

**EVALUACION Y MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y DE
TELECOMUNICACIONES PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD
DE NARIÑO**

**EINAR ALEJANDRO ARTEAGA MUÑOZ
MAYRA ALEJANDRA BRAVO BOLAÑOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2019**

**DIAGNOSTICO, EVALUACION Y MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA
ELÉCTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES PARA EL CENTRO DE DATOS DE
LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**EINAR ALEJANDRO ARTEAGA MUÑOZ
MAYRA ALEJANDRA BRAVO BOLAÑOS**

**Trabajo presentado para optar por el título de
Ingeniero Electrónico**

**Asesor:
Ing. Mario Fernando Jojoa Acosta**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2019**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

Nota de Aceptación:

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, junio de 2019

RESUMEN

En el presente trabajo se mostró cuáles son las características que debe tener un centro de datos adaptado a las necesidades de la universidad, así como una propuesta de diseño que cumpla con los requerimientos organizacionales. Del mismo modo se presentó una breve conceptualización y revisión del estado del arte en temas de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.

ABSTRACT

In the present work it was shown what are the characteristics that a data center must have adapted to the needs of the university, as well as a design proposal that meets the organizational requirements. Similarly, a brief conceptualization and review of the state of the art in telecommunications wiring issues for commercial buildings was presented.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES SOBRE CABLEADO ESTRUCTURADO DE TELECOMUNICACIONES.....	15
1.1 CABLEADO ESTRUCTURADO.....	15
1.1.1 Subsistemas del cableado estructurado:	16
1.1.1.1 Instalación de entrada.....	16
1.1.1.2 Cuarto de equipos.....	16
1.1.1.3 Cableado Back Bone.	16
1.1.1.4 Sala o closet de telecomunicaciones.	17
1.1.1.5 Cableado horizontal.	19
1.1.1.6 Áreas de trabajo.....	20
1.2 NOMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....	21
1.2.1 ANSI EIA TIA 568.....	21
1.2.2 ANSI EIA TIA 569.....	22
1.2.3 ANSI EIA TIA 606.....	23
1.2.3.1 Etiquetado.....	24
1.2.4 ANSI J STD 942.....	24
2. GENERALIDADES SOBRE EL CABLEADO ESTRUCTURADO ELÉCTRICO .	27
2.1 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AC DE BAJA TENSIÓN.....	27

2.1.1	Generación transporte y distribución de energía eléctrica.	27
2.1.2	Red un sistema de distribución eléctrica AC de baja tensión.	29
2.1.2.1	Conductores eléctricos.	30
2.1.2.2	Canalizaciones eléctricas.	31
2.1.2.3	Conectores y dispositivos finales.	32
2.1.2.4	Sistemas de protección y puesta a tierra.	32
2.2	NORMA NTC 2050	34
2.3	RETIE	35
2.3.1	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.	35
2.3.2	Objetivos específicos del RETIE:	35
2.3.3	Campo de aplicación.	36
2.3.3.1	Conformidad de la instalación.	36
2.3.3.2	Personas.	37
2.3.3.3	Productos.	37
2.4	CENTRO DE DATOS	37
2.4.1	Transmisión de la información	38
2.4.2	Sistemas de telecomunicaciones.	38
2.5	IMPORTANCIA DENTRO DE LAS ORGANIZACIONES	39
3.	SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO	40
3.1	SISTEMAS DE INFORMACIÓN UNIVERSITARIOS SIUS	40
3.1.1	Requerimientos de infraestructura.	41
3.1.1.1	Red Eléctrica.	41

3.1.1.2 Red de Comunicaciones.....	45
3.1.1.3 Descripción general del actual centro de datos y cambios propuestos.....	49
4. CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distancias máximas de Back Bone	16
Tabla 2. Rough In Cableado de telecomunicaciones	20
Tabla 3. Tabla de calibres de conductores	31
Tabla 4. Características de los equipos que constituyen el centro de datos	49
Tabla 5. Debilidades y mejoras Centro de datos.....	50

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cableado Vertical.....	17
Figura 2. Gabinetes de Cableado	18
Figura 3. Diagrama de un cuarto de comunicaciones	19
Figura 4. Cableado horizontal de telecomunicaciones.....	20
Figura 5. Esquema de un cableado estructurado en un edificio	21
Figura 6. Diagrama de conexión norma b.....	22
Figura 7. Ejemplo de identificación de punto de red	24
Figura 8. Esquema de una hidroeléctrica	28
Figura 9. Generación y distribución de la energía eléctrica	29
Figura 10. Señales de voltaje.....	30
Figura 11. Diámetro de los tubos para conductores.....	31
Figura 12. Sistema básico de distribución con protección en serie.....	32
Figura 13. Esquema de un tablero de distribución eléctrica	33
Figura 14. Sistema de puesta a tierra	33
Figura 15. Mapa de procesos de la universidad de Nariño.....	40
Figura 16. Diagrama de red de un centro de datos con respaldo	42
Figura 17. Distribución de la potencia eléctrica en un centro de datos	44
Figura 18. Análisis de probabilidad de falla con sistemas redundancia	45
Figura 19. Distribución de los equipo de un centro de datos por categorías	46

INTRODUCCIÓN

La demanda del internet y sus servicios han crecido exponencialmente en los últimos años y ha obligado a las organizaciones a implementar tecnologías que respondan a esta tendencia para, de esta manera cumplir con las exigencias del mercado. Las universidades no han sido la excepción, y cada vez dentro de ellas se habla más del E-Learning y B-Learning como estrategias pedagógicas que acompañan lo presencial, sistemas de información robustos que permitan lograr los estándares de calidad exigidos por el gobierno nacional, conectividad en los campus universitarios que apoyen el desarrollo de la academia y otros retos que deben afrontar aparte de su quehacer misional. Es por ello que la infraestructura de este tipo de organizaciones debe estar actualizada y muy bien construida, cumpliendo estándares de calidad internacionales; una parte fundamental y núcleo son los centros de datos, lugar donde se guarda toda la información e historia institucional. En la presente investigación se buscó proponer los diseños de la red eléctrica y de telecomunicaciones del centro de datos de la universidad de Nariño que respondan a las necesidades del modelo organizacional.

Línea de investigación: sistemas de comunicaciones

Para el desarrollo del presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos.

Como objetivo general:

- Analizar la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones del centro de datos de la universidad de Nariño con el fin de proponer un nuevo diseño para dicha infraestructura.

Y como objetivos específicos:

- Identificar los requerimientos de telecomunicaciones, respaldo eléctrico y consumo energético del actual centro de datos de la universidad de Nariño.
- Hacer el levantamiento de los planos del actual diseño de la red de datos y eléctricos para su posterior análisis.
- Plantear una propuesta de rediseño de la red de datos y de la red eléctrica del centro de datos con los respectivos ajustes teniendo en cuenta los resultados del objetivo anterior.
- Socializar a los responsables del centro de informática del nuevo diseño de la red de datos y eléctricos.

Los alcances metodológicos, teóricos y prácticos de esta propuesta de investigación que se tuvieron en cuenta se listan a continuación:

Informe de los requerimientos de telecomunicaciones, consumo y disponibilidad eléctrica del centro de datos: Se elaboró un informe con los requerimientos basados en el modelo organizacional de los equipos de almacenamiento y procesamiento en cuanto a conectividad.

Metodología de diseño de red de telecomunicaciones para centros de datos: Se hizo uso de las recomendaciones consignadas en la norma para cableado de telecomunicaciones ANSI EIA/TIA J STD 942. Con base en el informe de requerimientos y la revisión de la norma anterior se generó las especificaciones técnicas y los diagramas físicos de la red de datos.

Metodología de diseño de red eléctrica para centros de datos: Se hizo uso de las recomendaciones consignadas en la norma NTC 2050 y el reglamento técnico para instalaciones eléctricas RETIE. Con base en el informe de requerimientos y la revisión de la norma anterior se genera las especificaciones técnicas y los diagramas físicos de la red eléctrica.

El trabajo planteado corresponde a la modalidad de investigación aplicada. Teniendo en cuenta los objetivos, alcances y resultados esperados del proyecto, se planteó desarrollar una metodología que consiste de siete fases. A continuación se explica y se menciona brevemente, las fases propuestas:

Fase 1. Revisión bibliográfica: Se llevó a cabo una revisión metódica y constante de literatura especializada, en áreas como, telecomunicaciones, centros de datos, cableado estructurado de datos, redes estructuradas eléctricas, equipos de procesamiento y almacenamiento. Además se hizo una revisión del modelo organizacional consignado en la oficina de planeación y desarrollo de la universidad de Nariño.

Fase 2. Levantamiento de los requisitos referentes a disponibilidad y consumo energético de los equipos del centro de datos. A través del instrumento cuestionario, se registró los requerimientos en cuanto a las características eléctricas de los equipos, como voltaje de operación, número de fuentes, potencia activa entre otros.

Fase 3. Levantamiento de los requisitos de conectividad de los equipos del centro de datos. A través del instrumento cuestionario, se registró los requerimientos en cuanto a comunicaciones de los equipos.

Fase 4. Propuesta de diseño de la red eléctrica para el cuarto de equipos. Se realizó el plano de la red eléctrica que mejor se ajuste a las necesidades del centro de datos.

Fase 5. Propuesta de diseño de la red de telecomunicaciones para el cuarto de equipos. Se realizó el plano de la red de datos que mejor se ajuste a las necesidades del centro de datos.

Fase 6. Validación de los diseños con base en los frameworks de trabajo ANSI 942 y RETIE, y recomendación del up time institute. Con base a las recomendaciones consignadas en los marcos de trabajo ANSI y Up Time se hizo una revisión y se verifica el cumplimiento de las recomendaciones alineadas al modelo institucional de la universidad de Nariño.

Fase 7. Documento final: Se realizó un informe final que evidencie todos los resultados teóricos, técnicos y procedimentales del proyecto, así como también los resultados obtenidos.

En el presente trabajo se mostró cuáles son las características que debe tener un centro de datos adaptado a las necesidades de la universidad, así como una propuesta de diseño que cumpla con los requerimientos organizacionales. Del mismo modo se presentó una breve conceptualización y revisión del estado del arte en temas de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.

