio y observaciones del responsable de TI se recomienda la siguiente distribución:

**Tabla 18**

*Distribución del ancho de banda*

| <b>Area</b>    | <b>% Ancha de Banda</b> |
|----------------|-------------------------|
| Estudiantes    | 60                      |
| Docentes       | 30                      |
| Administración | 9                       |
| Invitados      | 1                       |

**Fuente:** Tabla de distribución del ancho de banda. Elaboración propia

### **Seguridad del perímetro**

Los equipos que conforman determinadas áreas o módulos funcionales en la arquitectura modular de SAFE se encuentran establecidos con la premisa de integración de las capas, manteniendo el nivel jerárquico, para presentar alta redundancia, convergencia, velocidad en redes empresariales grandes y escalables. Bajo la guía de una aportación académica previa (Cahueñas & Lizarzaburu, 2019).

### **Selección del firewall (Next generation firewall - NGFW)**

Debido a la limitante de presupuesto de la institución por su naturaleza pública, se propone software libre que remplace dispositivos integrados, permitiendo reducir costos, por lo que la Tabla 18 expone los softwares considerados.

**Tabla 19**  
*Comparativa Next Generation Firewall*

|                               | pfSense | IPFire | Untagle | OPN Sense |
|-------------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| <b>Costo</b>                  | x       | x      | x       | x         |
| <b>Firewall</b>               | x       | x      | x       | x         |
| <b>Routing</b>                | x       | x      | x       | x         |
| <b>Antivirus</b>              | x       | x      | x       | x         |
| <b>Antispam</b>               | x       | x      | x       | x         |
| <b>Portal Cautivo</b>         | x       | x      | x       | x         |
| <b>Filtrado Web</b>           | x       | x      | x       | x         |
| <b>Balance WAN y Failover</b> | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor SSH</b>           | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor DHCP</b>          | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor DNS</b>           | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor RADIUS</b>        | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor Web</b>           | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor SMTP</b>          | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor OPEN VPN</b>      | x       | x      | x       | x         |
| <b>Cliente OPEN VPN</b>       | x       | x      | x       | x         |
| <b>Servidor VoIP</b>          | x       | x      | x       | x         |
| <b>FOSS Linux</b>             | x       | x      | x       |           |
| <b>Entrenamiento</b>          | x       |        |         | x         |

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 19, la opción de pfSense es la que mayores prestaciones ofrece, por medio de esta se aplicará en la institución, políticas de seguridad, autenticación de usuarios remotos, listas de control de acceso y filtrado URL, que por la naturaleza educativa y pública no contribuyen en el ámbito educativo.

### **Selección del servidor**

De igual manera que con el software, se consideran el mismo motivo para la selección del hardware, permitiendo reducir costos se considera las siguientes marcas Dell, HP Y Cisco, se recomienda los siguientes requisitos mínimos para su instalación, teniendo en cuenta que es recomendable sobre dimensionar en medida de lo posible.

**Tabla 20**

*Requerimientos mínimas del servidor PfSense*

| N.º Requisitos mínimos |   |
|------------------------|---|
| 1                      | CPU compatible con amd64(x86-64) de 64 bits   |
| 2                      | Frecuencia del procesador superior a 600Mhz   |
| 3                      | Memoria superior a 1 GB de RAM  |
| 4                      | Unidad de disco superior a 8 GB (SSD,HDD,etc.)  |
| 5                      | Compatibilidad para una o más tarjetas de interfaz de red                                       |
| 6                      | Unidad USB de arranque o unidad óptica de alta capacidad (DVD o BD) para la instalación inicial |
| 7                      | Conectividad a internet   |

**Nota:**Tabla requisitos mínimos para instalación del Appliance PfSense. **Fuente:**

Elaboración propia

### **Selección del Router**

La institución dispone de un router Cisco 1941 Series que cumple con los requerimientos de conexión para los usuarios a través de WAN, VPN y PSTN hacia internet, adicional el router se encuentra con un valor de 0,00 (USD)

### **Calidad de Servicio**

Vinculado al desempeño de la arquitectura de red, es necesario contemplar también el uso de aplicaciones, control de tráfico, recursos de hardware y software para apalancar su correcto rendimiento, además de soportar el paulatino aumento de tráfico sin riesgo alguno.

Para la institución es prioritario disponer de los aplicativos MOODLE, ALFRESCO, SEDI y SAGA, además de los servicios de página web, correo electrónico y telefonía.

En la TABLA 23 y TABLA 24 se detalla los niveles necesarios y el perfil de calidad de servicio por aplicación.

**Tabla 21***Niveles de Demanda de Calidad de Servicio por Aplicación*

| Aplicación             | Ancho de Banda | Retardo | Variación de retardo | Pérdida |
|------------------------|----------------|---------|----------------------|---------|
| Correo Electrónico     | Bajo           | Bajo    | Baja                 | Media   |
| Transferencia Archivos | Alto           | Bajo    | Baja                 | Media   |
| Acceso Web             | Medio          | Medio   | Baja                 | Media   |
| Inicio Sesión remoto   | Bajo           | Medio   | Media                | Media   |
| Audio bajo demanda     | Bajo           | Bajo    | Alta                 | Baja    |
| Video bajo demanda     | Alto           | Bajo    | Alta                 | Baja    |
| Telefonía              | Bajo           | Alto    | Alta                 | Baja    |
| Videoconferencia       | Alto           | Alto    | Alta                 | Baja    |

Nota: (Redes de Computadoras, Tanenbaum &amp; Wetherall, 2021)

**Tabla 22***Tabla Parámetros Demanda de Calidad por Aplicación*

| Tráfico | Retraso          | Jitter            | Pérdida          | Ancho de Banda     |
|---------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Voz     | $\leq 150$ ms    | $\leq 30$ ms      | $\leq 1$ %       | 30 – 128 Kbps      |
| Video   | $\leq 200 - 400$ | $\leq 30 - 50$ ms | $\leq 0.1 - 1$ % | 384 kbps – 20 Mbps |

Nota: (Redes de Computadoras, Tanenbaum &amp; Wetherall, 2021)

**Listas de Control de Acceso ACLs**

Como complemento a las políticas de seguridad, se establecen listas de control de accesos (ACLs) las cuales norman el tráfico mediante protocolos, en la tabla 24 y tabla 5 se detalla el tráfico bajo aplicativo o servicio y los puertos determinados.

**Tabla 23***Tabla de listado de control de acceso ACLs*

| Interfaz | Origen        | Destino     | Puerto  | Estado  | Detalle         |
|----------|---------------|-------------|---|---------|-----------------|
| WAN      | IP / INTF WAN | any         | 80,443,87   | Paso    | Uso Considerado |
|          | any           | any         | 80,443,20,21,22,5<br>3,68,69,123,110,1<br>43,1433 | Bloqueo | Bloque          |
| LAN      | 192.168.1.0   |             | any   | Paso    | Uso Considerado |
|          | any           |             |   | Bloqueo | Bloque          |
| DMZ      | 192.168.10.0  | 192.168.1.0 | any   | Bloqueo | Bloqueo         |
|          | any           | any         |   | Paso    | Paso            |

**Fuente:** Elaboración propia**Filtrado Inter VLAN**

En la tabla 24 se elabora la tabla del enrutamiento entre VLAN (Inter-VLAN Routing) con el objeto de realizar el reenvío de tráfico de red de una VLAN a otra VLAN.

**Tabla 24**

*Tabla Listado de Filtros InterVLAN*

| Int         | Origen               | Destino            | Puerto   | Estado  | Detalle            |
|-------------|----------------------|--------------------|--|---------|--------------------|
| VLAN<br>10  | 192.168.10.0<br>/28  | 192.168.10.1 / 28  | 80,443,20-<br>21,53,67,69,123,33433,11<br>0,143,1433 | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.30.0 / 24  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.50.0 / 25  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.70.0 / 26  | Any  | Bloqueo | No permitir        |
|             |                      | 192.168.80.0 / 26  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.90.0 / 28  |  |         |                    |
| VLAN<br>30  | 192.168.30.0<br>/24  | 192.168.100.0 / 22 |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.30.1 / 24  | 20-21,53,69  | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.10.0 / 28  | 101,110,143,1433,68                                  | Paso    | Servicios          |
|             |                      | 192.168.50.0 / 25  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.70.0 / 26  | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
|             |                      | 192.168.80.0 / 26  |  |         |                    |
| VLAN<br>50  | 192.168.50.0<br>/25  | 192.168.90.0 / 28  | 5004,5060,5061,4569                                  | Paso    | Telefonía          |
|             |                      | 192.168.100.0 / 22 | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
|             |                      | 192.168.50.1 / 25  | 20-21,53,69  | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.10.0 / 28  | 101,110,143,1433,68                                  | Paso    | Servicios          |
|             |                      | 192.168.30.0 / 24  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.70.0 / 26  | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
| VLAN<br>70  | 192.168.70.0<br>/26  | 192.168.80.0 / 26  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.90.0 / 28  | 5004,5060,5061,4569                                  | Paso    | Telefonía          |
|             |                      | 192.168.100.0 / 22 | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
|             |                      | 192.168.70.1 / 26  | 20-21,53,69  | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.10.0 / 28  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.30.0 / 24  |  |         |                    |
| VLAN<br>80  | 192.168.80.0<br>/26  | 192.168.50.0 / 25  | 80-8080  | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.10.0 / 28  | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
|             |                      | 192.168.30.0 / 24  | 21   | Paso    | Compartir Archivos |
|             |                      | 192.168.70.0 / 26  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.90.0 / 28  | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
|             |                      | 192.168.100.0 / 22 |  |         |                    |
| VLAN<br>90  | 192.168.90.0<br>/28  | 192.168.90.1 / 28  | 5004,5060-5061,4569                                  | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.10.0 / 28  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.30.0 / 24  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.50.0 / 25  | Any  | Paso    | Compartir Archivos |
|             |                      | 192.168.70.0 / 26  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.80.0 / 26  |  | Bloqueo | No Permitir        |
| VLAN<br>100 | 192.168.100.0<br>/22 | 192.168.100.0 / 22 | 20-21,53,69  | Paso    | Enlace             |
|             |                      | 192.168.10.0 / 28  | 101,110,143,1433,68                                  | Paso    | Servicios          |
|             |                      | 192.168.30.0 / 24  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.50.0 / 25  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.70.0 / 26  | Any  | Bloqueo | No Permitir        |
|             |                      | 192.168.80.0 / 26  |  |         |                    |
|             |                      | 192.168.90.0 / 28  |  |         |                    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 25***Tabla de Filtros de Puertos para VLANs*

| Int      | Origen | Destino            | Puerto        | Estado   | Detalle         |
|----------|--------|--------------------|---------------|----------|-----------------|
| VLAN 10  | any    | 192.168.10.0 / 28  | 80,443,20-    | Permitir | Uso Considerado |
| VLAN 30  | any    | 192.168.30.0 / 24  | 21,53,67,69,1 | Permitir | Uso Considerado |
| VLAN 50  | any    | 192.168.50.0 / 25  | 23,110,143,1  | Permitir | Uso Considerado |
| VLAN 100 | any    | 192.168.100.0 / 22 | 433           | Permitir | Uso Considerado |
|          |        |                    | 80,443,20-    |          |                 |
| VLAN 70  | any    | 192.168.70.0 / 26  | 21,69,123     | Permitir | Uso Considerado |
| VLAN 80  | any    | 192.168.80.0 / 26  | 80-8080       | Permitir | Uso Considerado |
|          |        |                    | 5004,5060-    |          |                 |
| VLAN 90  | any    | 192.168.90.0 / 28  | 5061,4569     | Permitir | Uso Considerado |

**Fuente:** Elaboración propia

### **Autenticación, Autorización y Administración de sesiones de usuarios**

Los protocolos AAA (del inglés, Authentication, Authorization and Accounting) determinan una arquitectura que autentica y concede autorización a los usuarios y los perfiles para sus tareas, además de que permite procedimientos para el registro de los recursos que emplea el usuario en el transcurso de su sesión.