1. GENERALIDADES SOBRE CABLEADO ESTRUCTURADO DE TELECOMUNICACIONES

1.1 CABLEADO ESTRUCTURADO

Los sistemas de cableado estructurado tienen una estructura particular, si analizamos las topologías y arquitectura, es así como este tipo de diseños han venido evolucionando a través de los últimos años; hasta 1985 los estándares para el diseño del cableado estructurado y sistemas de comunicación simplemente no existían, los protocolos de comunicación no se encontraban estandarizados de manera que cada empresa fabricante de este tipo de equipos, tenía su propia tecnología logrando comunicación digital, únicamente con otros equipos de la misma marca. Además dentro de la evolución tecnológica de los sistemas de telecomunicaciones, se han modificado dependiendo del tipo de transmisión, como es el ejemplo de sistemas telefónicos con distintos tipos de cableado (cable bifilar) a la de red de datos (cable UTP). En el transcurso del desarrollo tecnológico en diversos tipos de empresas, se analizó las ventajas de este tipo de información, creando así una dependencia empresarial hacia la tecnología, en consecuencia a esto las empresas presentaron quejas a los proveedores de este tipo de servicio, esto era consecuencia a que un cambio en la tecnología de su sistema de información requería un cambio en el cableado; creando así un costo elevado. Las entidades implicadas en esta situación a través de solicitudes lograron estandarizar el sistema cableado, el comité "TR-41" fue el encargado de desarrollar estos estándares, lo cual consistió en asegurarse de que eran independientes tanto de las tecnologías de los sistemas de comunicaciones como de los fabricantes.

Estos actos del pasado, influyeron significativamente en la actualidad, teniendo una aceptación los conjuntos de recomendaciones llamados estándares sobre las infraestructuras de cableado para obras civiles industriales y residenciales; estos estándares contienen las especificaciones, para lograr el diseño de las redes de telecomunicaciones para edificios residenciales y comerciales; generalmente son las redes LAN, sistemas de circuito cerrado de televisión, datos y video. Esta reglamentación ofrece flexibilidad a la red en crecimiento, ventajas en la organización de la información, y seguridad de los datos en forma digital. "En 1994 este tipo de estandarizaciones, se nombraron a TIA/EIA 568a de origen Estado Unidense, que han sufrido pequeñas modificaciones con el pasar de los años, donde finalmente ha sido adoptado por bastantes países a nivel mundial. El cableado estructurado se conforma de seis subsistemas"¹.

¹ ARIAS, J. A. M. Cableado estructurado. 2010. *Publicaciones Icesi*, (50).

1.1.1 Subsistemas del cableado estructurado:

1.1.1.1 Instalación de entrada. Dentro de una edificación el punto donde se empalma el servicio de telecomunicaciones proveniente del exterior, con el cableado dorsal del edificio, es denominado instalación de entrada, además en este punto llegan canalizaciones e Interconexiones con otras edificaciones de la misma empresa. Estas instalaciones según sea el caso pueden incluir equipos de telecomunicaciones de tipo activos y borneras.

1.1.1.2 Cuarto de equipos. Es un lugar destinado a la ubicación de equipos pertinentes a las telecomunicaciones y red de la edificación, como ejemplo podríamos citar enrutadores, hubs, switches, mux, equipos de datos, video etc.; es muy importante realizar ciertas consideraciones a la hora de diseñar el cuarto de equipos, la flexibilidad del sistema posibilita la expansión que pueda sufrir la red en el futuro, es un factor a tener en cuenta. El ambiente del cuarto de equipos, debe evitar la humedad, además de regular el aire circulante mediante aires acondicionados que evitan el calentamiento de los equipos. La estimación de espacio para esta sala es de 0.07 m² por cada 10 m² de área utilizable del edificio, teniendo en cuenta además la gran cantidad de cableado y canalizaciones que llegan a este recinto, igualmente se debe tener en cuenta las fuentes de interferencia electromagnética, vibraciones, iluminación, consumo eléctrico y las correctas puestas a tierra.

1.1.1.3 Cableado Back Bone. También llamado cableado vertical, interconecta los equipos situados en los cuartos de telecomunicaciones o en la instalación de entrada, consta del cableado físico como tal y conectores necesarios para su interconexión, generalmente se realiza entre pisos de las edificaciones, razón por la cual es llamado vertical, en la siguiente tabla se muestra el tipo de cable requerido en el Back Bone junto con las distancias máximas.

Tabla 1. Distancias máximas de Back Bone

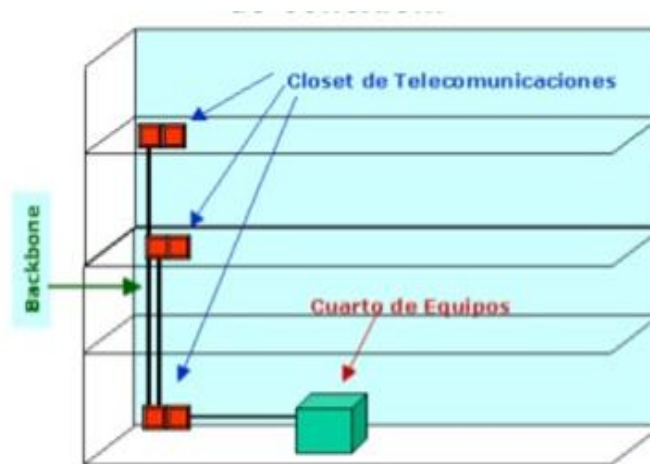
Clase de Cable	Distancia máxima
100 ohm 22 AWG	800 metros (Voz)
150 ohm STO	90 metros (Datos)
Fibra Óptica Multimodo (62.5/125um)	2000 metros
Fibra Óptica Monomodo (8.3/125um)	3000 metros

Fuente: ANSI EIA TIA 568

La canalización de este tipo de cableado es fundamental a la hora de diseño e implementación, existen diversos tipos como por ejemplo las canalizaciones subterráneas conformadas por ductos y cámaras de inspección, que pueden estar

directamente enterradas pero con las protecciones adecuadas, igualmente podemos encontrar los denominados Backbone aéreos y canalizaciones internas, estos incluyen bandejas, ductos, porta cables y pueden estar ubicadas en el cielorraso, debajo del piso o adosada a las paredes e incluso buitrones internos. Cabe aclarar que este tipo de conexiones en algunos casos pueden tener conexiones de tipo horizontal, todo dependiendo de la arquitectura del edificio. En el siguiente esquema se muestra gráficamente el concepto de cableado Backbone.

Figura 1. Cableado Vertical



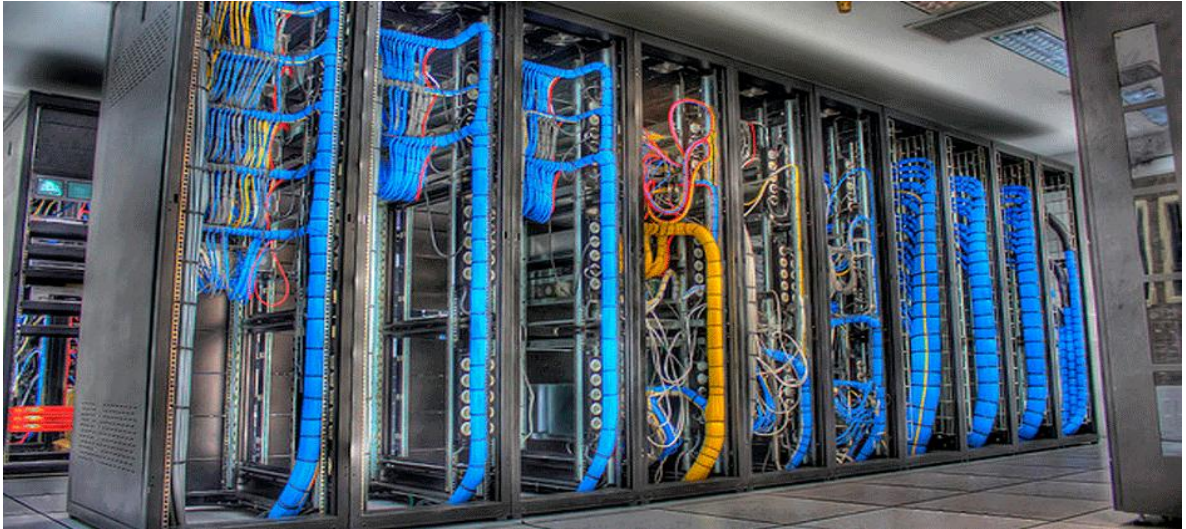
Fuente: <https://ikastaroak.ulhi.net>

1.1.1.4 Sala o closet de telecomunicaciones. La sala o armario de telecomunicaciones es el área situada en el interior de las edificaciones, donde se encuentran puntos de terminación del cableado de tipo vertical tanto como el horizontal, se encuentran además armarios o racks de telecomunicaciones en los cuales reposan este tipo de equipos. La sala de telecomunicaciones de igual forma se puede definir como el espacio donde se ofrece un punto de transición entre el cableado Backbone y el cableado horizontal que se estudió. Es recomendable que este espacio sea única y exclusivamente para equipos de telecomunicaciones, de manera que se debe evitar compartir espacio con dispositivos de energía.

En la figura 2, podemos observar la apariencia física de un armario para equipos de telecomunicación, en estos armarios se soportan los dispositivos electrónicos tales como, "Routers, Switches, Gateway, módems etc., además los dispositivos

de tipo activo como lo son las regletas para patch cord, los soportes del cableado y el cableado en sí².

Figura 2. Gabinetes de Cableado



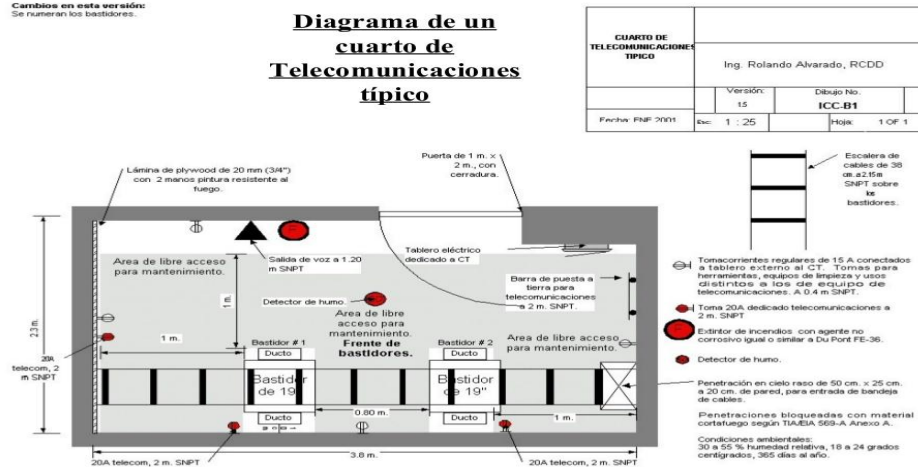
Fuente: <http://lasec.com.mx/soluciones/>

La recomendación normativa sugiere que por cada piso debe haber una sala de telecomunicaciones, existiendo excepciones donde se pueden necesitar dos o más.

Existen exigencias para este tipo de salas, deben estar correctamente iluminadas, con techos y paredes de colores claros, la ambientación debe ser de tipo refrigerante para mitigar el calor producido por los equipos que en su mayoría son de tipo activo, se debe tener en cuenta los sistemas de apoyo, los cuales brindaran estabilidad eléctrica en caso de fallas en la red. A continuación se muestra un diagrama típico.

² VELASCO, M. I. D. Sistemas de cableado estructurado: normalización y parámetros. 2001. *Mundo electrónico*, (316), 36-42.

Figura 3. Diagrama de un cuarto de comunicaciones



Fuente. <https://www.lucent.com>

1.1.1.5 Cableado horizontal. Toda estructura física que se extiende desde el cuarto de telecomunicaciones hasta el área final de trabajo, se denomina cableado horizontal, las canalizaciones pueden ser configuradas diversamente, como lo son los ductos bajo piso, bajo piso elevado, ductos aparentes, bandejas, ductos sobre cielorraso en otros.

a. Secciones de las canalizaciones

Durante la etapa de diseño, la sección de las canalizaciones fueron de gran importancia a la hora de realizar la implementación, de esto dependió el número de terminales, los cuales requería el diseño, a causa de este requerimiento se necesitaría una cierta cantidad de cable y la sección de los mismos; la flexibilidad para el crecimiento de la red es un ítem que se tuvo en cuenta, y dejar espacio suficiente para compensar dicho incremento. A continuación se presenta la tabla 2, que relaciona el diámetro del cable con la canalización necesaria.

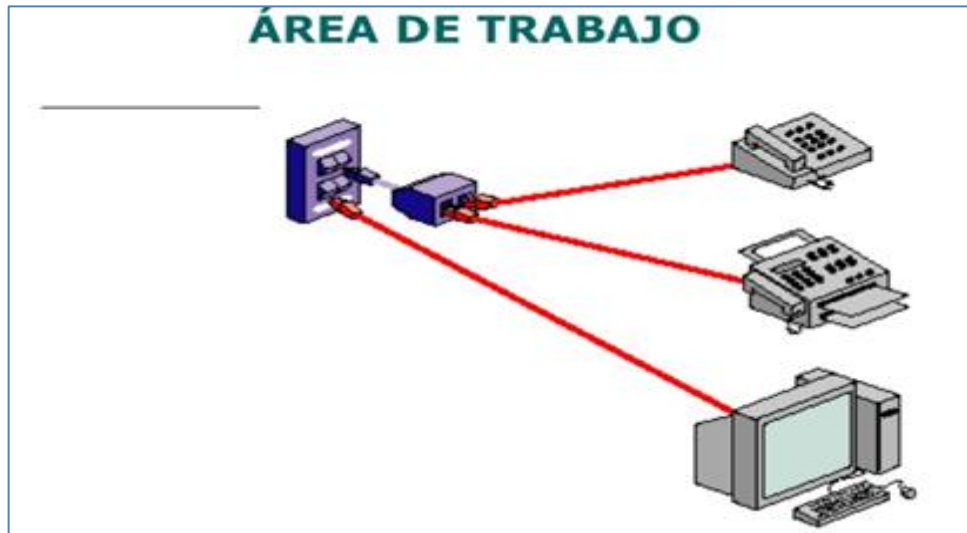
Tabla 2. Rough In Cableado de telecomunicaciones

Diámetro interno de la canalización		Diámetro externo del cable (mm)				
(mm)	Denominación del ducto (pulgadas)	3,3	4,6	5,6	6,1	7,4
15,8	1/2	1	1	0	0	0
20,9	3/4	6	5	4	3	2
26,6	1	8	8	7	6	3
35,1	1 1/4	16	14	12	10	6
40,9	1 1/2	20	18	16	15	7
52,5	2	30	26	22	20	14
62,7	2 1/2	45	40	36	30	17
77,9	3	70	60	50	40	20

Fuente: ANSI EIA/TIA 569

1.1.1.6 Áreas de trabajo. Se definen como lugares específicos donde se ubica la conexión entre la red y el usuario, generalmente son escritorios o puestos de trabajo donde las personas pueden acceder al servicio de tipo informático y de telecomunicaciones; estos lugares de trabajo son conformados de forma general, en lugares de conexión para computadoras, sistemas telefónicos, sistemas de alarma, impresoras y video cámaras. El acceso que tiene el usuario a la red se realiza mediante el área de trabajo, en este lugar se genera la información y de igual manera es destino de la información, En la figura 4 se contempla un puesto de trabajo.

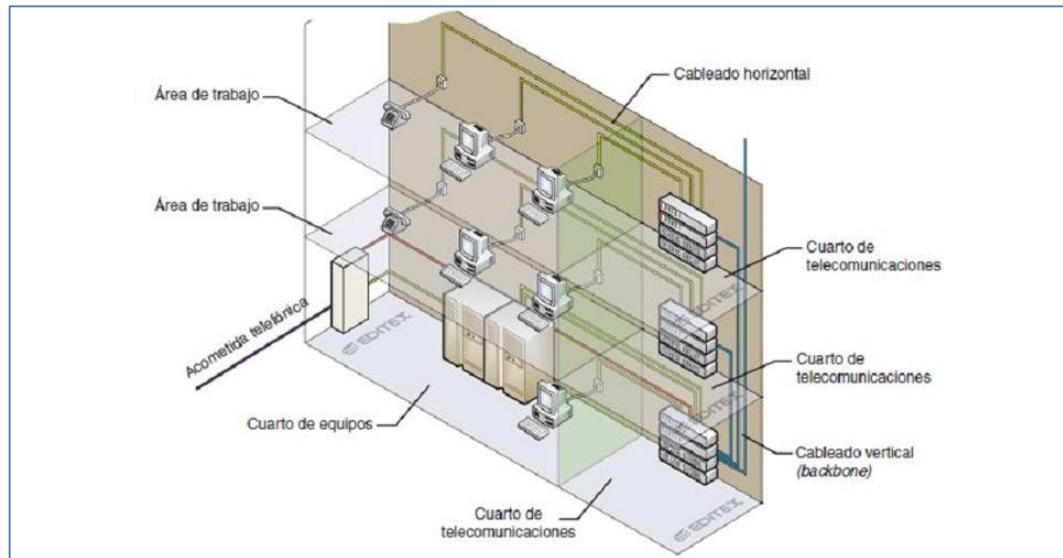
Figura 4. Cableado horizontal de telecomunicaciones



Fuente: Tyco Electronics Premises Cabling System Course

“Finalmente, en la figura 5 encontramos un esquema general de un cableado estructurado; para edificaciones que requieran este tipo de sistema”³.

Figura 5. Esquema de un cableado estructurado en un edificio



Fuente: Tyco Electronics Premises Cabling System Course

1.2 NORMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

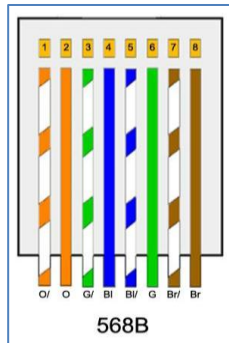
1.2.1 ANSI EIA TIA 568. Estas normas son tres estándares que se enfocan en el cableado de tipo comercial para servicios de comunicaciones, a lo largo de la historia surgió en primer lugar la norma EIA/TIA-568-A, la cual fue sustituida por la norma EIA/TIA-568-B siendo el estándar a seguir desde el 2001.

Esta norma define los tipos de cable, conexiones, distancias, conectores, arquitecturas, características de rendimiento, requerimientos de la instalación y pruebas sistemáticas; el objetivo primordial se enfoca en experiencias recomendadas para un correcto diseño de instalación, las cuales deben ser flexibles al crecimiento y cubrir por lo menos un rango de vida de 10 años.

La norma establece criterios técnicos para obtener un mayor rendimiento en la interconexión de datos, según el estándar para empalmar un cable UTP con un conector RJ-45 macho, se debe seguir la secuencia mostrada en la figura 6:

³ALVARADO, L. G. Proyecto de cableado estructurado y diseño de red bankcolombie. Bogotá: s.n., 2007.

Figura 6. Diagrama de conexión norma b



Fuente: ANSI EIA/TIA 568B

“Para redes locales donde se requiera interconectar dos equipos en red, logrando una comunicación exitosa sin tener que recurrir a dispositivos de red con alto costo, se utiliza una técnica punto a punto de cables cruzados, para oficinas pequeñas o interconexiones en el hogar; en la figura 6 se puede observar la configuración de un cable cruzado de interconexión punto a punto”⁴.

1.2.2 ANSI EIA TIA 569. Esta norma presenta los elementos requeridos para construcciones, que necesitan la implementación de sistemas de telecomunicación, está dirigida a la estandarización de los seis sistemas de un cableado estructurado. “Este estándar especifica el diseño de las instalaciones y la infraestructura de la edificación, necesaria en el cableado de telecomunicaciones y edificios comerciales. Incluye las siguientes versiones”⁵:

- ANSI/TIA/EIA 569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces. (Febrero 1998)
- ANSI/TIA/EIA 569-A-1 Addendum 1 Surface Raceways. (Abril 2000)
- ANSI/TIA/EIA 569-A-2 Addendum 2 Furnitures Pathways and Spaces. (Abril 2000)
- ANSI/TIA/EIA 569-A-3 Addendum 3 Access Floors. (Marzo 2000)
- ANSI/TIA/EIA 569-A-4 Addendum 4 Poke-Thru Fittings. (Marzo 2000)
- ANSI/TIA/EIA 569-A-5 Addendum 5 Underfloor Pathway.
- ANSI/TIA/EIA 569-A-6 Addendum 6 Multitenant Pathways and Spaces (Setiembre 2001).