En la tabla 26 se detalla las comparativas entre las tres tecnologías triple A

**Tabla 26**

|                              | <b>RADIUS</b>  | <b>DIAMETER</b>                          | <b>TACACS+</b>   |
|------------------------------|--|--|--|
| Protocolo de transporte      | UDP  | TCP con TLS o IPSEC                      | TCP  |
| Tipo de modelo               | Cliente/Servidor   | Peer To Peer                             | Cliente/Servidor   |
| Mensaje                      | Solicitud/Respuesta del cliente al servidor  | Solicitud/ Respuesta de una parte a otra | Solicitud/ Respuesta del cliente al servidor               |
| Cifrado de paquetes          | Solo contraseñas en las respuestas de acceso. El resto de información puede ser vulnerada. | Todo el cuerpo del paquete               | Todo el cuerpo del paquete excepto la cabecera estándar    |
| Algoritmo de cifrado         | Secreto compartido con MD5   | Secreto compartido con HMAC-MD5          | Secreto compartido con MD5                                 |
| Administración de routers    | No útil, ya que el usuario no tiene el control del comando                                 | Comandos específicos del vendedor        | Dos métodos de control de autorización (Usuarios y grupos) |
| Autenticación y Autorización | Combinado en el mismo perfil. Los paquetes contienen ambas informaciones                   | Independiente                            | Independiente  |

*Tabla Comparativa de las Tecnologías Triple A*

Nota: Adaptado de Las tecnologías Triple A. Fuente <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81549>

La cantidad de tráfico que genera TACACS+ y la exigencia en recurso físico de DIAMETER, ponen a RADIUS en una situación favorable además de su difundido uso y soporte sobre múltiples plataformas.

**Tabla 27***Tabla Comparativa para RADIUS de código abierto*

| Free RADIUS   | Radiator  | Radius  | OpenRADIUS   |
|---|---|---|--|
| GNU GPL v2<br>Escrito en C<br>OPEN Source<br>Plataforma:<br>Linux, FreeBSD,<br>Mac OS X,<br>Solaris<br>Autenticación<br>EAP<br>Servidor Virtual<br>Base de datos<br>MySQL,<br>PostgreSQL,<br>Oracle SQLDB,<br>IODBC SQL,<br>IBM's DB2 | Escrito en Perl<br>Software<br>Propietario<br>Incluye todo el<br>código fuente<br>Plataforma:<br>Linux, FreeBSD,<br>Mac OS X,<br>Solaris,<br>Windows Server<br>NASs, VDPN,<br>ADSL y puntos<br>de acceso<br>inalámbrico | GNU GPL v3<br>Soporta:<br>Protocolos PAP o<br>CHAP,<br>Autenticación SQL<br>o PAM<br>Esquemas<br>Contable:<br>Contabilidad<br>Unix, Texto plano<br>Contabilidad<br>detallada, contabilidad<br>ad SQL<br>Compatible:<br>MySQL y<br>PostgreSQL.DBM<br>S a través de la<br>interfaz ODBC | GNU GPL v2<br>Esquemas de<br>autenticación y<br>políticas de<br>seguridad<br>personalizables<br>Incluye módulos<br>LDAP y SQL,<br>cliente RADIUS<br>con todas las<br>funciones<br>Compatible: bases<br>de datos de<br>contraseñas,<br>NIS/NIS+,<br>archivos ASCII<br>estilo Livingston,<br>directorios LDAP<br>y bases de datos<br>SQL |

**Nota:** Adaptado de *4 Best Free Linux Network Authentication Servers*.

(<https://www.linuxlinks.com/networkauthenticationservers/>). Fuente: Elaboración Propia

FreeRADIUS es la opción con mayor difusión, soporte y cantidad de información además de su código abierto permite gran versatilidad para la implementación de atributos personalizados o estándar.

### **Selección del servidor**

Bajo los mismos criterios que para el Firewall, se considera las siguientes marcas Dell, HP Y Cisco, se recomienda los siguientes requisitos mínimos para su instalación, teniendo en cuenta que es recomendable sobre dimensionar en medida de lo posible.

**Tabla 28**

*Requerimientos mínimas del servidor FreeRADIUS*

| N.º Requisitos mínimos |   |
|------------------------|---|
| 1                      | CPU compatible con amd64(x86-64) de 64 bits   |
| 2                      | Frecuencia del procesador superior a 600Mhz   |
| 3                      | Memoria superior a 1 GB de RAM  |
| 4                      | Unidad de disco superior a 8 GB (SSD,HDD,etc.)  |
| 5                      | Compatibilidad para una o más tarjetas de interfaz de red                                       |
| 6                      | Unidad USB de arranque o unidad óptica de alta capacidad (DVD o BD) para la instalación inicial |
| 7                      | Conectividad a internet   |

**Nota:** Requisitos mínimos para instalación de la suite FreeRADIUS. Fuente:

Elaboración propia

### **Cálculo de la carga eléctrica**

Para definir la capacidad eléctrica requerida para el funcionamiento del Data Center, se realiza el presupuesto de la potencia estimada con las cargas eléctricas de los equipos, los datos se obtienen de los catálogos de los equipos

#### *Cargas críticas*

Está integrado por los equipos activos como routers, switch, servidores, equipos TI indispensables para mantener los recursos operativos, en la tabla 29 detallan los cálculos de consumo eléctrico por las cargas del data center ubicado en el campus norte.

**Tabla 29***Cálculo de cargas críticas Data Center Campus Norte*

| Item             | Equipo                                | Modelo                 | CANT | Consumo Unitario (W) | Consumo (W)              |          |
|------------------|---------------------------------------|------------------------|------|----------------------|--------------------------|----------|
| 1                | Servidor DELL                         | PowerEdge T140         | 1    | 365                  | 365                      |          |
| 2                | Servidor HP                           | Proliant ML350e Gen8   | 1    | 460                  | 460                      |          |
| 3                | Router Cisco                          | 1941 Series            | 1    | 35                   | 35                       |          |
| 4                | Router Switch AVAYA                   | 4526GTX-PWR            | 1    | 470                  | 470                      |          |
| 5                | Switch Cisco                          | Catalyst 3560-X Series | 2    | 496                  | 992                      |          |
| 6                | Switch Cisco                          | Catalyst 2960-S Series | 2    | 370                  | 740                      |          |
| 8                | Controlador de Hardware TP-LINK       | Omada OC300            | 1    | 14.8                 | 14.8                     |          |
| 9                | Central telefonica ip pbx GRANDSTREAM | UCM6202                | 1    | 24                   | 24                       |          |
| 12               | Control de Accesos ZKTECO             | SYSCA-2R-1D            | 1    | 1.1                  | 1.1                      |          |
| 13               | Modem HUAWEI                          | Echolife Hg8045h       | 1    | 12                   | 12                       |          |
| 13               | RouterBOARD MikroTik                  | RB960PGS               | 1    | 5                    | 5                        |          |
| 14               | DVR HIKVISION                         |                        | 2    | 20                   | 40                       |          |
| <b>SUB TOTAL</b> |                                       |                        |      |                      | 3158.9                   |          |
|                  |                                       |                        |      |                      | Factor de Potencia 0.8   | 3948.625 |
|                  |                                       |                        |      |                      | Factor de Crecimiento 5% | 157.945  |
| <b>TOTAL (W)</b> |                                       |                        |      |                      | 4106.57                  |          |

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 30 se detallan los cálculos de consumo eléctrico por las cargas del data center ubicado en el campus sur.

**Tabla 30***Cálculo de cargas críticas Data Center Campus Sur*

| Item             | Equipo                                   | Modelo                | CANT | Consumo Unitario (W) | Consumo (W)                    |         |
|------------------|--|-----------------------|------|----------------------|--------------------------------|---------|
| 1                | Servidor HP                              | Proliant ML350e Gen8  | 1    | 460                  | 460                            |         |
| 2                | Router Cisco                             | 881-K9                | 1    | 60                   | 60                             |         |
| 3                | Router LINKSYS                           | RV042                 | 1    | 15                   | 15                             |         |
| 4                | Switch Cisco                             | Catalyst 3560G Series | 1    | 496                  | 496                            |         |
| 5                | Modem HUAWEI                             | echolife eg8145v5     | 1    | 12                   | 12                             |         |
| 6                | RouterBOARD MikroTik                     | RB960PGS              | 1    | 5                    | 5                              |         |
| 7                | Adaptador Análogo A<br>Telefonía Ip Voip | Linksys PAP2T         | 1    | 7                    | 7                              |         |
| 8                | DVR HIKVISION                            |                       | 2    | 20                   | 40                             |         |
| <b>SUB TOTAL</b> |  |                       |      |                      | 1095                           |         |
|                  |  |                       |      |                      | Factor de<br>Potencia 0.8      | 1368.75 |
|                  |  |                       |      |                      | Factor de<br>Crecimiento<br>5% | 54.75   |
| <b>TOTAL (W)</b> |  |                       |      |                      | 1423.5                         |         |

**Fuente:** Elaboración propia*Cargas críticas no incluidas*

Está integrado por los equipos activos de soporte a los equipos de TI como sistemas contra incendios, de seguridad y monitoreo, en la tabla 32 se detallan los cálculos de consumo eléctrico por las cargas del data center, el criterio de equipos utilizados se comparte para el campus norte y sur.

**Tabla 31***Cálculo de cargas críticas no incluidas Data Center Campus Sur*

| Item             | Equipo                         | CANT | Consumo Unitario (W) | Consumo (W) |
|------------------|--------------------------------|------|----------------------|-------------|
| 1                | Detector de humo fotoeléctrico | 1    | 12                   | 12          |
| 2                | detector de incendios          | 1    | 8                    | 8           |
| 3                | Alarma estroboscópica          | 1    | 24                   | 24          |
| 4                | Cerradura electromagnética     | 1    | 3,6                  | 3,6         |
| 5                | Lector de acceso biométrico    | 1    | 60                   | 60          |
| 6                | Luminaria de emergencia        | 2    | 6                    | 12          |
| <b>SUB TOTAL</b> |                                |      |                      | 119,6       |
|                  |                                |      |                      | 149,5       |
| <b>TOTAL (W)</b> |                                |      |                      | 149,5       |

**Fuente:** Elaboración propia

### *Potencia total de la demanda eléctrica*

Este valor representa la potencia total en la que va a operar el Data Center, muestra los requisitos eléctricos y de refrigeración necesaria, para lo que se deberá sumar dichos valores, realizando el cálculo que se muestra en la tabla 33:

**Tabla 32**

*Cálculo de total de la demanda eléctrica Campus Norte y Sur*

|   | <b>Campus Norte</b> | <b>Campus Sur</b> |
|---|---------------------|-------------------|
| <b>Cargas críticas</b>  | 3158,9              | 1095              |
| Factor de Potencia 0.8  | 2527,12             | 876               |
| Factor Crecimiento 5%   | 157,945             | 54,75             |
| Cargas críticas no incluidas  | 149,5               | 149,5             |
| Consumo de potencia picos debido a la variación de cargas críticas 1.05 | 2976,29325          | 1134,2625         |
| Ineficiencia del UPS y carga de baterías 0.32                           | 1050,79624          | 428,324           |
| <b>TOTAL(W)</b>   | <b>6861,65449</b>   | <b>2642,8365</b>  |

**Fuente:** Elaboración propia

## **ANÁLISIS DE COSTOS**

Se estudia el costo para una eventual implementación del diseño de red propuesto, los costos se separan en CAPEX (inversiones en bienes de capital físicos), y en OPEX (gastos operativos), para una adecuada interpretación de su rentabilidad.

### **CAPEX**

Tomando en cuenta que existen equipos e insumos que aún están en buenas condiciones, se detalla el listado de equipos y materiales con su respectivo costo, los valores son referenciales al mes de marzo del 2022, obtenidos en diferentes distribuidoras en la ciudad de Quito.

**Tabla 33***Tabla de Costos Totales por sistemas y Equipos*

|                               | <b>Costo<br/>Total</b> |
|-------------------------------|------------------------|
| Equipos Activos               | 5693,35                |
| Equipos Pasivos               | 22485,72               |
| Sistema De Puesta A Tierra    | 3685,41                |
| Iluminación                   | 47,99                  |
| Sistema Detector De Incendios | 1543,08                |
| Sistema Eléctrico             | 1708,22                |
| Instalación Del Sistemas      | 912                    |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>36075,77</b>        |

**Fuente:** Elaboración propia**OPEX**

Los costos operacionales de la propuesta del diseño, se considera la administración y mantenimiento de la red, para lo cual la institución dispone de un responsable de TI, adicional se sugiere que la realice como labores académicas para los estudiantes

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 5.1. Conclusiones

En base al análisis comparativo cualitativo de las metodologías para el diseño de redes, se contempla a la metodología PPIDOO como la más idónea para elaborar el diseño necesario debido a su cualidad de disminuir costos de operación ya que parte de una evaluación de necesidades y expectativas de los usuarios previo a definir un modelado de red.

Con base a la metodología PPDIOO y el modelo de seguridad para redes SAFE de CISCO, aplicando la normativa internacional ANSI/EIA/TIA, acompañado del uso de herramientas de software libre, se ha propuesto un modelado de arquitectura de red para la institución con la que permite a estudiantes, docentes y personal administrativo el acceso a los recursos y servicios de una forma segura y confiable.

El modelo propuesto ofrece al usuario un sistema de uso sencillo, sin dejar de lado toda la sofisticación de sus procesos internos, garantizando la seguridad de sus recursos y aplicaciones. Todas las gestiones complementarias que se ejecutan hacia dentro del modelo, son imperceptible al usuario por lo que el usuario no se alertará de las funciones y verificaciones adicionales de seguridad.

Una limitante importante para la institución, es su dependencia económica, lo que dificulta llevar a cabo acciones de mejora o correctivas de forma oportuna, sobre las falencias que repercuten y comprometen el buen desempeño de la infraestructura de red, de modo que permita poner en marcha el potenciamiento sugerido en este estudio.

## **5.2. Recomendaciones**

Realizar la implementación de la propuesta en fases, evaluando las necesidades que con mayor prioridad se debe atender, ya que su diseño modular permite su implementación de la red por módulos.

Con el objeto de proteger los activos de información y de esta forma complementar el diseño de la arquitectura de red, es recomendable que la institución disponga de un SGSI (Sistema de Gestión de Seguridad de la Información).

Realizar pruebas de penetración en todas las fases de la implementación del proyecto, tanto interna como externa a la red, mediante el uso de diversas aplicaciones disponibles en el mercado, con el objeto de explotar vulnerabilidades y proponer políticas que permitan cubrir los fallos encontrados.

Se recomienda la contratación de SLA (Acuerdo de Nivel de Servicio) de Alta Disponibilidad para los servicios de internet, con el objetivo principal proporcionar acceso ininterrumpido a los aplicativos de la institución.

Los estudiantes de la institución a futuro pueden cubrir las falencias identificadas de forma aislada, mediante la elaboración de sus proyectos de titulación los cuales les aportarán de nuevas habilidades y destrezas.

Una de las implementaciones primordiales a considerar es cubrir los requisitos mínimos para proveer energía eléctrica segura, de tal forma se protejan los equipos a instalar y la inversión económica.

De igual forma dentro de las primeras fases de implementación, realizar adecuaciones de seguridad y mejorar las condiciones de los cuartos de equipos principales, con el objeto de resguardar y brindar condiciones mínimas para la instalación de los dispositivos.



### 5.3. Bibliografía

Araujo. (2017). *SAFE CISCO*.

[https://www.cisco.com/c/dam/global/es\\_es/assets/docs/safe\\_wp1.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/es_es/assets/docs/safe_wp1.pdf)

Cahueñas, J. y Lizarzaburu, J. (2019), *Diseño de la red de frontera para el Centro de Formación Continua San Bartolo de la Universidad Politécnica Salesiana*.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17626/1/UPS%20-20ST004203.pdf>

Cisco System. (2016). *CCDA 200-310 Official Cert Guide, 5th Edition*. Indianapolis: Cisco Press.

Cisco, (2020). *Campus LAN and Wireless LAN Solution Design Guide*.

<https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/CVD/Campus/cisco-campus-lan-wlan-design-guide.html>

COMMSCOPE. (2017). *Asociación de la Industria de Telecomunicaciones*.

[https://es.commscope.com/Resources/Standards/Enterprise/Telecommunications-Industry-Association-\(TIA\)/](https://es.commscope.com/Resources/Standards/Enterprise/Telecommunications-Industry-Association-(TIA)/)

Elattar, M. (2020). *Reliable Communications within Cyber-Physical Systems Using the Internet (RC4CPS)(1st ed.)*

Espinoza, M. (2022). *Mitigación de vulnerabilidades informáticas utilizando un firewall de software libre con PFSENSE en las empresas de revisiones técnicas de la ciudad de Tacna en el año 2021*.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81549>

EAFIT, (2016). *Normas ISO y su cobertura*.

<http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/publicaciones/panorama-contable/actualidad/Documents/Boletin-1-NORMAS-ISO-Y-SUCOBERTURA.pdf>

Guevara, J. y Quispi, D. (2021). *DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS DE LA EMPRESA “EQUIPOS Y SUMINISTROS DE TELECOMUNICACIONES EQUYSUM” DE LA CIUDAD DE QUITO*.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14613/1/UPS%20-%20ST003251.pdf>

- Guerra, P. (2017). *Interconexión de dos regiones de una red móvil y el core IP de una operadora de servicios móviles en el Ecuador*.  
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14001>
- Huertas, M. (2015). *Metodología Top Down – español.pdf*. <https://vdocuments.mx/2-metodologia-top-down-espanolpdf.html>
- IEEE ORG, (2022), 802.11. <https://standards.ieee.org/ieee/802.11/10548/>
- INCIBE, (s.f.), *Acrylic WiFi Heatmaps*, <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/catalogo-de-ciberseguridad/listado-soluciones/acrylic-wifi-heatmaps>
- Ortiz et al. (2021) *PLAN ESTRATEGICO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL 02021- 2025*. <https://www.tecnologicosucre.edu.ec/page/reglamentos/PLAN%20ESTRATEGICO%20DE%20DESARROLLO%20INSTITUCIONAL%202021-2025%20V2.pdf>
- Kangaru, E., Njina, A., y Gaceri, M. (2022). *A Portable Computer Network Laboratory Model for Competency-Based Curriculum*. *Journal of Computer Science and Technology Studies*. <https://al-kindipublisher.com/index.php/jcsts/article/download/2790/2530>
- Liberatori, M. C. (2018). *Redes de Datos y sus Protocolos*. Argentina: Eudem. Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2021). *Evaluación de Proyectos TIC*. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/asesoria-evaluacion-y-aprobacion-de-proyectos/>
- MINCOTUR. (2017). *Unión Internacional de Telecomunicaciones*. <https://www.mincotur.gob.es/telecomunicaciones/esES/Servicios/Normalizacion/Seguimiento/Paginas/seguimiento-uit.aspx>
- NETACAD, (s.f.). *Preguntas frecuentes sobre Cisco Packet Tracer*. <https://www.netacad.com/es/courses/packet-tracer/faq>
- Paessler, (2022). *Supervisión de red*. [https://www.paessler.com/es/network\\_monitoring\\_tool](https://www.paessler.com/es/network_monitoring_tool)
- Restrepo, J. (2015). *Diseño Jerárquico de la Red*. [https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf\\_ccna4\\_v5.pdf](https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna4_v5.pdf)

- Ramadhan, N., y Rose, U. (2022). Adapting ISO/IEC 27001 Information Security Management Standard to SMEs. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1670976/ATTACHMENT01.pdf>
- SAFESITEHQ. (2020a). *Sobre el Instituto Nacional de Normalización Americano (ANSI)*. <https://safesitehq.com/es/ansi/>
- SAFESITEHQ. (2020b). *ANSI/TIA-568-C.0*
- SAFESITEHQ. (2020c). *ANSI/TIA-568-C.1*
- SAFESITEHQ. (2020d). *ANSI/TIA-568-C.2*
- SAFESITEHQ. (2020e). *ANSI/TIA/EIA-569-B*
- SAFESITEHQ. (2020f). *ANSI/EIA/TIA-606<sup>a</sup>*
- SAFESITEHQ. (2020g). *ANSI/TIA-607*
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2021). *Computer Networks*. Pearson Prentice Hall; 6ta edición
- UCM, (s.f.). Wireshark. <https://www.ucm.es/pimcd2014-free-software/wireshark>
- ATLASCOMUNICACIONES. (2019). La norma EIA. <https://atlascomunicaciones.com/norma-eia/>
- Westbay Engineers Ltd (s.f.), *Erlang bandwidth calculator*. <https://www.erlang.com/calculator/eipb/>

## 5.4. Anexos

### Anexo 1

---

**ENTREVISTAS RESPONSABLE DE TI  
UNIDAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIONES DEL IST SUCRE**

---

---

**ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**

---

**Objetivo**

El estudio de la situación actual y actividades de la infraestructura de redes y telecomunicaciones del ITS SUCRE

---

---

**Control de accesos a los recintos de los equipos de red**

---

¿El acceso a los cuartos de equipos se lo realiza mediante qué forma cerraduras electrónicas, cerraduras y candado, medios digitales, etc.?

---

¿Las áreas con equipos de red son de acceso restringido?

---

¿Por qué medios (permisos, actividades, etc...) se realiza el control de acceso a las área con equipos de la red?

---

¿Disponen de bitácora para el acceso a los recintos?

---

¿Los equipos de red se encuentran debidamente inventariados?

---

¿Disponen de documentación de los fallos, incidentes de la infraestructura de red debidamente detallados?

---

¿Cuentan con programas, cronogramas, planes para el mantenimiento de equipos?

---

¿Disponen de un área de trabajo para ejecutar las diferentes actividades de mantenimiento, actualización, etc. de equipos?

---

---

**Finalidad y aplicaciones de los equipos de red y de telecomunicaciones**

---

¿Tiene conocimiento de la distribución de los equipos de red? (cableado, ruteadores, servidor, etc.)

---

¿Disponen de equipos de monitoreo? Cuales

---

¿Disponen de métricas para la medición del desempeño de los equipos de red?

---

¿Quién es el responsable de la gestión de los grupos, las cuentas de usuarios y el acceso a recursos de red?

---

¿Disponen de procesos, metodología, normativa para gestionar el mantenimiento de software?

---

---

**Cableado estructurado y subsistemas**

---

¿Las instalaciones físicas de la red (Cableado, Racks, Armarios, etc..) se encuentran apropiadamente protegidos e identificados?

---

¿Habitualmente llevan a cabo inspecciones del cableado estructurado y subsistemas? ¿Cuál es su frecuencia?

---

¿El tendido de cable de datos comparte rutas, canaletas, bandejas con cableado eléctrico?

---

¿Disponen de equipos de protección y respaldo de energía eléctrica? ¿Detalle los equipos disponibles?

---

¿Las instalaciones físicas de red disponen de protección ante eventos o riesgos ambientales y físicos?

---

¿Disponen de planes para minimizar el impacto ante eventos no deseados? ¿Cuáles?

---

¿La infraestructura de red está realizada, basada o implementada bajo estándar, norma, procedimiento o metodología? ¿Qué criterios se tomaron?

---

¿Disponen de guías de procedimientos, buenas prácticas, etc., para la gestión de la infraestructura de red, sistemas, plataformas, etc.? SI NO ¿Detalle?

---

¿Disponen de norma, guías de procedimientos, buenas prácticas, etc., para la gestión de la seguridad en los dispositivos de red? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de métodos de transmisión de datos para interconectarse con el Campus Sur? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Cuáles son los métodos, planes, procedimientos, etc. para minimizar los fallos o incidentes de la infraestructura de red?

---

¿Disponen de documentación sobre el diseño o estructura de la infraestructura de red (hardware, software, configuración, etc.)? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de planes periódicos de análisis, detección, remediación y mitigación de vulnerabilidades? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de metodología, procedimiento para la gestión de usuarios, perfiles y contraseñas? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de metodología, procedimientos de seguridad para los aplicativos, sitios web, correo electrónico, etc.? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Cuentan con medios de defensas ante software malicioso? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de rutinas, procesos para la limitación, control de puertos de red, protocolos y servicios? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Porque medios realizan la limitación de acceso o control de tráfico interno y externo? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de normativa, metodología para proteger la confidencialidad de la información? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de métodos de control de accesos a la red inalámbrica? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Qué métodos emplean para la administración de cuentas de usuarios? SI NO ¿Cuáles?

---

¿Disponen de guías de procedimientos, buenas prácticas, etc., para la gestión incidentes en la infraestructura de red? SI NO ¿Cuáles?

---

.....

**Nombre**

.....