⁴ MEYERS, Mike: Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Third Edition, Mexico: McGraw Hill Companies, 2004, p. 128.

⁵ OSKOWICZ, J. Cableado estructurado. Bogotá: s.n., 2006.

•ANSI/TIA/EIA 569-A-7 Addendum 7 Cable Trays and Wireways (Diciembre 2001).

La norma ANSI/TIA/EIA 569 tiene en cuenta tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

•**Los edificios son dinámicos.** Desde el diseño del edificio debe tenerse en cuenta que el edificio puede remodelarse durante su vida útil. Se reconoce que el cambio sobreviene y lo considera en las sugerencias para el diseño de las canalizaciones de telecomunicaciones.

•**Los sistemas de telecomunicaciones son dinámicos.** La tecnología se actualiza constantemente y el edificio debe estar preparado para los cambios que se susciten. Debe ser tan independiente como sea posible de proveedores y tecnologías específicas.

•**Telecomunicaciones es más que “voz y datos”.** Incorpora otros sistemas como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido.

El diseño de las telecomunicaciones debe hacerse durante la primera fase de diseño arquitectónico. El estándar identifica seis componentes en la infraestructura edilicia:

1.2.3 ANSI EIA TIA 606. El estándar para administración de infraestructura de edificios para telecomunicaciones fue declarado por la norma TIE/EIA 606 en 1993, en las construcciones modernas se necesita que la infraestructura de telecomunicaciones soporte una gran variedad de servicios, que permita que la información se transporte de manera segura mediante sistemas electrónicos. La infraestructura debe facultar la conexión de los siguientes elementos:

- Espacio para telecomunicaciones.
- Ductos y bandejas porta-cable.
- Sistema de puesta a tierra.
- Cables y terminaciones pertinentes.

La documentación debe ser pertinente para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones y debe incluir:

- Etiquetas.
- Registros grabados.
- Planos.
- Reportes.
- Órdenes o procesos de trabajo.

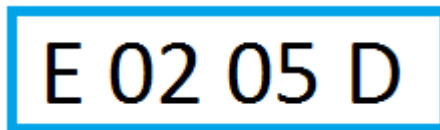
Se debe suministrar la mayor cantidad de información posible, en especial brindar los planos de todos los pisos, en los que se detallen:

- Ubicación de los gabinetes.
- Ubicación de ductos.
- Información de los puestos de trabajo.
- Ubicación de piso ductos.

1.2.3.1 Etiquetado. La norma ANSI EIA TIA 606 define la correcta identificación de cada uno de los sistemas de cableado estructurado. Se etiquetarán los dos extremos del cable en los faceplates y patchpanels de los cuartos de telecomunicaciones.

Los cables se rotulan con una etiqueta sobre el conductor para reconocer el patch panel y el área a la que pertenecen, las etiquetas serán adhesivas. Para identificar el patch panel que se encuentra conectado al correspondiente Rack de telecomunicaciones se realiza el etiquetado del puerto al que se encuentra conectado. En la figura 7 se adjunta un ejemplo que explica la identificación⁷.

Figura 7. Ejemplo de identificación de punto de red



Fuente: ANSI EIA/TIA 606

- E: Área de Electrónica.
- 02: Pertenece al Patch Panel 02 de la misma área.
- 05: Puerto del Patch Panel al cual se conecta.
- D: Punto de datos.

Este esquema permite al administrador identificar y corregir posibles fallas en lo concerniente al cableado. Al terminar la instalación se debe certificar todos los puntos de red con el equipo diseñado para ello. El certificador debe rendir cuenta de los principales parámetros que garanticen el buen funcionamiento de la red.”⁶

1.2.4 ANSI J STD 942. Esta norma fue creada con el propósito de fijar los requerimientos y lineamientos indispensables para un Data Center. La anterior se aprobó en el año 2005 por ANSI-TIA y al principio se basaba en una serie de especificaciones para comunicaciones y cableado estructurado. El propósito de la ANSI/TIA 942 es Brindar los requisitos específicos para cada nivel de redundancia en subsistemas, para ello abarca las normas ANSI/TIA 569,

⁶ GONZÁLEZ, L., & EDSÓN, J. Actualización de un sistema de cableado estructurado. Bogotá: s.n., s.f.

ANSI/TIA606, AANSI/J-STD, 607NFPA-80. Aunque no posee organismo certificador, es óptima ya que cuenta con más criterios enfocados en brindar mayor seguridad para los recursos de energía eléctrica, estos requerimientos son el fruto de la experiencia de expertos a los largo de muchos años.

Estos son los cuatro aspectos que tiene en cuenta la ANSI/TIA 942:

a. Infraestructura Arquitectónica: Define la ubicación, selecciona el tipo de construcción y protección contra fuego bajo normativas NFPA 75 (Sistemas de protección contra el fuego para información), áreas con acceso controlado, salas con apoyo energético (UPS y baterías), generadores, sistemas CCTV y NOC (Network Operations Center–Centro operativo) barreras con fluidos de vapor.

b. Infraestructura Eléctrica: Define la redundancia y topología de UPS, EPO (Emergency Power Off-sistemas de corte de emergencia), puesta a tierra, cantidad de accesos, cargas críticas, fallos, baterías, generadores, monitoreo y sistemas de transferencia de tensión.

c. Infraestructura Mecánica: Evalúa sistemas de aire frío, presión positiva, tuberías, conductos y drenajes, CRACs y condensadores, control de ventilación y aire acondicionado, sistema de detección y extinción de incendios (NFPA 2001) y detección de líquidos.

d. Infraestructura de Telecomunicaciones: Determina el tipo de cableado de racks, ya sea vertical como horizontal, cuarto de entrada, accesos redundantes, backbone, área de distribución, elementos activos, redundancia en la alimentación, patch panels, administración de información física y lógica.

Esta norma identifica cuatro niveles o TIER en que indican el nivel de redundancia y disponibilidad de la infraestructura del Data center. Sus características básicas son:

TIER I: Centro de datos Básico: No tiene redundados sus componentes vitales (climatización, suministro eléctrico) ante el fallo de cualquiera de sus componentes perderá su capacidad de operación.

Puede o no puede tener suelos elevados, generadores auxiliares o UPS.

Para realizar el mantenimiento tendrá que suspenderse la disponibilidad de la infraestructura.

Disponibilidad del 99.671%.

TIER II: Centro de datos Redundante: Tiene redundados sus sistemas vitales, pero cuentan con un único camino de suministro eléctrico. Componentes redundantes (N+1).

Tiene suelos elevados, generadores auxiliares o UPS.

Conectados a una única línea de distribución eléctrica y de refrigeración.

Instalaciones con bajo grado de tolerancia a fallos y permiten algunas operaciones de mantenimiento “on line”.

Disponibilidad del 99.741%.

TIER III: Centro de datos Concurrentemente Mantenibles: Sumado a los requisitos de TIER II, tiene mejor tolerancia a fallos porque todos los equipamientos básicos están redundados incluido el suministro eléctrico, que permite una configuración Activo Pasivo. Doble fuente para todos los servidores y no necesita parar durante un mantenimiento básico. Componentes redundantes (N+1) líneas de distribución múltiples, pero únicamente una activa. Se requiere que si se hace una mejora a TIER IV no se interrumpa el servicio. Disponibilidad del 99.982%.

TIER IV: Centro de datos Tolerante a fallos: La más exigente, requiere cumplir todo lo de TIER III y soportar fallos que inhabiliten una línea (suministro, refrigeración). Tiene múltiples líneas de operación cada una con componentes redundantes⁷: 2 (N+1).

⁷ DÁVILA CERVANTES, J. A., & RAMÍREZ VITERI, C. F. Diseño de un centro de datos para la empresa ISISTEM aplicando el estándar TIA 942 (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018).

2. GENERALIDADES SOBRE EL CABLEADO ESTRUCTURADO ELÉCTRICO

2.1 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA A.C DE BAJA TENSIÓN

En la actualidad a nivel mundial, los seres humanos tenemos dependencia en cuanto a la energía eléctrica, las actividades diarias para la subsistencia a nivel social en la mayoría de las ciudades, dependen de la energía eléctrica, el planeta se encuentra en la era digital, los sistemas de información y de telecomunicaciones que funcionan continuamente, necesarios en las industrias y el comercio, requieren una gran cantidad de este tipo de energía, en general el mundo se mueve a través de la energía eléctrica, de ahí la gran importancia de este recurso, en diversos ámbitos del quehacer humano.

Los sistemas de distribución eléctrica A.C de baja tensión están dirigidos a consumo energético en los hogares, siendo estos el consumidor final de la red eléctrica. Este tipo de redes las podemos encontrar en edificios de apartamentos multifamiliares, condominios, urbanizaciones, etc. “El sistema de distribución está definido como la red cableada de energía eléctrica, para los consumidores finales en cierta edificación, generalmente estas redes se encuentran estratificadas o divididas por zonas para la facturación del servicio”⁸.