**Firma**

## Anexo 2

### Evidencia Fotográfica Infraestructura Campus Norte

#### Cuarto de Equipos



#### RACK PRINCIPAL



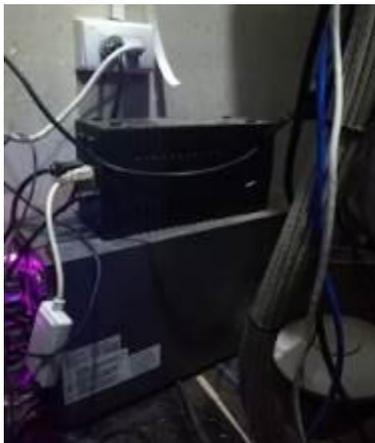
## CABLEADO Y CANALETAS



## INSTALACIONES ELÉCTRICAS



## UPC



## SERVIDOR



## GABINETE DE PARED



## AP

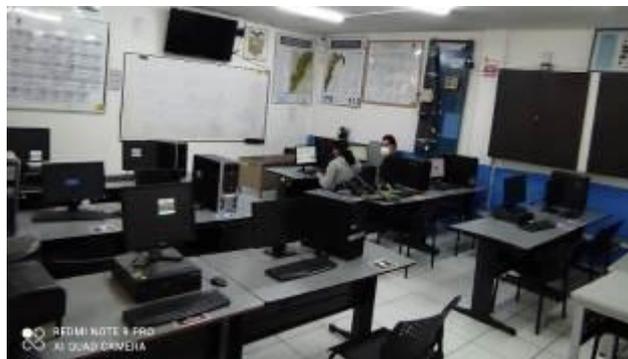
## CÁMARAS



## ESTACIONES DE TRABAJO



## LABORATORIO



## Infraestructura Campus Sur

### CUARTO DE EQUIPOS

#### RACK PRINCIPAL



#### CABLEADO Y CANALETAS



## INSTALACIONES ELÉCTRICAS



## GABINETE DE PARED



## CÁMARAS



## AP's



## ESTACIONES DE TRABAJO

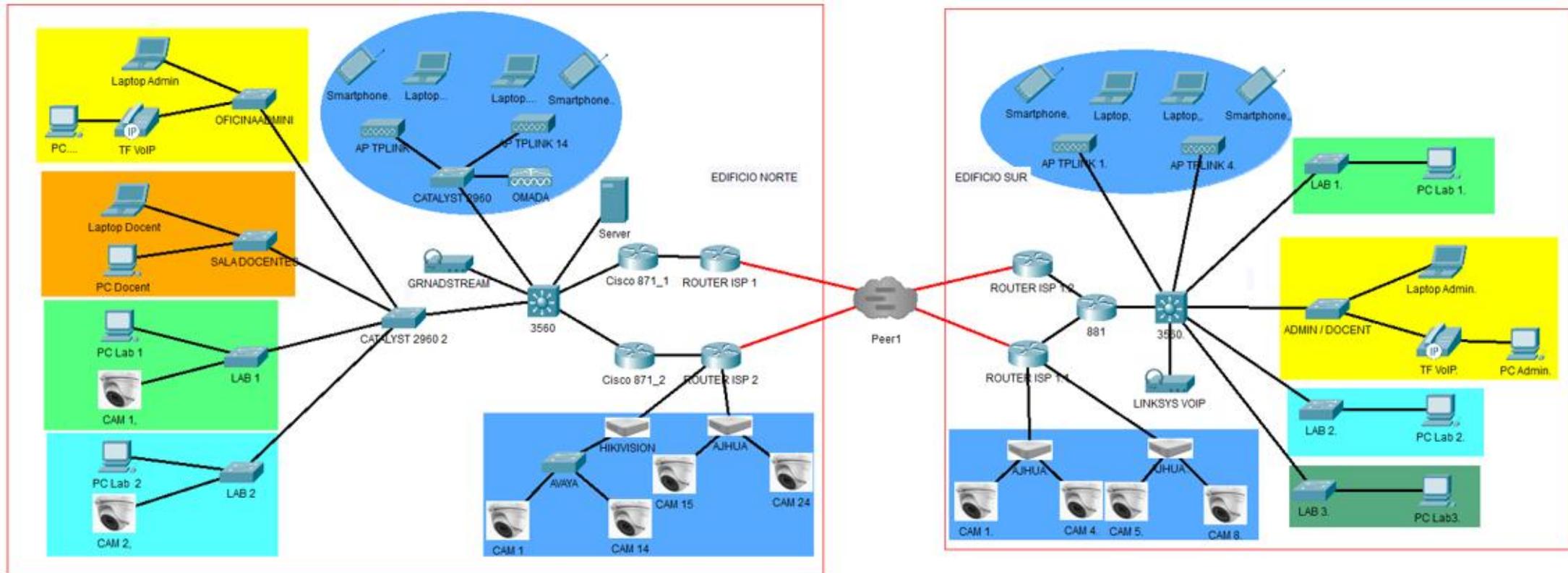


## LABORATORIO



### Anexo 3

Diagrama lógico de la red Actual



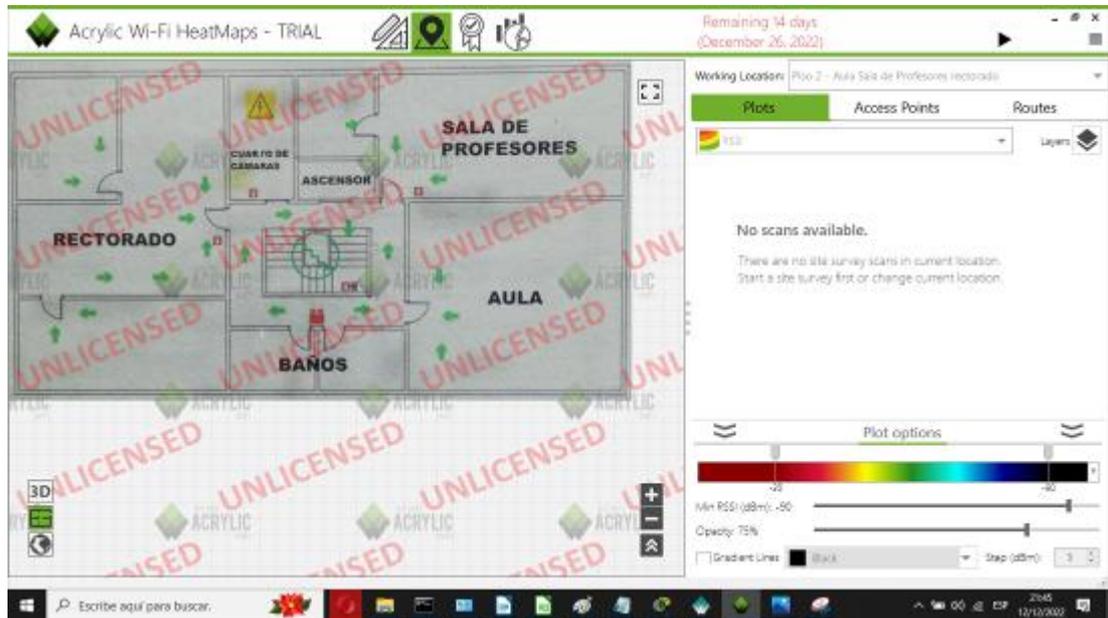
## Anexo 4

### Usuarios conectados a la red inalámbrica

| DEVICE NAME ↕       | SERIAL NUMBER | MAC ADDRESS       | IP ADDRESS    | STATUS ↑  | MODEL                   | CLIENT |
|---------------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|-------------------------|--------|
| AP_FB_01            | 2193043003772 | 68-FF-7B-6F-6B-28 | 192.168.50.84 | CONNECTED | EAP225(US) v3.0         | 15     |
| AP_FB_02            | 2198978001307 | 50-D4-F7-FD-66-00 | 192.168.50.82 | CONNECTED | EAP225(US) v3.0         | 5      |
| AP_PISO_2_01        | 2198978001303 | 50-D4-F7-FD-66-3C | 192.168.50.81 | CONNECTED | EAP225(US) v3.0         | 13     |
| AP_PISO_3_B         | 221A0M4004233 | 6C-5A-B0-B6-17-F6 | 192.168.50.88 | CONNECTED | EAP115(US) v4.0         | 4      |
| AP_PISO_3_INFANT... | 221B5A1001148 | B4-B0-24-3C-FB-F4 | 192.168.50.92 | CONNECTED | EAP115(US) v4.0         | 3      |
| AP_PISO_4_A         | 221B5A1001140 | B4-B0-24-3C-FE-B3 | 192.168.50.91 | CONNECTED | EAP115(US) v4.0         | 6      |
| AP_PISO_4_B         | 22220D2007903 | 54-AF-67-28-36-4C | 192.168.50.95 | CONNECTED | EAP225(US) v4.0         | 20     |
| AP_PISO_5_A         | 221A0M4004239 | 6C-5A-B0-B6-17-9E | 192.168.50.87 | CONNECTED | EAP115(US) v4.0         | 0      |
| AP_PISO_8_PASILL... | 2207464000085 | 3C-84-6A-F7-D8-40 | 192.168.50.94 | CONNECTED | EAP225-Outdoor(US) v1.0 | 5      |
| AP_PISO_7_MARKE...  | 22162W3001482 | 10-27-F5-04-23-27 | 192.168.50.90 | CONNECTED | EAP115(US) v4.0         | 3      |
| AP_PISO_7_PROFE...  | 2193043003781 | 68-FF-7B-6F-6B-32 | 192.168.50.85 | CONNECTED | EAP225(US) v3.0         | 15     |
| AP_PISO_7_PROFE...  | 22220D2007479 | 54-AF-67-28-73-70 | 192.168.50.93 | CONNECTED | EAP225(US) v4.0         | 4      |
| AP_PISO_7_QUIMIC... | 22091E2000749 | 84-D8-1B-C7-4A-8C | 192.168.50.89 | CONNECTED | EAP225-Wall(US) v2.0    | 1      |
| AP_PISO_8_AUDIT...  | 22074X8004566 | 60-32-B1-60-05-4A | 192.168.50.83 | CONNECTED | EAP225-Outdoor(US) v1.0 | 0      |

## Anexo 5

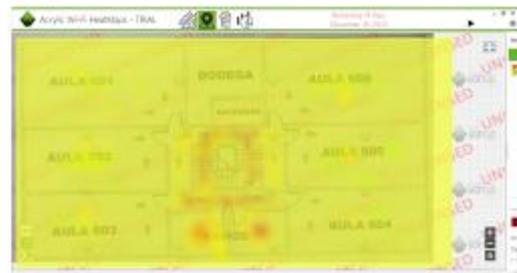
### Acrylic Wi-Fi HeatMaps



### Campus Norte Pisos con problemas en cobertura

PB

Piso 6



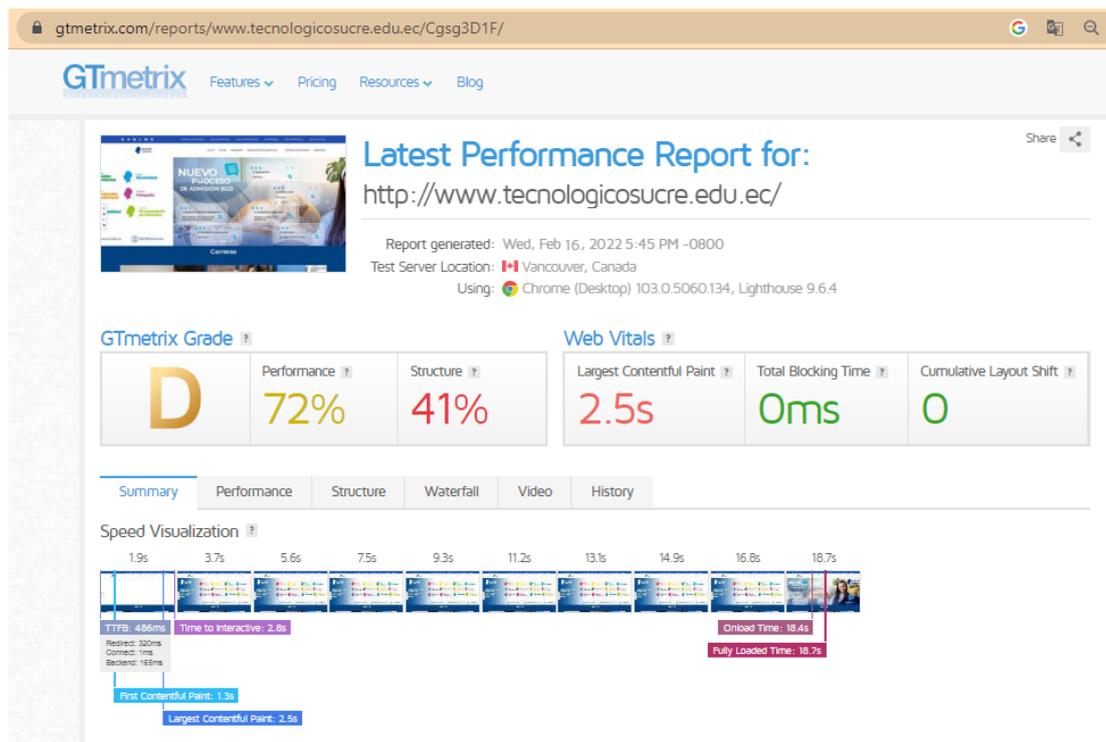
Piso 7



## Anexo 6

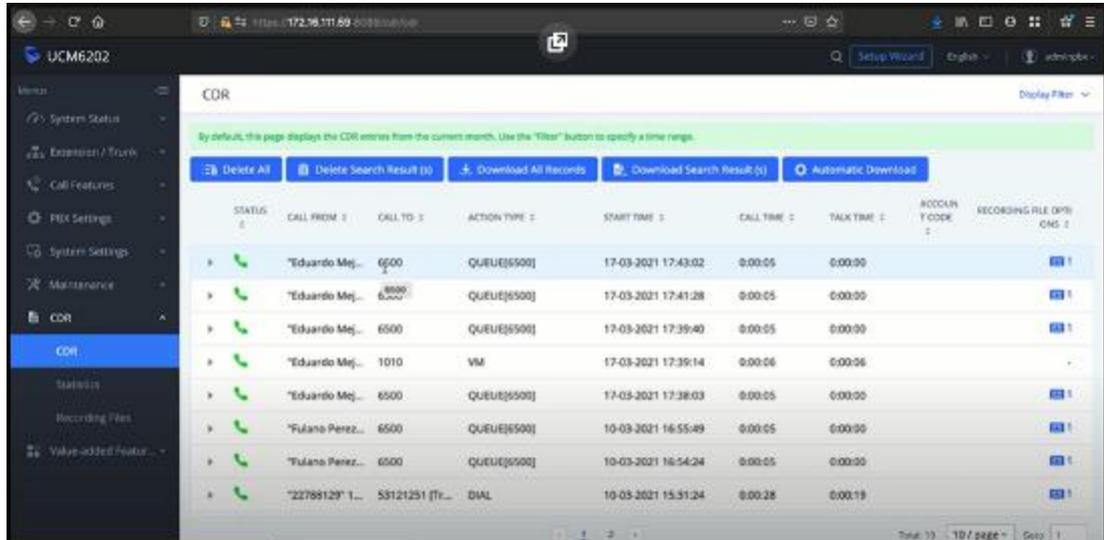
Mediante el uso de la página <https://gtmetrix.com/> se realizó un breve analisis del tamaño promedio del uso de paginas web ademas de otros aplicativos