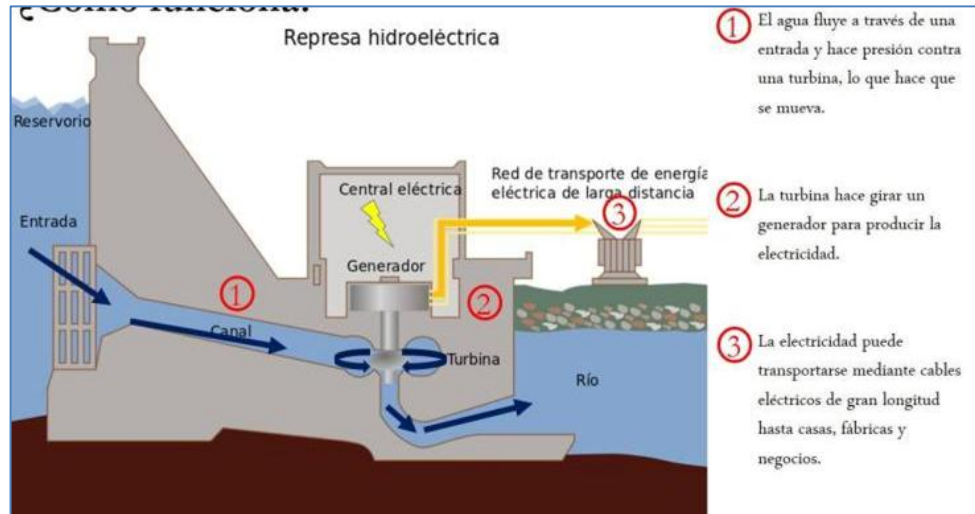
Los sistemas de distribución eléctrica difieren del tipo de edificación, los cuales son:

- Redes de distribución para cargas residenciales.
- Redes de distribución para cargas comerciales.
- Redes de distribución para cargas industriales.
- Redes de distribución para cargas de alumbrado público.
- Redes de distribución para cargas mixtas.

2.1.1 Generación, transporte y distribución de energía eléctrica. Las formas de generar energía eléctrica tienen características diferentes. El factor común es el efecto de inducción que genera un campo magnético cambiante en el tiempo; la infraestructura donde se realiza este proceso es llamada “central eléctrica”, una de las formas más comunes implementadas por el hombre, es la hidroeléctrica, que toma la energía mecánica de la corriente de un río, y la utiliza para hacer girar unas turbinas magnéticas, que generan corriente eléctrica, en la figura 8 podemos observar una central de este tipo.

⁸ CASTAÑO, S. R. Redes de distribución de energía. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Figura 8. Esquema de una hidroeléctrica



Fuente: WikimediaCommonsFile:Hydroelectric dam-es.svg

El siguiente proceso es transportar la energía generada, los voltajes generados en la central alcanzan los 25kv, la energía luego se dirige a una subestación elevadora para subir la tensión de 132kv a 180kv (Alta Tensión), valores óptimos para realizar el transporte energético, el proceso continúa hasta llegar a lugares próximos a la población, aquí las subestaciones reductoras bajan la tensión de 36kv (Kilovatios) a 50kv (Kilovatios).

En cuanto la energía llega a lugares donde empieza el sector de población, la tensión debe disminuirse mediante un centro de transformación, los voltajes en este punto oscilan entre 4.5kv a 30kv, para finalmente llegar a la acometida de la edificación residencial o de tipo industrial; el al Figura 9 se muestra esquemáticamente todo el proceso de generación y distribución de la energía eléctrica⁶.

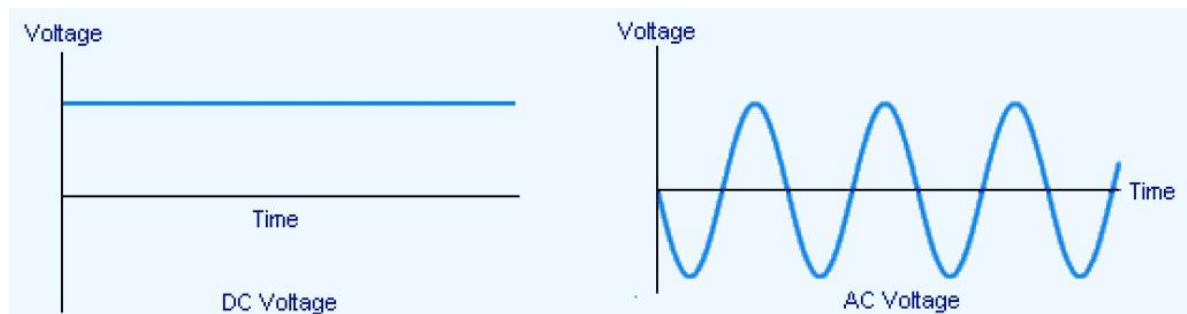
Figura 9. Generación y distribución de la energía eléctrica



Fuente: <http://fantasticeenergy.blogspot.com/>

2.1.2 Red de un sistema de distribución eléctrica AC de baja tensión. Para un adecuado consumo de la energía, se diseña e implementa redes eléctricas que garanticen seguridad, flexibilidad y confiabilidad; se les llama redes de baja tensión debido a que el voltaje disponible o de trabajo es de 110v a 220v, el cual es bajo en comparación a los valores de generación y transporte, se debe tener en cuenta que este voltaje es el adecuado para los dispositivos eléctricos y electrónicos que se encuentran en el hogar y las empresas. Un parámetro importante a tener en cuenta es el tipo de corriente que se está generando, la corriente puede tomar diferentes valores durante el tiempo, pero siempre oscilará entre -110v a 110v y de -220v a 220v, este tipo de energía se llama alterna (AC) y su comportamiento está determinado por la función $y=\sin(x)$. Los dispositivos electrónicos frecuentes en el hogar y el trabajo responden o se alimentan de la corriente de tipo directo (DC), la cual es una corriente que siempre proporciona los mismos valores, es decir no varía a través del tiempo. En la figura 10 podemos ver una comparación de estas dos clases de corriente.

Figura 10. Señales de voltaje



Fuente: El presente trabajo

Según Harper (1996). “Las instalaciones eléctricas de baja tensión se pueden definir como el conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica, para ser empleada en máquinas y aparatos receptores de utilización final.” Dentro de sus características estas deben tener un sistema contra incendios y accidentes, económicamente factible, mantenimiento accesible y cumplimiento de las normas RETIE y NTC 2050⁹.

Los elementos que conforman una red de baja tensión son:

2.1.2.1 Conductores eléctricos. Es el cableado de la red, estos son dimensionados de acuerdo a la cantidad de corriente que pasara por ellos, la estandarización del calibre viene dado por los parámetros AWG, (American Wire Gauge). En la Tabla 3 se presenta la relación reglamentaria entre la cantidad de corriente y el calibre necesario para soportarla.

⁹ TRASANCOS, J. G. Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Bogotá: Editorial Paraninfo, 2006.

Tabla 3. Tabla de calibres de conductores

AWG	Ø [Pulg]	Ø [mm]	Ø [mm²]	AWG	Ø [Pulg]	Ø [mm]	Ø [mm²]
6/0 = 000000	0.580	14.73	170.30	18	0.0403	1.02	0.823
5/0 = 00000	0.517	13.12	135.10	19	0.0359	0.912	0.653
4/0 = 0000	0.460	11.7	107	20	0.0320	0.812	0.518
3/0 = 000	0.410	10.4	85.0	21	0.0285	0.723	0.410
2/0 = 00	0.365	9.26	67.4	22	0.0253	0.644	0.326
1/0 = 0	0.325	8.25	53.5	23	0.0226	0.573	0.258
1	0.289	7.35	42.4	24	0.0201	0.511	0.205
2	0.258	6.54	33.6	25	0.0179	0.455	0.162
3	0.229	5.83	26.7	26	0.0159	0.405	0.129
4	0.204	5.19	21.1	27	0.0142	0.361	0.102
5	0.182	4.62	16.8	28	0.0126	0.321	0.0810
6	0.162	4.11	13.3	29	0.0113	0.286	0.0642
7	0.144	3.66	10.5	30	0.0100	0.255	0.0509
8	0.128	3.26	8.36	31	0.00893	0.227	0.0404
9	0.114	2.91	6.63	32	0.00795	0.202	0.0320
10	0.102	2.59	5.26	33	0.00708	0.180	0.0254
11	0.0907	2.30	4.17	34	0.00631	0.160	0.0201
12	0.0808	2.05	3.31	35	0.00562	0.143	0.0160
13	0.0720	1.83	2.62	36	0.00500	0.127	0.0127
14	0.0641	1.63	2.08	37	0.00445	0.113	0.0100
15	0.0571	1.45	1.65	38	0.00397	0.101	0.00797
16	0.0508	1.29	1.31	39	0.00353	0.0897	0.00632
17	0.0453	1.15	1.04	40	0.00314	0.0799	0.00501

Fuente <https://pepegreen.com/awg-que-es/>

2.1.2.2 Canalizaciones eléctricas. Se conforma por el sistema de ductos por los cuales están dispuestos los cables, existen diversos tipos de ductos, dependiendo de la edificación, un parámetro muy importante es el aislamiento para los usuarios finales, los recubrimientos para los cables conductores pueden variar según la industria, pero son estándares para instalaciones residenciales. Para las tuberías de canalización existen tablas de referencia según el calibre AWG del conductor y el número de cables a soportar, en la siguiente figura se muestra la tabla de calibres y conductos a soportar.

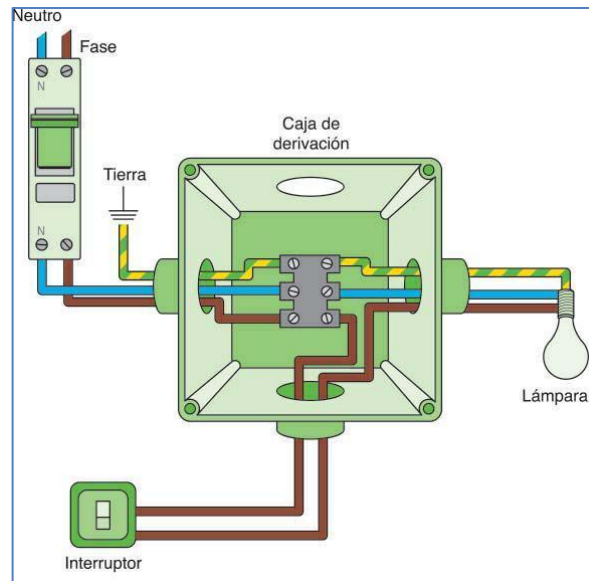
Figura 11. Diámetro de los tubos para conductores

SECCIÓN CONDUCTORES (mm²)	DIÁMETRO EXTERIOR DE LOS TUBOS (mm)				
1.5	12	12	16	16	16
2.5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32

Fuente. <https://pepegreen.com/awg-que-es/>

2.1.2.3 Conectores y dispositivos finales. Durante toda la red eléctrica se utiliza dispositivos para interconectar los conductores del sistema y los puntos de suministro y consumo de energía, empalmes, puentes y sujeciones para las canalizaciones se incluyen como conectores, los dispositivos finales se refiere a interruptores, tomas corrientes y luminarias. A continuación se presente algunos de estos elementos.