| Servicio/Applicativo                   | Estimación de tráfico |
|--|-----------------------|
| Servicios en la nube                   | 1,5 Mbps              |
| Aplicativo                             | 1 Mbps                |
| Correo electrónico sin adjunto         | 0.5 Mbps              |
| Correo electrónico con archivo adjunto | 1.15 Mbps             |
| Compartición de archivos               | 0.5 Mbps              |
| Mensajería                             | 0.5 Mbps              |
| Banca en línea                         | 0.2 Mbps              |
| Investigación en línea                 | 0,33 Mbps             |
| Redes sociales                         | 0.2 Mbps              |
| Seminario / Transmisión web            | 1,5 Mbps              |
| Seminario web de entrenamiento         | 1,5 Mbps              |
| Subiendo fotos                         | 1,5 Mbps              |
| Subir archivos grandes                 | 2 Mbps                |
| Videoconferencia                       | 4 Mbps                |
| Llamadas VoIP                          | 0.01 Mbps             |
| Videollamadas VoIP                     | 1,5 Mbps              |
| buscando en la web                     | 0,33 Mbps             |
| Internet                               | 3 Mbps                |



## Anexo 7

Aplicativo Web CDR (call detail record / registro de llamada detallada) Central telefonica ip pbx GRANDSTREAM UCM6202

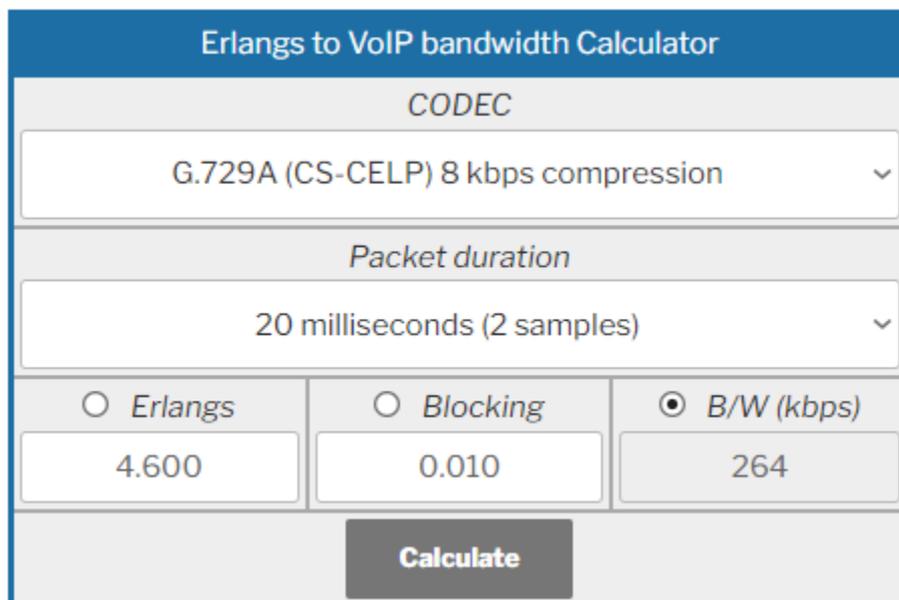


The screenshot shows the CDR (Call Detail Record) interface of the UCM6202 system. The interface includes a sidebar menu with options like System Status, Extension / Trunk, Call Features, PBX Settings, System Settings, Maintenance, and CDR. The main area displays a table of call records with columns for STATUS, CALL FROM, CALL TO, ACTION TYPE, START TIME, CALL TIME, TALKTIME, ACCOUNT CODE, and RECORDING FILE (DPI/CNG). The table contains several entries, including calls to 6500 and 1010, and a dial call to 53121251.

| STATUS | CALL FROM         | CALL TO         | ACTION TYPE | START TIME          | CALL TIME | TALKTIME | ACCOUNT CODE | RECORDING FILE (DPI/CNG) |
|--------|-------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|----------|--------------|--------------------------|
| ✓      | "Eduardo Mej...   | 6500            | QUEUE(5500) | 17-03-2021 17:43:02 | 0:00:05   | 0:00:00  |              | 1                        |
| ✓      | "Eduardo Mej...   | 6500            | QUEUE(5500) | 17-03-2021 17:41:28 | 0:00:05   | 0:00:00  |              | 1                        |
| ✓      | "Eduardo Mej...   | 6500            | QUEUE(5500) | 17-03-2021 17:39:40 | 0:00:05   | 0:00:00  |              | 1                        |
| ✓      | "Eduardo Mej...   | 1010            | VM          | 17-03-2021 17:39:14 | 0:00:06   | 0:00:06  |              |                          |
| ✓      | "Eduardo Mej...   | 6500            | QUEUE(5500) | 17-03-2021 17:38:03 | 0:00:05   | 0:00:00  |              | 1                        |
| ✓      | "Yuliana Perez... | 6500            | QUEUE(5500) | 10-03-2021 16:55:49 | 0:00:05   | 0:00:00  |              | 1                        |
| ✓      | "Yuliana Perez... | 6500            | QUEUE(5500) | 10-03-2021 16:54:24 | 0:00:05   | 0:00:00  |              | 1                        |
| ✓      | "22798129" T...   | 53121251 (Tr... | DIAL        | 10-03-2021 15:51:24 | 0:00:28   | 0:00:19  |              | 1                        |

## Anexo 8

Calculator Erlangs to VoIP bandwidth

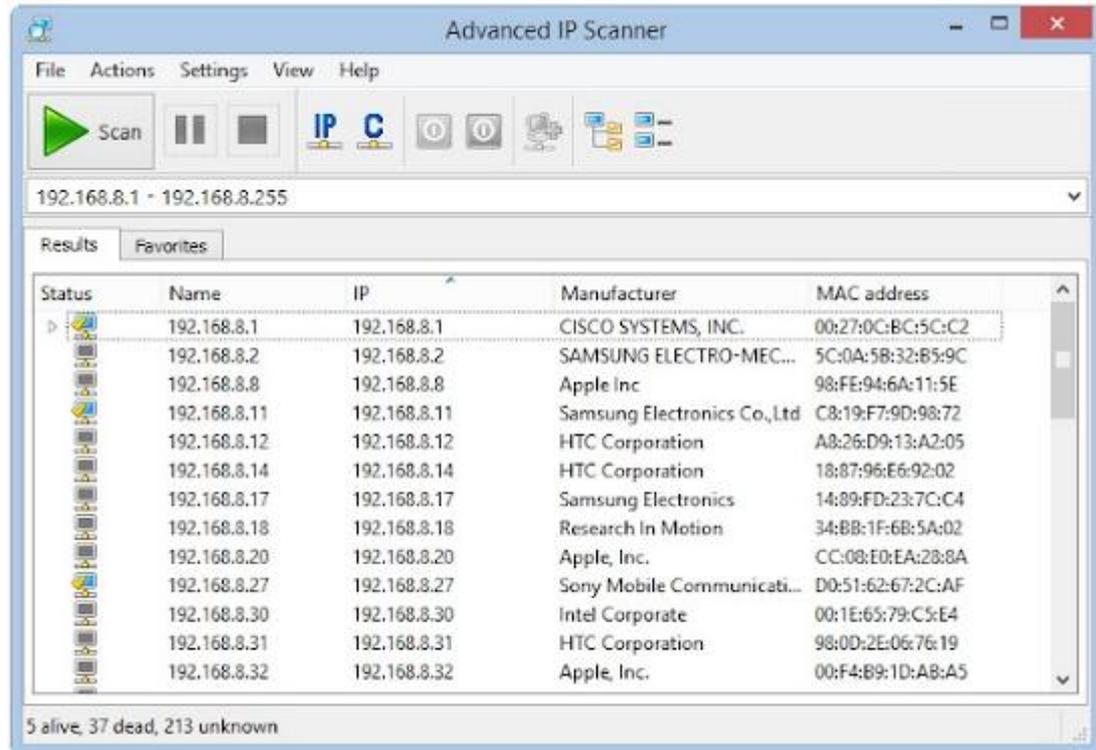


The screenshot shows the Erlangs to VoIP bandwidth Calculator interface. It features a dropdown menu for CODEC set to G.729A (CS-CELP) 8 kbps compression, a dropdown menu for Packet duration set to 20 milliseconds (2 samples), and three radio buttons for output units: Erlangs, Blocking, and B/W (kbps). The B/W (kbps) option is selected, and the result is 264. A Calculate button is located at the bottom.

| Erlangs to VoIP bandwidth Calculator |                                |   |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| CODEC                                |                                |   |
| G.729A (CS-CELP) 8 kbps compression  |                                |   |
| Packet duration                      |                                |   |
| 20 milliseconds (2 samples)          |                                |   |
| <input type="radio"/> Erlangs        | <input type="radio"/> Blocking | <input checked="" type="radio"/> B/W (kbps) |
| 4.600                                | 0.010                          | 264   |
| Calculate                            |                                |   |

## Anexo 9

Escaneo de equipos mediante la herramienta Advanced IP Scanner



## Anexo 10 Escaneo Equipos Activos

| Estado   | Nombre                     | IP             | Fabricante                                     | Dirección MAC     |
|----------|----------------------------|----------------|--|-------------------|
| Activado | 192.168.30.1               | 192.168.30.1   | Cisco Systems, Inc                             | 00:06:F6:E7:29:41 |
| Activado | 192.168.30.191             | 192.168.30.191 | ASIX ELECTRONICS CORP.                         | 00:0E:C6:88:79:22 |
| Activado | 192.168.30.93              | 192.168.30.93  | ConSentry Networks                             | 00:12:36:D8:EE:15 |
| Activado | RNP00267372E21E            | 192.168.30.200 | RICOH COMPANY,LTD.                             | 00:26:73:72:E2:1E |
| Activado | DESKTOP-6UB9SCM            | 192.168.30.82  | CyberTAN Technology Inc.                       | 00:45:E2:27:6A:E1 |
| Activado | 192.168.30.18              | 192.168.30.18  | Intel Corporate                                | 04:33:C2:66:4C:57 |
| Activado | NELSON                     | 192.168.30.55  | Intel Corporate                                | 14:AB:C5:C8:4B:2D |
| Activado | 192.168.30.175             | 192.168.30.175 | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | 18:68:CB:FE:7D:51 |
| Activado | 192.168.30.68              | 192.168.30.68  | Intel Corporate                                | 1C:1B:B5:74:AA:0E |
| Activado | DESKTOP-3J1E82B            | 192.168.30.127 | Dell Inc.                                      | 34:17:EB:B5:FE:6E |
| Activado | 192.168.30.108             | 192.168.30.108 | HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD                    | 34:29:12:D2:86:AA |
| Activado | 192.168.30.86              | 192.168.30.86  | Samsung Electronics Co.,Ltd                    | 3C:05:18:01:90:3F |
| Activado | MACBOOKPRO-2424            | 192.168.30.63  | Apple, Inc.                                    | 3C:15:C2:C9:24:24 |
| Activado | LAPTOPDV                   | 192.168.30.130 | Liteon Technology Corporation                  | 3C:95:09:D3:43:AF |
| Activado | 192.168.30.210             | 192.168.30.210 | CHONGQING FUGUI ELECTRONICS CO.,LTD.           | 40:23:43:C9:65:17 |
| Activado | Usuario-PC                 | 192.168.30.140 | Hon Hai Precision Ind. Co.,Ltd.                | 40:B8:9A:24:0E:7F |
| Activado | 192.168.30.118             | 192.168.30.118 | HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD                    | 44:D7:91:11:B4:36 |
| Activado | 192.168.30.141             | 192.168.30.141 | Intel Corporate                                | 48:A4:72:7C:D8:D7 |
| Activado | 192.168.30.129             | 192.168.30.129 | Chicony Electronics Co., Ltd.                  | 4C:BB:58:D9:33:4E |
| Activado | 192.168.30.138             | 192.168.30.138 | TP-Link Corporation Limited                    | 5C:A6:E6:E2:25:39 |
| Activado | NUNEZ_L                    | 192.168.30.224 | Intel Corporate                                | 60:67:20:43:A0:3A |
| Activado | DESKTOP-UR7S7NK            | 192.168.30.132 | Hon Hai Precision Ind. Co.,Ltd.                | 64:27:37:F9:C1:3F |
| Activado | 192.168.30.9               | 192.168.30.9   | Xiaomi Communications Co Ltd                   | 64:A2:00:AC:A1:C4 |
| Activado | 192.168.30.124             | 192.168.30.124 | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | 64:DB:8B:AA:6E:E7 |
| Activado | 192.168.30.126             | 192.168.30.126 | Huawei Device Co., Ltd.                        | 74:22:BB:51:C3:09 |
| Activado | 192.168.30.148             | 192.168.30.148 | HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD                    | 74:C1:4F:6E:F5:54 |
| Activado | DESKTOP-4K0UC8H            | 192.168.30.152 | Intel Corporate                                | 7C:67:A2:A8:1C:77 |
| Activado | 192.168.30.111             | 192.168.30.111 | Xiaomi Communications Co Ltd                   | 7C:FD:6B:06:B6:7F |
| Activado | 192.168.30.143             | 192.168.30.143 | Intel Corporate                                | 84:1B:77:C9:05:C2 |
| Activado | 192.168.30.244             | 192.168.30.244 | CHONGQING FUGUI ELECTRONICS CO.,LTD.           | 8C:C8:4B:BA:92:01 |
| Activado | PC-PC                      | 192.168.30.227 | Hon Hai Precision Ind. Co.,Ltd.                | 90:00:4E:5A:17:FA |
| Activado | 192.168.30.167             | 192.168.30.167 | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | 98:DF:82:84:D5:9D |
| Activado | 192.168.30.150             | 192.168.30.150 | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | 98:DF:82:CF:21:ED |
| Activado | 192.168.30.44              | 192.168.30.44  | Xiaomi Communications Co Ltd                   | 98:F6:21:8D:20:0A |
| Activado | 192.168.30.112             | 192.168.30.112 | Xiaomi Communications Co Ltd                   | 9C:5A:81:B5:0B:D1 |
| Activado | 192.168.30.89              | 192.168.30.89  | Huawei Device Co., Ltd.                        | A4:B6:1E:F8:9B:9F |
| Activado | 192.168.30.105             | 192.168.30.105 | Liteon Technology Corporation                  | AC:B5:7D:FE:15:3F |
| Activado | 192.168.30.185             | 192.168.30.185 | CyberTAN Technology Inc.                       | B0:FC:36:A7:4A:31 |
| Activado | 192.168.30.20              | 192.168.30.20  | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | B4:A3:82:09:9E:BC |
| Activado | 192.168.30.16              | 192.168.30.16  | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | B4:A3:82:14:70:36 |
| Activado | HPProbook                  | 192.168.30.235 | Hewlett Packard                                | B4:B5:2F:85:93:73 |
| Activado | Richy                      | 192.168.30.37  | Hewlett Packard                                | B4:B6:86:E4:BF:CE |
| Activado | 192.168.30.3               | 192.168.30.3   | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | C0:51:7E:F0:6E:6D |
| Activado | LAPTOP-5VSI81BP            | 192.168.30.186 | CHONGQING FUGUI ELECTRONICS CO.,LTD.           | C0:B5:D7:92:54:DB |
| Activado | 192.168.30.206             | 192.168.30.206 | Intel Corporate                                | C4:23:60:71:AE:C6 |
| Activado | 192.168.30.196             | 192.168.30.196 | Intel Corporate                                | CC:2F:71:13:51:1E |
| Activado | 192.168.30.146             | 192.168.30.146 | Intel Corporate                                | D8:F8:83:06:E3:48 |
| Activado | 192.168.30.85              | 192.168.30.85  | Xiaomi Communications Co Ltd                   | E4:84:D3:77:DA:56 |
| Activado | 192.168.30.109             | 192.168.30.109 | Hon Hai Precision Ind. Co.,Ltd.                | E8:9E:B4:34:DA:13 |
| Activado | LAPTOP-DM84NIR3            | 192.168.30.95  | AzureWave Technology Inc.                      | E8:FB:1C:02:3B:DD |
| Activado | DESKTOP-J2RVPGD.netlife.ec | 192.168.30.160 | Toshiba  | EC:21:E5:A6:DD:29 |
| Activado | 192.168.30.10              | 192.168.30.10  | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | EC:C8:9C:6B:75:66 |
| Activado | 192.168.30.12              | 192.168.30.12  | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | EC:C8:9C:6B:75:A2 |
| Activado | 192.168.30.8               | 192.168.30.8   | Hangzhou Hikvision Digital Technology Co.,Ltd. | EC:C8:9C:6B:75:C3 |
| Activado | INTEL                      | 192.168.30.65  | Intel Corporate                                | FC:44:82:3A:1D:44 |
| Activado | 192.168.30.254             | 192.168.30.254 | Cisco Systems, Inc                             | FC:99:47:5E:B7:03 |

## Anexo 11

Captura de tráfico mediante la herramienta Wireshark

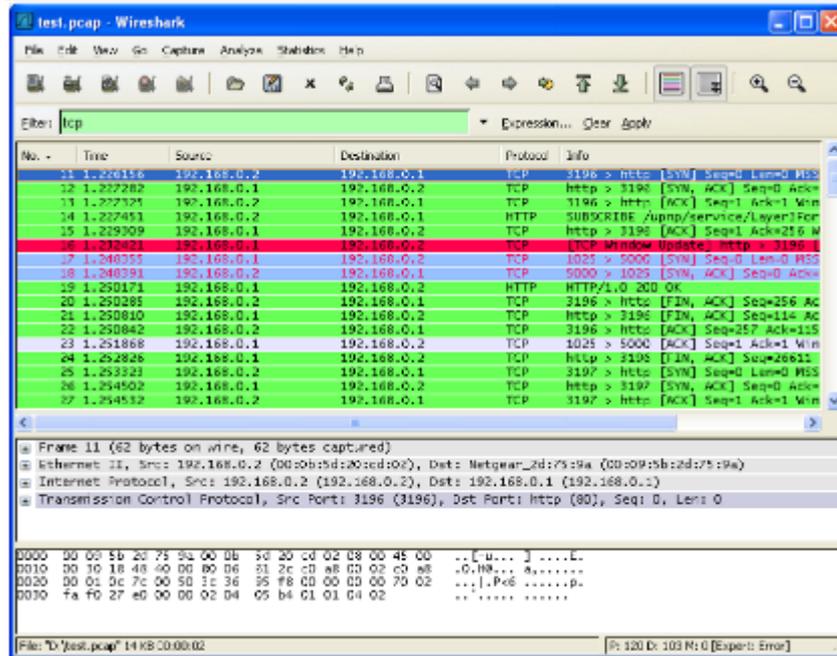
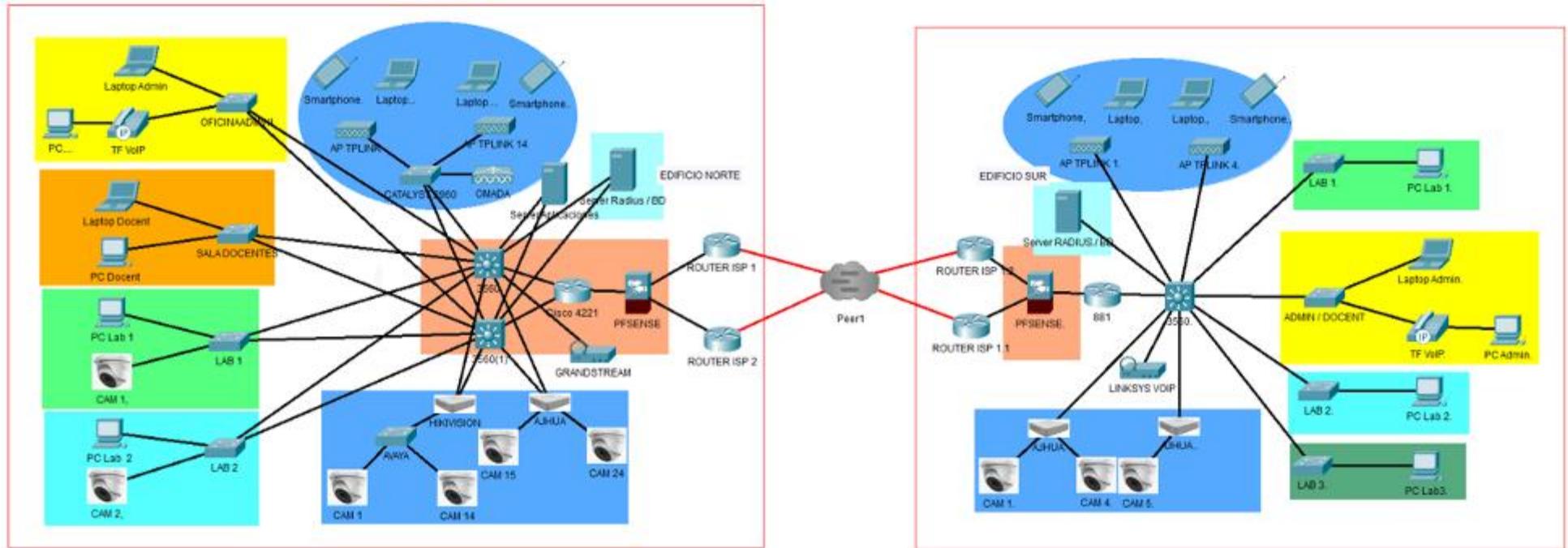


Tabla de resultado de la data

| Pro | Inside global      | Inside local       | Outside local        | Outside global       |
|-----|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| tcp | 186.4.188.30:36248 | 192.168.30.2:36248 | 157.240.6.53:443     | 157.240.6.53:443     |
| tcp | 186.4.188.30:1668  | 192.168.30.2:36846 | 142.250.78.3:80      | 142.250.78.3:80      |
| tcp | 186.4.188.30:2477  | 192.168.30.2:37848 | 142.250.78.3:80      | 142.250.78.3:80      |
| tcp | 186.4.188.30:38534 | 192.168.30.2:38534 | 157.240.6.54:80      | 157.240.6.54:80      |
| tcp | 186.4.188.30:38574 | 192.168.30.2:38574 | 157.240.6.54:443     | 157.240.6.54:443     |
| tcp | 186.4.188.30:39180 | 192.168.30.2:39180 | 172.217.30.196:443   | 172.217.30.196:443   |
| tcp | 186.4.188.30:39268 | 192.168.30.2:39268 | 35.244.195.33:443    | 35.244.195.33:443    |
| tcp | 186.4.188.30:2141  | 192.168.30.2:39692 | 44.202.21.21:443     | 44.202.21.21:443     |
| tcp | 186.4.188.30:1328  | 192.168.30.2:40324 | 108.177.12.188:5228  | 108.177.12.188:5228  |
| tcp | 186.4.188.30:41902 | 192.168.30.2:41902 | 157.240.6.32:443     | 157.240.6.32:443     |
| tcp | 186.4.188.30:42074 | 192.168.30.2:42074 | 181.39.192.228:443   | 181.39.192.228:443   |
| tcp | 186.4.188.30:42872 | 192.168.30.2:42872 | 200.68.131.26:8181   | 200.68.131.26:8181   |
| tcp | 186.4.188.30:45840 | 192.168.30.2:45840 | 142.250.78.106:443   | 142.250.78.106:443   |
| tcp | 186.4.188.30:45938 | 192.168.30.2:45938 | 172.217.172.1:443    | 172.217.172.1:443    |
| tcp | 186.4.188.30:46098 | 192.168.30.2:46098 | 142.250.78.106:443   | 142.250.78.106:443   |
| udp | 186.4.188.30:48083 | 192.168.30.2:48083 | 8.8.8.8:443          | 8.8.8.8:443          |
| tcp | 186.4.188.30:48696 | 192.168.30.2:48696 | 172.217.173.36:443   | 172.217.173.36:443   |
| tcp | 186.4.188.30:48864 | 192.168.30.2:48864 | 142.250.78.138:443   | 142.250.78.138:443   |
| tcp | 186.4.188.30:51124 | 192.168.30.2:51124 | 173.194.211.188:5228 | 173.194.211.188:5228 |
| tcp | 186.4.188.30:51730 | 192.168.30.2:51730 | 173.194.218.188:5228 | 173.194.218.188:5228 |
| tcp | 186.4.188.30:1558  | 192.168.30.2:51944 | 157.240.6.54:5222    | 157.240.6.54:5222    |
| tcp | 186.4.188.30:2104  | 192.168.30.2:53446 | 142.250.78.74:443    | 142.250.78.74:443    |
| tcp | 186.4.188.30:4094  | 192.168.30.2:53778 | 181.39.187.225:443   | 181.39.187.225:443   |
| tcp | 186.4.188.30:2645  | 192.168.30.2:57514 | 142.250.78.106:443   | 142.250.78.106:443   |
| tcp | 186.4.188.30:58000 | 192.168.30.2:58000 | 173.194.216.188:5228 | 173.194.216.188:5228 |