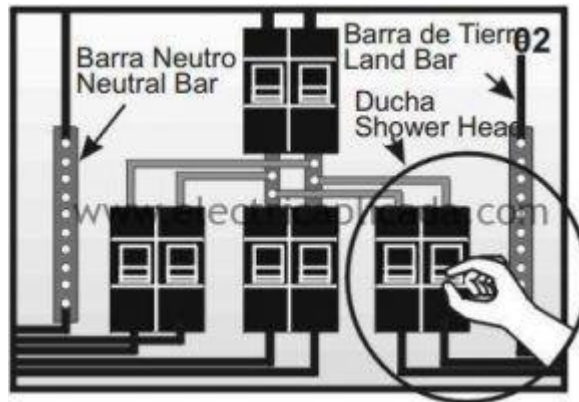
Figura 12. Sistema básico de distribución con protección en serie



Fuente. <http://www.edu.xunta.gal>

2.1.2.4 Sistemas de protección y puesta a tierra. Dentro del sistema de protección se encuentra el tablero de distribución; este elemento es fundamental a la hora de realizar una instalación eléctrica de baja tensión, aquí es donde llega la energía principal desde la red externa, para luego ser distribuida hacia el interior de la edificación mediante lo que se denominan circuitos ramales, cada uno de estos circuitos deben tener su protección, la cual dependerá de la cantidad de elementos y corriente que este asociada a ellos. La protección utilizada se denomina Breakers de tipo térmico o magnético, estos dispositivos al detectar sobrecargas de corriente abren el circuito, deteniendo el paso de corriente al sistema. En la figura 13 podemos observar un tablero de distribución y sus componentes.

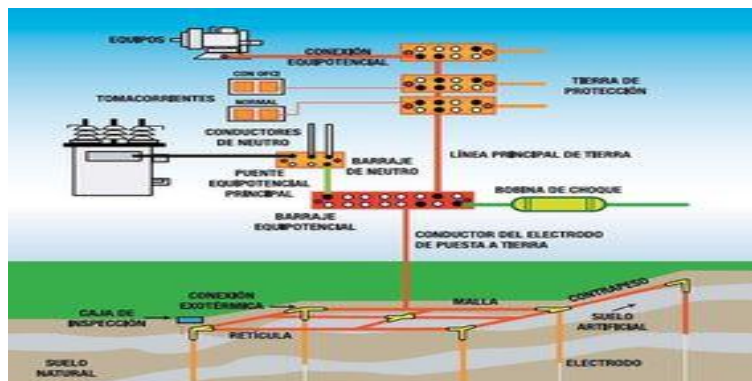
Figura 13. Esquema de un tablero de distribución eléctrica



Fuente: <https://www.seas.es/electricidad-electronica/curso-instalaciones-electricas>

Al existir sobre cargas o corrientes de cortocircuitos, la cantidad de electrones en el sistema es excesiva, esto podría producir fenómenos incendiarios o lesiones de electrocutamiento en los usuarios, el sistema de protección es una puesta a tierra, lo cual consiste en interconectar todo el sistema a un punto en tierra, el cual sirve como desfogue de la excesiva corriente generada por distintos fenómenos. “En la figura 14 encontramos un sistema a tierra tipo malla”¹⁰.

Figura 14. Sistema de puesta a tierra



Fuente: <https://www.seas.es/electricidad-electronica/curso-instalaciones-electricas>

¹⁰ HARPER, G. E. Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales. Bogotá. Editorial Limusa, s.f.

2.2 NORMA NTC 2050

La Norma NTC 2050 tiene tres objetivos principales:

a. Salvaguardia. Su principal intención es mantener la seguridad de las personas y de los bienes contra los riesgos derivados del uso de la electricidad.

b. Provisión y suficiencia. Disposición necesaria para la seguridad. Un mantenimiento adecuado y el cumplimiento de esta normativa se establece para que la instalación esté libre de riesgos, no es la más adecuada para un buen servicio o para futuras ampliaciones de uso eléctrico.

c. Intención. Esta normativa no se interesa en señalar especificaciones de diseño, ni designar instrucciones para personal no idóneo.

Cobertura. Este código cubre:

1) Las instalaciones de conductores y equipos eléctricos en o sobre edificios públicos y privados y otras estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes, y otras instalaciones como patios, parques de atracciones, estacionamientos, otras áreas similares y subestaciones industriales. Nota. Para información sobre instalaciones en complejos industriales o de varias edificaciones, véase el National Electrical Safety Code, ANSI C2-1997 2). Instalaciones de conductores y equipos que se conectan con fuentes de suministro de electricidad.

3) Instalaciones de otros conductores y equipos exteriores dentro de la propiedad.

4) Instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica.

5) Instalaciones en edificaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios de oficinas, almacenes, garajes, talleres y edificios recreativos que no formen parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control¹¹

¹¹INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Código Eléctrico Colombiano. Bogotá: ICONTEC, 1998. 1041 p. NTC 2050.

2.3 RETIE

2.3.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. “Se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas, algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad”.

Los siguientes son los objetivos legítimos para el uso de instalaciones eléctricas:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

2.3.2 Objetivos específicos del RETIE:

- a. Fijar las condiciones para evitar accidentes por contacto directo o indirecto con partes energizadas o por arcos eléctricos.
- b. Establecer las condiciones para prevenir incendios y explosiones causados por la electricidad.
- c. Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a redes eléctricas.
- d. Establecer las condiciones para evitar muerte de personas y animales causada por cercas eléctricas.
- e. Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobre corrientes y sobretensiones.
- f. Adoptar los símbolos que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.
- g. Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). Libro. Ministerio de minas y energía, 2004. p. 57-63, 168-171.

- h. Establecer claramente las responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, interventores, operadores, inspectores, propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, importadores,

distribuidores de materiales o equipos, las personas jurídicas relacionadas con la generación, transformación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, organismos de inspección, organismos de certificación, laboratorios de pruebas y ensayos.

i. Unificar los requisitos esenciales de seguridad para los productos eléctricos de mayor utilización, con el fin de asegurar la mayor confiabilidad en su funcionamiento.

j. Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión del cumplimiento de las exigencias del presente reglamento.

k. Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos.

l. Exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía con esto a la protección del medio ambiente y el aseguramiento del suministro eléctrico.

2.3.3 Campo de aplicación. El presente reglamento aplica a las instalaciones eléctricas, a los productos utilizados en ellas y a las personas que las intervienen¹⁴.

2.3.3.1 Conformidad de la instalación. Para determinar la conformidad de las instalaciones eléctricas con el RETIE, se deben seguir los siguientes lineamientos:

a. Toda instalación objeto del RETIE debe demostrar su cumplimiento mediante la Declaración de Cumplimiento suscrita por quien realice directamente la construcción, la remodelación o ampliación de la instalación eléctrica. En los casos en que se exija la Certificación Plena, ésta se entenderá como la Declaración de Cumplimiento acompañada del Dictamen de Inspección expedido por el organismo de inspección acreditado por ONAC, que valide dicha declaración.

b. El Operador de Red, el comercializador de energía o quien preste el servicio en la zona, no debe energizar la instalación ni suministrar el servicio de energía, si el propietario o tenedor de la instalación no demuestra la conformidad con el RETIE. Igual tratamiento se dará a instalaciones, que aun contando con la certificación en el momento de efectuar la visita técnica para su energización, se evidencien incumplimientos con el presente reglamento que pongan en alto riesgo o peligro inminente la salud o la vida de las personas o la seguridad de la misma instalación y las edificaciones contiguas. Si ocurre alguna eventualidad o accidente después de darle servicio a la instalación eléctrica, se debe investigar las causas y las personas responsables de la anomalía encontrada, deben ser sancionadas por

los organismos de control y vigilancia competentes.¹²

c. En el evento que se energice una instalación que no demuestre su conformidad con el presente reglamento, la empresa que preste el servicio será la responsable por los efectos que se deriven de este hecho. En consecuencia, la SSPD podrá, una vez realizadas las investigaciones del caso, imponer sanciones en concordancia con el artículo 81 de la Ley 142 de 1994.

d. Los responsables de ampliaciones o remodelaciones que no cumplan con los requisitos establecidos en el RETIE exponiendo en alto riesgo o peligro inminente la salud o vida de las personas, también deben ser investigados y sancionados por el ente de control y vigilancia competente. Igualmente, deben ser investigados y sancionados los organismos acreditados que emitieron la certificación de la instalación sin el cumplimiento de los requisitos

2.3.3.2 Personas. Este reglamento debe ser observado y cumplido por todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, contratistas u operadores que generen, transformen, transporten, distribuyan la energía eléctrica; y en general, por quienes usen, diseñen, supervisen, construyan, inspeccionen, operen o mantengan instalaciones eléctricas en Colombia. Así como por los productores, importadores y comercializadores de los productos objeto del RETIE y por los organismos de evaluación de la conformidad.

2.3.3.3 Productos. “Los productos contemplados en los anexos del RETIE, por ser los de mayor utilización en las instalaciones eléctricas y estar directamente relacionados con el objeto y campo de aplicación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE, deben dar cumplimiento a los requisitos establecidos en éste y demostrarlo mediante un Certificado de Conformidad de Producto”¹³.

2.4 CENTRO DE DATOS

Un centro de datos es una infraestructura o un recinto asignado para almacenar y procesar información de tipo digital, en dispositivos electrónicos diseñados para esta labor, por lo tanto se convierte en una herramienta fundamental para el funcionamiento de internet y aplicaciones digitales empresariales. El concepto de centro de datos se podría resumir como un sitio físico dotado de equipos informáticos, agrupados en armarios de almacenamiento, que constituye un sistema de información. Este tipo de tecnología en la actualidad, ha desempeñado un papel fundamental en el crecimiento de computación en la nube, generando así

¹² RETIE, R. T. D. I. E. Ministerio de minas y Energía. Bogotá: s.n., 2005.

¹³ VALENCIA, R. C., & GIOVANNY, I. E. E. E. Edificio de educación según el RETIE. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.

las posibilidades de procesamiento de información a grandes distancias y continua comunicación en el ámbito educativo y empresarial.