## Anexo 12

Diagrama lógico de la red Propuesto



## Anexo 13

### Cálculo de TVSS (SUPRESORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS)

1) Clase: (?)  Clase A  Clase B  Clase C

---

2) Capacidad de amperios en barras:  Más de 3001  3000-2001  2000-1201  1200-601  600-226  225-126  125-60

---

3) Nivel de exposición:

a. Tipo de actividad  Medica-Industria-Telecomunicaciones  Banca  Comercial  Instituciones-PYMES  Residencial

b. Nivel de Incidencia de rayos (?)  Extrema incidencia de rayos  Severa incidencia de rayos  Moderada incidencia de rayos  Leve incidencia de rayos  Nula incidencia de rayos

c. Distancia a fuentes de generación eléctrica  50Km o menos  51 a 75 Km  75 a 125 Km  126 a 180 Km  181 Km o más

d. Cercanía a Industrias y subestaciones  Menos de 1 Km  1 a 5 Km  5 a 10 Km  15 a 20Km  21

Calcular

Amps capacity class A filter **125**

KA TVSS Class B Capacity **66**

KA TVSS Class C Capacity **80**

<https://www.datacenterconsultores.com/es/herramientas>

## Anexo 14

### Detalle de costos

| DESCRIPCIÓN            | Modelo                               | UNID | CANT | COSTO<br>UNIT (USD) | VALOR (USD)     |
|------------------------|--------------------------------------|------|------|---------------------|-----------------|
| <b>EQUIPOS ACTIVOS</b> |                                      |      |      |                     |                 |
| Servidor HP            | Proliant ML350e Gen8                 | u    | 2    | 1,272.23            | 2,544.46        |
| Switch Cisco           | Catalyst 3560-X Series               | u    | 1    | 748.89              | 748.89          |
| Router de Frontera     |                                      | u    | 1    | 0.00                | 0.00            |
| Ups Apc                | 5kva 110v 1600w 4<br>Tomas Rack 120v | u    | 2    | 1,200.00            | 2,400.00        |
|                        |                                      |      |      | <b>Total</b>        | <b>5,693.35</b> |

| DESCRIPCIÓN                                 | UNID | CANT | COSTO<br>UNIT (USD) | VALOR (USD)  |                  |
|---|------|------|---------------------|--------------|------------------|
| <b>EQUIPOS PASIVOS</b>                      |      |      |                     |              |                  |
| Multitoma eléctrica 19" para Rack           | u    | 12   | 35                  | 420.00       |                  |
| Patch panel 24P RJ45 CAT6A                  | u    | 10   | 89.99               | 899.90       |                  |
| Gabinete Rack 9UR abatible de pared cerrado | u    | 8    | 459.99              | 3,679.92     |                  |
| Bandeja Estándar De Rack 19"                | u    | 8    | 24                  | 192.00       |                  |
| Organizador de cables 2UR                   | u    | 10   | 24.99               | 249.90       |                  |
| Bandeja Metálica Porta Cable 50x100x2400mm  | m    | 8    | 19.5                | 156.00       |                  |
| Inversión Cableado Estructurado 6A          | u    | 220  |                     | 14,000.00    |                  |
|   |      |      |                     | <b>Total</b> | <b>19,597.72</b> |

| <b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>  |   |    |        |              |                 |
|------------------------------------|---|----|--------|--------------|-----------------|
| Conductores de cobre calibre 6 AWG | m | 25 | 102.6  | 2,565.00     |                 |
| Barra TMGB HUBBELL PREMISE WIRING  | u | 1  | 252.25 | 252.25       |                 |
| Barra TGB SQUARE D                 | u | 1  | 15.56  | 15.56        |                 |
| Kit para aterrizar rack a tierra   | u | 20 | 16.23  | 324.60       |                 |
| TVSS (65KA)                        | u | 1  | 528    | 528.00       |                 |
|                                    |   |    |        | <b>Total</b> | <b>3,685.41</b> |

| <b>ILUMINACIÓN</b>               |   |   |       |              |              |
|----------------------------------|---|---|-------|--------------|--------------|
| Lampara LED 12W                  | u | 1 | 22.99 | 22.99        |              |
| Lámpara de emergencia recargable | u | 1 | 25    | 25.00        |              |
|                                  |   |   |       | <b>Total</b> | <b>47.99</b> |

| <b>SISTEMA DETECTOR DE INCENDIOS</b>           |   |   |        |              |                 |
|--|---|---|--------|--------------|-----------------|
| Estación de activación manual contra incendios | u | 1 | 33     | 33.00        |                 |
| Sensor fotoeléctrico                           | u | 1 | 124.26 | 124.26       |                 |
| Sensor de temperatura                          | u | 1 | 104    | 104.00       |                 |
| Sensor de humedad                              | u | 1 | 70     | 70.00        |                 |
| Sirena contra incendios con luz estroboscópica | u | 1 | 194.88 | 194.88       |                 |
| Extintor de Halotron de 2.5 libras             | u | 2 | 497.97 | 995.94       |                 |
| Señalética                                     | u | 6 | 3.5    | 21.00        |                 |
|  |   |   |        | <b>Total</b> | <b>1,543.08</b> |

| <b>SISTEMA ELECTRICO</b>                     |   |    |              |                  |
|--|---|----|--------------|------------------|
| Breaker termomagnéticos (50 A)               | u | 1  | 14.68        | 14.68            |
| Breaker termomagnéticos (80 A)               | u | 1  | 38.28        | 38.28            |
| Interruptores diferencial (30 mA)            | u | 2  | 55.36        | 110.72           |
| Breaker (30 A)                               | u | 4  | 8.71         | 34.84            |
| Breaker (20 A)                               | u | 8  | 9.03         | 72.24            |
| TVSS ( 65 kA)                                | u | 2  | 528          | 1056             |
| Centro de carga bifásico con puerta 12E 125A | u | 2  | 95.05        | 190.1            |
| Centros de carga bifásico 2E 100A sin puerta | u | 2  | 32.3         | 64.6             |
| Cable calibre 8 AWG TW                       | m | 20 | 0.75         | 15               |
| Cable calibre 12 AWG                         | m | 50 | 0.6          | 30               |
| Cable calibre 10 AWG                         | m | 20 | 0.89         | 17.8             |
| Tomacorriente 120V/20A                       | m | 4  | 6            | 24               |
| Tomacorriente 120V/220V (30 A)               | m | 4  | 9.99         | 39.96            |
|  |   |    | <b>Total</b> | <b>1,708.22</b>  |
| <hr/>  |   |    |              |                  |
| INSTALACIÓN DEL SISTEMAS                     | u | 1  | 912          | 912.00           |
| <hr/>  |   |    |              |                  |
|  |   |    | <b>TOTAL</b> | <b>27,494.42</b> |

## Anexo 15

### Inversión Cableado Estructurado 6A

R.U.C.: 1792516145001

FACTURA

No. 001-999-000000525

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

2101202201179251614500120019990000005251234567811

AMBIENTE:

EMISIÓN:

CLAVE DE ACCESO



2101202201179251614500120019990000005251234567811

|  |
|--|
| INGENIERIA Y SOLUCIONES<br><br>Matriz: QUITO, YANÉZ PINZON N26-56<br>EDIFICIO FRAGO LOCAL 2<br>Establecimiento: QUITO, YANÉZ PINZON<br>N26-56 EDIFICIO FRAGO LOCAL 2<br><br>OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI |
|--|

|   |
|---|
| Nombre: ETS S.<br>Identificación: 1791353455001 ESTRUCTURADO MARCA SIEMENS<br>Fecha Emisión: 21/04/2022 |
|---|

| Código | Cantidad   | Descripción                                 | Precio Unitario | Desc. | Precio Total |
|--------|------------|---|-----------------|-------|--------------|
| P001   | 1.000000   | CABLEADO ESTRUCTURADO MARCA SIEMENS CAT 6 A | 12500.000000    | 0.00  | 12500.00     |
| D001   | 1.000000   | INCLUYE:                                    | 0.000000        | 0.00  | 0.00         |
| D001   | 220.000000 | PUNTOS CABLEADO ESTRUCTURADO CAT6A          | 0.000000        | 0.00  | 0.00         |

| Información Adicional |  |
|-----------------------|--|
| Dirección:            | Av. Maldonado N 26 -183 Y 21 de Agosto |
| Teléfono:             | 2671 800                               |
| Email:                | rcamacho@absorpelisa.com.ec            |
| Contribuyente:        | Contribuyente Régimen RINPE            |

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| SUBTOTAL IVA 12%       | 12500.00        |
| SUBTOTAL IVA 0%        | 0.00            |
| EXENTO                 | 0.00            |
| SUBTOTAL SIN IMPUESTOS | 12500.00        |
| TOTAL DESCUENTO        | 0.00            |
| ICE                    | 0.00            |
| IVA 12%                | 1500.00         |
| PRECINA                | 0.00            |
| <b>TOTAL</b>           | <b>14000.00</b> |

| Información Formas de Pago               |          |              |
|--|----------|--------------|
| Forma Pago                               | Valor    | Plazo (días) |
| OTROS CON UTILIZACION SISTEMA FINANCIERO | 14000.00 | 0            |

## Anexo 16

### **ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y NO DIVULGACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUCRE**

Intervienen en la celebración del presente “ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y NO DIVULGACIÓN DE LA INFORMACIÓN”, por una parte, Livio Danilo Miniguano Miniguano con cédula de ciudadanía Nro. 1803209921, en mi calidad de Coordinador Gestión de la Información, para efectos del presente instrumento en representación del INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUCRE en calidad de Proveedor de Información; y por otro lado Jorge Giovanni Díaz Caiza con cédula de ciudadanía Nro. 1716972821 en mi calidad de estudiante de maestría perteneciente a Universidad Técnica de Ambato, para efectos del presente instrumento en calidad de Receptor de la Información quienes libre y voluntariamente celebran el presente acuerdo.

Ambas partes reconocen recíprocamente su capacidad para obligarse, por lo que suscriben el presente Acuerdo de Confidencialidad y de No Divulgación de Información con base al siguiente contexto.

**Ámbito de las pruebas** (Activos/servicios autorizados):

Instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Sucre, Campus Norte y Campus Sur

Infraestructura

- Sistemas eléctricos
- Sistemas de seguridad electrónica
- Sistema de CCTV
- Redes de datos
- Servidor de Aplicativos

#### **Condiciones**

El levantamiento de la información se realizará en horarios laborales bajo la supervisión de un delegado, la fecha y hora serán coordinadas de forma directa con el Proveedor de Información, no es imperativo la firma de documentos para esta gestión.

La auditoría de la red de datos se realizará de forma externa, las conexiones requeridas serán en modo usuario, para lo cual se proporcionarán los respectivos métodos de acceso.

La institución se reserva el derecho a proporcionar el acceso a equipos de TI que se consideren sensibles para su normal desempeño de las actividades.

Dado el nivel de investigación del presente estudio, el Receptor de la Información se compromete a notificar al delegado o en su defecto al Proveedor de Información, el hallazgo de datos de suma relevancia, expuestos de forma involuntaria o por misión por parte de los funcionarios, que se constituyan en un riesgo o que puedan afectar a la institución.

Por la naturaleza de las intervenciones a realizar, existe el eventual riesgo que, de manera involuntaria, se provoquen eventos no deseados. En caso de que tal situación se materialice, el Receptor de la Información comunicará de forma inmediata al delegado o en su defecto al Proveedor de Información, donde se detallara el escenario donde se provocó el fallo.

### **Conformidades**

De conformidad con la concesión de este acuerdo, el Instituto Superior Tecnológico Sucre declara que:

El Instituto Superior Tecnológico Sucre es propietario de los sistemas, aplicativos e infraestructura donde se realizará el análisis, levantamiento y la auditoría de la red, el suscrito tiene la competencia requerida para poder conducir las actividades requeridas.

Las prestaciones se realizan mediante el uso de procedimientos y herramientas diseñadas para tal motivo, y que es inviable abarcar todos los ámbitos que resultan del uso de estos procedimientos y herramientas.

### **Acuerdo**

JORGE GIOVANNY DÍAZ CAIZA se compromete en el uso de la información resultante del presente estudio, de forma obligatoria y estricta en su proceso de titulación, evitando la difusión a externos que no guarden relación alguna al trabajo de titulación.