Dentro de sus características físicas, la energía eléctrica conforma un soporte definido para las operaciones que se realizan en el centro de datos, este es un sistema confiable de garantizar fiabilidad energética, de manera que incorpora equipos de apoyo tecnológico capaz de alimentar eléctricamente en caso de apagones y diversos contratiempos. Otra característica física son los aparatos requeridos para proporcionar una correcta distribución de Internet, almacenados en gabinetes especializados, como lo es el *Gigabit Ethernet* redundante, siendo este un soporte para las caídas de la red Internet. Toda la información procesada en estos centros de datos, es de gran importancia para la entidad el cual funciona, por consiguiente la seguridad es un factor primordial a tener en cuenta, de manera que el centro de datos debe contar con CCTV, vigilancia presencial las 24 horas, para proteger la información. Podríamos citar además de los equipos físicos que constituyen el sistema de climatización, la temperatura en este tipo de recintos debe tener características óptimas, de manera que se pueda extraer el máximo rendimiento de las maquinas instaladas, para tal fin los aires acondicionados suministran bajas temperaturas, evitando sobrecalentamiento del servicio.

2.4.1 Transmisión de la información. Para realizar una transmisión de datos, se emplean técnicas de almacenamiento y procesamiento de la información, la cual está constituida por mensajes o grupos de datos, que representan diversas clases de conocimiento, que pueden adoptar diversas manifestaciones físicas computacionales. Los tipos de información pueden ser de tipo analógico o discreto, la primera se caracteriza porque sus datos pueden tener un número infinito de valores, caso contrario la segunda puede tomar un numero finito de valores, esta información en cualquiera de sus manifestaciones necesita ser intercambiada y actualizada, para tal fin es necesario el envío y recepción de la información; este proceso ha servido mediante la implementación de sistemas electrónicos de comunicaciones, que han permitido el desarrollo científico e informáticas para tal fin¹⁴.

2.4.2 Sistemas de telecomunicaciones. Este tipo de sistemas utilizan dispositivos electromagnéticos, ópticos de alta tecnología para transmitir información de un punto a otro, para poder realizar esta tarea el sistema eléctrico de telecomunicaciones de convertir la señal física original, en energía de tipo eléctrico; esta forma se conoce como señal, y es la manifestación eléctrica de la información, la señal obtenida es tipo analógico, que es una representación o analogía eléctrica de un mensaje, el figura 15 podemos observar el proceso de transformación de una mensaje analógico.

¹⁴PÉREZ, E. H. Tecnologías y redes de transmisión de datos. México: Editorial Limusa, 2003.

2.5 IMPORTANCIA DENTRO DE LAS ORGANIZACIONES

Un centro de datos brinda una estructura de organización segura y veloz a las empresas actuales, estas cualidades dependerán del tipo de tecnología implementada en su procesamiento de la información interna. El buen manejo de la información es una garantía del servicio con el cliente, la optimización del proceso de la información garantiza un valor agregado con respecto a las empresas en competencia.

Un centro de datos necesita de otros parámetros de diseño para su correcto funcionamiento, las instalaciones eléctricas de baja tensión deben garantizar una alimentación fiable y continua, además, brindan la energía necesaria para la climatización y refrigeración de los equipos de telecomunicaciones; estos parámetros son primordiales para una correcta actividad del sistema.

“El data center conjuga todas las operaciones empresariales digitalizadas, las cuales en la actualidad alcanzan un 90%, estas operaciones se ejecutan en plataformas virtuales que deben ser manipuladas por profesionales idóneos para su correcto funcionamiento, además se debe tener en cuenta la seguridad anti fallos que protegen la información empresarial”¹⁵

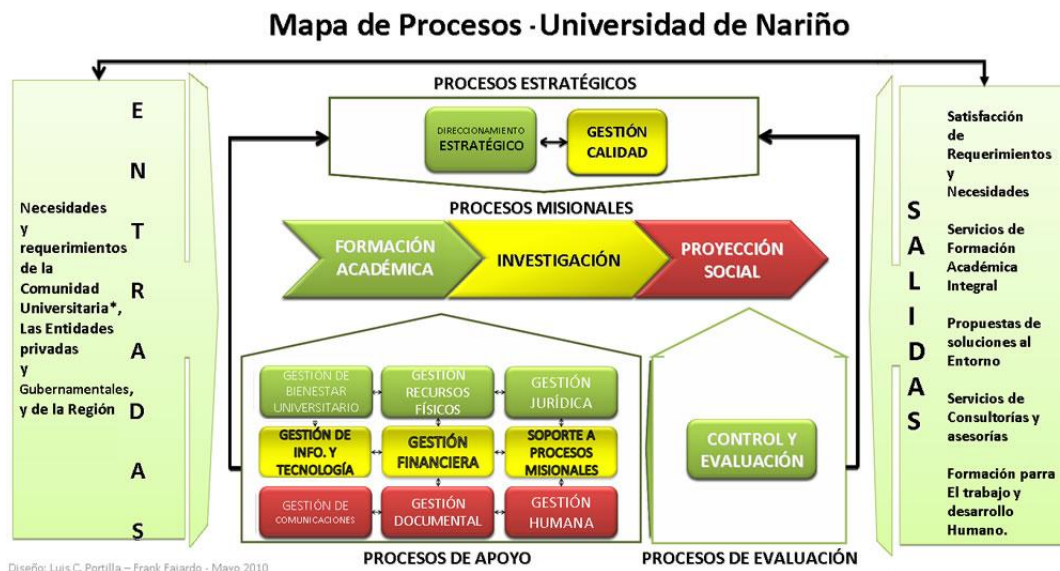
¹⁵TANENBAUM, A. S., & WETHERALL, D. RedeS De Computadoras. Seattle: PEARSON, 2012.

3. SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

3.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN UNIVERSITARIOS SIUS

En la actualidad una institución, cualquiera que sea su misión y visión requiere del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones para ser competitiva. En ese sentido los sistemas de información son fundamentales para el cumplimiento de las tareas que llevan a cabo las organizaciones, principalmente las universidades tanto de carácter público como privado. Un sistema de información debe estar alineado a una arquitectura empresarial de diseño coherente con los mapas de procesos institucionales. Generalmente dependiente del quehacer y de la forma de medir es necesario que los sistemas de información estén diseñados para cumplir con tales fines; particularmente la Universidad de Nariño cuenta con un mapa de procesos como se muestra en la siguiente figura:

Figura 15. Mapa de procesos de la Universidad de Nariño.



Fuente <http://www.udenar.edu.co/project/mapa-de-procesos/>

Con base en la anterior información se pudo listar los principales SIUS:

1. Financiero.
2. Académico.
3. Investigación.
4. Estratégicos.

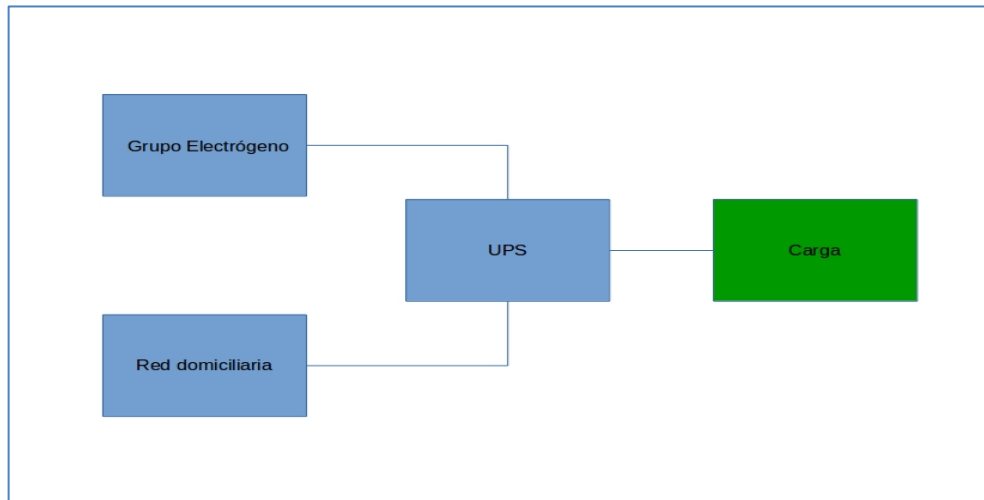
No fue objetivo del presente trabajo discutir sobre la naturaleza de los anteriores SIUS, sino en cambio a través de su existencia justificar la necesidad en la universidad de contar con una infraestructura de centro de datos en modalidad de cloud privado que los soporte con la mayor disponibilidad y seguridad posible.

3.1.1 Requerimientos de infraestructura. Un centro de datos garantiza las condiciones ambientales y de protección para los equipos de cómputo que alojan los sistemas de información vitales para el funcionamiento de cualquier institución. En ese sentido, y según la asociación internacional de expertos en cuartos de computadores, un centro de datos debe contar con instalaciones eléctricas que garanticen el funcionamiento según la entidad involucrada lo requiera y con ello los sistemas de redundancia necesarios. De igual manera debe contar con una infraestructura de telecomunicaciones que garantice el flujo de datos en todo momento, con tasas de transferencia de datos según los requerimientos de almacenamiento y procesamiento. Finalmente y aunque no fueron objeto del presente trabajo; todo cuarto de equipos debe contar con sistemas de seguridad y vigilancia, entre ellos: control de acceso, sistema de detección y extinción de incendios, sistemas de telemetría de temperatura y humedad relativa además de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Para el presente documento solo fue de interés la red eléctrica y de comunicaciones de los equipos de cómputo.

3.1.1.1 Red Eléctrica. Es bien sabido que el desarrollo de las técnicas para el procesamiento masivo de información va acompañado de la construcción de nuevas máquinas con capacidades cada vez mayores; según la ley experimental de Moore que manifiesta que se duplica la capacidad por año, eso también es un crecimiento en consumo energético. A pesar que los procesadores día a día son más eficientes en su consumo, aún desperdician energía en forma de calor, llegando muchas veces a una ineficiencia del 25% dependiendo del fabricante. Todo lo anterior propone unos desafíos importantes en temas de generación y respaldo del consumo, íntimamente ligado a la disponibilidad de los servicios de computo medida en tiempo por día, cuya métrica habitual es tiempo de no funcionamiento por año.