De igual manera, dentro de la documentación se mostrará de forma mínima los datos recabados, como ejemplo ilustrar de forma incompleta direccionamiento IP's al igual que los datos relevantes o de alta sensibilidad para la institución

Los datos concluyentes o relevantes se darán a conocer a los miembros del Instituto Superior Tecnológico Sucre, que asistieron en las distintas etapas del presente estudio.

Una vez comprendido por los comparecientes el contenido y efectos del presente instrumento expresamente se ratifican en él, para fe y constancia se firma el presente documento por quienes en él intervinieron, en la ciudad de Quito, el día 10 del mes de marzo del año 2022, en dos ejemplares del mismo tenor y validez.

.....  
Livio Danilo Miniguano Miniguano  
Coordinador Gestión de la Información  
0987794757  
dminiguano@tecnologicosucre.edu.ec

.....  
Jorge Giovanni Díaz Caiza  
0991146968  
jdiaz2821@uta.edu.ec

## Anexo 17

### Correo de consentimiento para realizar la propuesta

 Secretaria Tecnológico Sucre <secretaria@tecnologicosucre.edu.ec>  
Para: Díaz Caiza Jorge Giovanni  
CC: DANILO MINIGUANO <dminiguano@tecnologicosucre.edu.ec>

      
Mié 07/07/2021 17:16

 Solicitud Autorización Ejecut...  
71 KB

Estimado  
Se pone en conocimiento que su solicitud ha sido aprobada  
*Saludos Cordiales*  
*Atentamente*  
**RECTORADO**



#### Instituto Superior Tecnológico SUCRE

Mainitá | Av. 10 de Agosto N26-27 y Luis Mosquera Narváez

Campus Sur | Av. Teodoro Gómez de la Torre 514-72 y Joaquín Gutiérrez

Campus Consejo Provincial | Av. Ajaví Oca-154 y Cardenal de la Torre

Tel: 022547356 Ext 101 / 022010513

E- mail: [secretaria@tecnologicosucre.edu.ec](mailto:secretaria@tecnologicosucre.edu.ec)

Sitio web: [www.tecnologicosucre.edu.ec](http://www.tecnologicosucre.edu.ec)



## Anexo 18

# ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MODELADO DE ARQUITECTURA DE RED PARA EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUCRE APLICANDO NORMATIVAS INTERNACIONALES

## MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

### GENERALIDADES

### INTRODUCCIÓN

El incesante desarrollo de la tecnología ha impulsado a las redes de datos a niveles nunca imaginados, sistemas independientes en la actualidad se ven forzados a converger en uno solo con capacidad de conllevar diversos servicios de forma rápida, confiable y eficiente.

Hoy en día, la creciente exigencia de ancho de banda, los inconvenientes de interferencia y distancia cada día se reducen mediante sistemas de voz, datos y video que conviven y no presentan inconvenientes en único medio.

La creciente necesidad de virtualizar las interacciones humanas, por medio del uso de aplicativos de datos, voz y video, proponen un reto tanto para equipos, medios y transmisión de datos ante el continuo crecimiento de velocidad y ancho de banda lo cual hace necesario que las redes garanticen el tráfico de datos con la más alta calidad posible.

### UBICACIÓN Y ANTECEDENTES

El presente estudio, constituye el análisis y diseño de un modelado de arquitectura de red para el Instituto Superior Tecnológico SUCRE aplicando normativas internacionales.

El Instituto Superior Tecnológico Sucre es una institución pública de educación superior que está ubicada en la ciudad de Quito en la provincia de Pichincha.

#### *Campus Norte*

El Edificio se encuentra ubicado en la Av. 10 de Agosto N26-27 y Luis Mosquera Narváez, consta de una edificación de cuatro plantas donde se funcionan aulas y laboratorios, una edificación de ocho plantas donde funciona oficinas administrativas, sala de profesores, aulas, laboratorios y auditorio. En este edificio

funcionan las carreras de Gestión Ambiental, Producción y Realización Audiovisual, Desarrollo Infantil Integral, Producción Textil, Marketing y Contabilidad Superior.

### ***Campus Sur***

El Campus Sur se encuentra ubicado en la Av. Teodoro Gómez de la Torre S14 - 72 y Joaquín Gutiérrez, consta de una edificación de tres plantas donde se funcionan aulas, laboratorios y talleres, una edificación de tres plantas donde funciona oficinas administrativas, sala de profesores, aulas y laboratorios. En este edificio funcionan las carreras de Electricidad, Electromecánica, Electricidad.

En instituto cuenta con equipos y redes de datos los cuales no cuentan normativa, estándar o metodología en su implementación e instalación, con los que provee servicio de internet, aplicativos de gestión estudiantil propios, datos, voz y video.

Una vez evaluada la infraestructura de datos actual y su funcionamiento, se propone una arquitectura de red con un diseño escalable, seguro y operativo, con la reutilización y el máximo de aprovechamiento de los equipos existentes, que garanticen la interconexión de los sistemas y aplicativos de la institución y permita mantenerse acorde a las necesidades de los docentes, estudiantes, personal administrativo y sociedad en general.

## **OBJETIVO**

El objetivo de presente proyecto es realizar el análisis y diseño de un modelado de arquitectura de red, el cual permitirá una administración, actualización y mantenimiento acorde a metodologías, normas y estándares, la aplicación de este trabajo se divide en los apartados que se detallan a continuación:

### 6. Diseño de la arquitectura de red

*Diseño de la Topología de Red*

### 7. Diseño de la red de cableado estructurado

*Cableado horizontal*

*Cableado vertical*

*Diseño del rack principal de telecomunicaciones del Data-Center*

*Diseño de racks secundarios de telecomunicaciones (IDF).*

## **DISEÑO DE LA RED DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

### **DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Para el diseño se contemplan los seis racks de telecomunicaciones intermedios (IDF), de igual manera los dos racks de networking y servidor (Data Center) existentes y que se mantiene su ubicación.

El diseño se basa en la Norma TIA/EIA-568 CAT.6A que establece el sistema de cableado estructurado, topología, distancias, tipos de cable, conectores, etc.

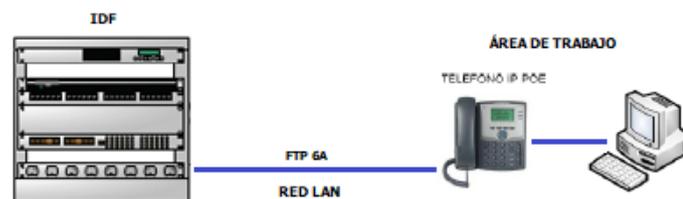
Para las áreas donde se provee conexión inalámbrica a la red de datos (WLAN) debe proporcionar una mínima cobertura del 90% y cumplimiento de las especificaciones IEEE 802.11x.

Para la red de datos se disponen de switch POE los cuales se interconectan con los paneles de conexión (patch panels) a cada IDF.

De igual forma para el servicio de acceso inalámbrico se dispone de switch POE con sus respectivos paneles de conexión e IDF

### **Cableado Horizontal**

Comprende desde el rack de distribución (IDF) hasta la caja de conexión, en complemento a elementos pasivos (jacks, face plate, etc.) forman el punto de enlace del área de trabajo.



**Figura** Diagrama de referencia Cableado Horizontal

Desde cada rack de distribución hasta el área de trabajo se propone cable categoría 6A, el par trenzado se instalará respetando la topología estrella desde el cuarto de telecomunicaciones, a cada toma del área de trabajo

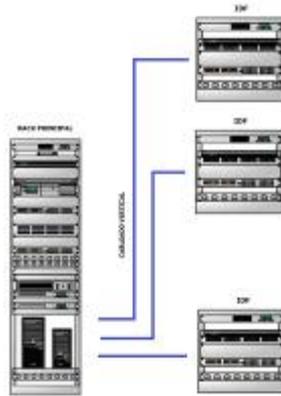
Para cada área de trabajo se propone tomas de datos simple, se contempla las especificaciones de la norma ANSI/EIA/TIA 568 que establece una extensión máxima de 90 m. para el cable de red horizontal, menor o igual a 2m para el cable de parcheo en el rack de telecomunicaciones y menor o igual a 3m de cable para la conexión en el área de trabajo, y cada cable debe terminar en un jack modular RJ45 (de 8 pines), para la protección de los cables se utilizarán canaletas plásticas de PVC.

### **Cableado vertical**

El cableado Vertical (o de "backbone") tiene la función de comunicar los Racks Principales ubicados en el Data – Center, y los IDF ubicados en cada una de las plantas de los edificios.

De igual manera se aplica la topología de estrella jerarquizada y se realizará mediante cable categoría 6A que cumpla con las especificaciones ANSI/TIA-568-C ya que sus distancias no superan los 100 m.

Para la protección de los cables se utilizará bandeja metálica porta cable, así como canaletas plásticas de PVC



**Figura** Diagrama de referencia Cableado Vertical

### ***Rack principal del data-center***

La institución dispone de un es un rack de 37 posiciones UR abierto que se desempeña como rack de networking y servidores tanto para el campus sur con el norte.

Este rack contiene| el ODF principal, el Router de Borde, los Switch de Core, los switches de accesos, Sistema Cámaras de video IP (NVR), un Servidor Integrado para Aplicativos Generales, el Sistema de UPS, espacio para futuros servidores y bandejas organizadoras.

### ***Racks secundarios de telecomunicaciones***

Rack de Telecomunicaciones Secundario (IDF), se propone reemplazar los seis racks abiertos que dispone la institución, por rack de montaje de pared cerrados de 9 unidades (9UR), recubierto con pintura anticorrosiva para evitar su deterioro y se mantienen las ubicaciones actuales.

### ***Requerimiento mínimo de equipos y materiales***

#### ***Cable Categoría 6A***

Especificaciones mínimas ANSI/TIA-568-C.2, Categoría 6A.

Ancho de Banda: 1 – 500MHz.

ISO/IEC 11801: 2002 - Norma Internacional que define los requerimientos básicos para el cableado estructurado, para soporte de transmisiones 10GBASE-T

Estándar IEEE 802.3af y IEEE 802.3at para aplicaciones PoE

Deber tener soporte para aplicaciones: Voz, FAX, T1, ISDN, 10BASE-T, 100BASE-TX, 100BASE-T4, 1000BASE-T, 10 GIGA.

Norma TIA/EIA Categoría 6A NEXT y ELFEXT (Par a par y Power Sum), atenuación, pérdidas de retorno, y retardo de propagación.

RoHS compliant.

Propiedades físicas: Tamaño del conductor UTP 23AWGx4P, el diámetro total de la chaqueta no debe exceder los 8mm.

Certificación ISO9001.

## ***Canalización***

### ***Canaleta plástica***

Para la protección de los cables se utilizarán canaletas plásticas de PVC, que cumplan con certificaciones UL 94 e ISO 9001 con dimensión mínima para distribución: 40 x 25 mm, adicional para los cambios de dirección de canaleta se utilizará el accesorio adecuado (ángulo plano, interno, externo, derivación en T), de las mismas características.

### ***Bandeja Metálica o escalerilla***

Bandeja metálica porta cable 50x100x2400mm galvanizada en caliente, para instalaciones eléctricas, livianas, que cumplan con las normas de fabricación ANSI c80.3 y normas de seguridad ul797, así como el artículo 358 de la NEC

### ***Paneles de Conexión (Patch Panel) Categoría 6A***

Panel de conexión deberá venir con todos los accesorios y tornillos requeridos, sujetadores plásticos posteriores para el cable Cat 6A, porta etiquetas delantero para identificación de cada puerto.

Organizadores posteriores para evitar incumplir el radio de curvatura de los cables al ingreso del Panel de Conexión.

Puesta a tierra

Certificación ISO 9001.

Cumple de la normativa RoHS.

Debe ser modulares puerto por puerto, de forma que permita reemplazo de individual de jack.

### ***Rack cerrado de pared puerta de malla de 9 UR***

Rack de pared con puerta de malla de 9 UR construido en acero laminado en frío.

Incluye:

Ventiladores de 110 v.

Organizadores verticales metálicos

Multitoma vertical de 24 tomas simples

El rack debe cumplir las normas ANSI/EIA RS-310-D, DIN41491, PART 1, IEC297-2, DIN41494, PART 7, GB/T3047.2-92

### ***Sistema de puesta a tierra***

Para el sistema de puesta a tierra se deberá usar electrodo químico compacto de grafito, 1 metro de longitud, 0.1 metros de diámetro mínimo, conductor #4 awg.

Se considera una barra de cobre perforada de 2 pulgadas y ¼ de espesor con omegas y aisladores y cable suave AWG calibre 6, para centralizar el sistema de puestas a tierra (TGB) de todos los equipos y accesorios para su protección y adecuado funcionamiento.