En ese sentido una red eléctrica que cumpla con todos los estándares es fundamental para lograr que los sistemas puedan cumplir con la función para la que fueron diseñados y construidos. A continuación se presenta un esquema general de la red eléctrica de un centro de datos:

Figura 16. Diagrama de red de un centro de datos con respaldo



Fuente: El presente trabajo

Es muy importante destacar que para reducir pérdidas en la conversión de la energía se recomienda el uso de redes en corriente continua; la limitante radica en el aspecto propio de los sistemas de generación colombianos los cuales en su gran mayoría son de corriente alterna, además de los costos elevados que constituye una red en CC. Por otro lado (Bastidas, 2017) concluye que las redes de corriente continua presentan menores pérdidas que las redes de corriente alterna, sin embargo las primeras requieren de presupuestos elevados en comparación con las segundas.

Grupo eléctrico. Es un generador de electricidad en corriente alterna o continua externo a la red domiciliaria y que servirá de respaldo ante un evento que afecte el suministro normal por parte del operador local. Normalmente se usa generadores basados en combustibles fósiles, sin embargo actualmente se ha extendido el uso de sistemas basados en energías renovables como eólica y solar. El sistema de generación debe ser exclusivo para el centro de datos y no puede ser parte de la red de emergencia de toda la institución, esto es: el generador debe alimentar exclusivamente las cargas del centro de datos, esto con el fin de problemas eléctricos externos no presenten un riesgo de pérdida de servicio en caso de un eventual corte del suministro.

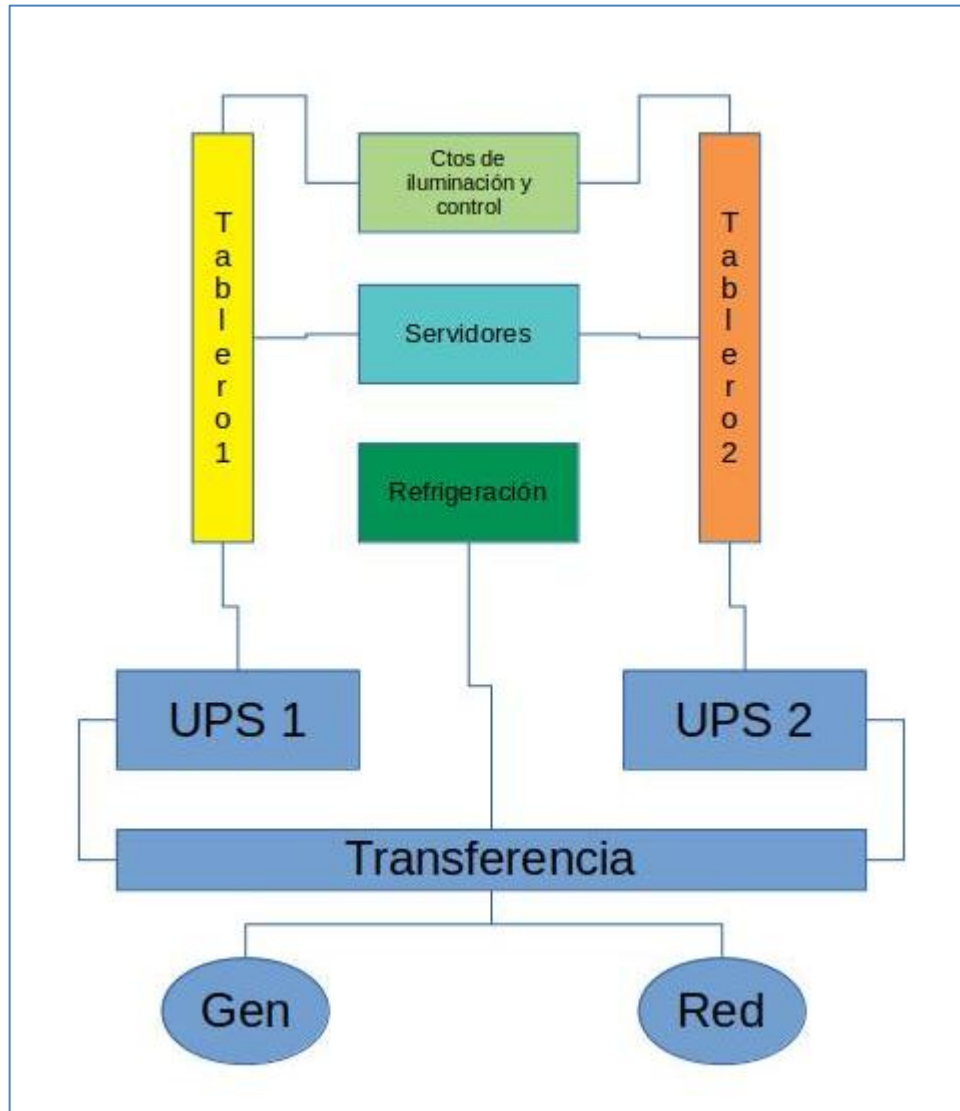
Red domiciliaria. Hace referencia al suministro de energía por parte del operador local, puede ser monofásico, bifásico o trifásico. En lo respectivo a los cuartos de equipos el sistema de alimentación debe ser trifásico por cuanto las cargas son elevadas (del orden de decenas de kilovatios), además de la conexión de sistemas de refrigeración de naturaleza de funcionamiento trifásica. En este aspecto es imperioso el uso de subestaciones dentro del edificio de ubicación del centro de

datos con el fin de evitar la influencia de fallas externas, de manera muy parecida como es requerida la exclusividad del grupo electrógeno.

Ups: Es el conjunto o banco de dispositivos de conversión y regulación de la energía eléctrica. Sirven de respaldo transitorio por cuanto su principal función es permitir la conmutación del grupo electrógeno con la red domiciliaria y viceversa, transición que normalmente tiene una duración aproximada de 1 minuto dependiendo del tipo de transferencia que se esté utilizando, ya sea en media o baja tensión. Las fuentes de poder ininterrumpidas por sus siglas en ingles pueden ser del tipo espera o de conversión en línea. Esta última categoría ofrece un mayor control sobre la calidad de la energía, de todas maneras ofrece mayores pérdidas porque la energía se convierte de AC-DC y nuevamente de DC-AC. Son sistemas comercialmente llamados doble conversión en línea por las razones mencionadas anteriormente.

Carga: Principalmente servidores y equipos de comunicaciones con fuentes de poder con un factor de potencia superior a 0.95. En promedio la carga de un rack de comunicaciones es de 10Kw, lo que hace que la potencia máxima que devengarían 10 racks es de 100 Kw, esto último sin considerar la carga de los equipos de refrigeración y de iluminación. La potencia de procesamiento, nombre que se le da a la potencia consumida únicamente por servidores es uniformemente distribuida entre el número de bastidores que conforman el cuarto de computadores, esto facilita el diseño y permite la planificación futura de crecimiento en cuanto a máquinas se trata. El siguiente esquema muestra la distribución interna de la carga dentro de un centro de datos.

Figura 17. Distribución de la potencia eléctrica en un centro de datos

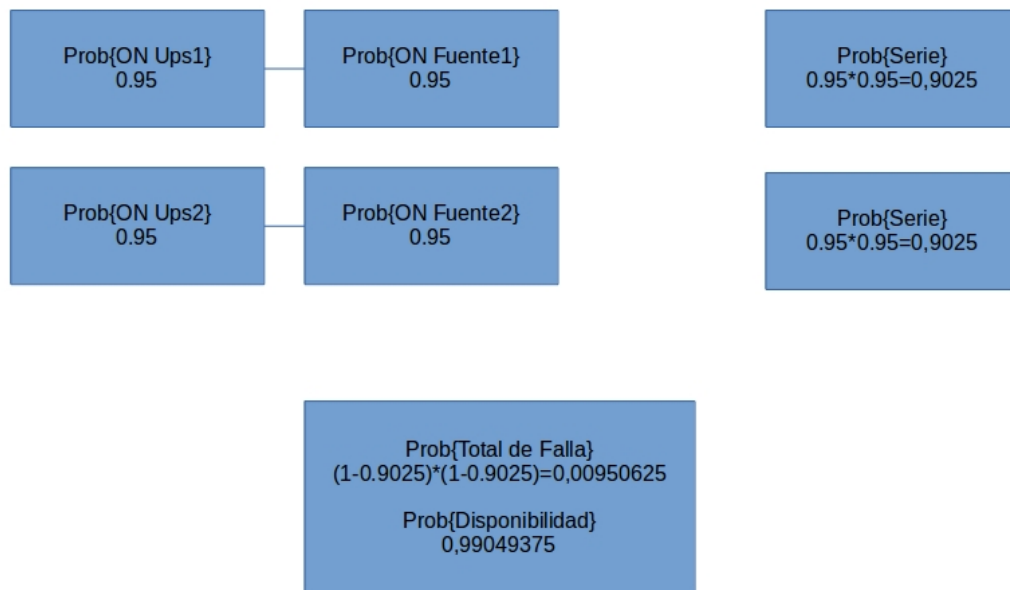


Fuente: El presente trabajo

En el anterior diagrama se puede apreciar la distribución de la potencia eléctrica dentro del centro de datos. Es muy importante resaltar que los servidores actuales cuentan con fuentes redundantes, esto es: una para la conexión al circuito de alimentación principal y la otra para el circuito de respaldo. De esta manera en el caso que falle 1, la otra entraría en operación mientras se hace mantenimiento correctivo de la fuente en cuestión. Este tipo de fuentes permiten la conexión en caliente. Por otra parte los equipos de refrigeración se conectan directamente al tablero controlado por la transferencia, no tiene respaldo de UPS por cuanto su carga es elevada y no existe problema que queden fuera de funcionamiento en el espacio de puesta en marcha y conmutación del grupo electrógeno en caso de

que exista un corte en el suministro. Los circuitos de iluminación y control si requieren de respaldo con UPS razón por la cual se conectan a los dos tableros de suministro ininterrumpido de energía. La configuración anterior basada en la hoja de datos de equipos UPS genéricos con una configuración de respaldo en paralelo nos permite conocer la probabilidad total de falla del sistema de la siguiente forma:

Figura 18. Análisis de probabilidad de falla con sistemas redundancia



Fuente: El presente trabajo

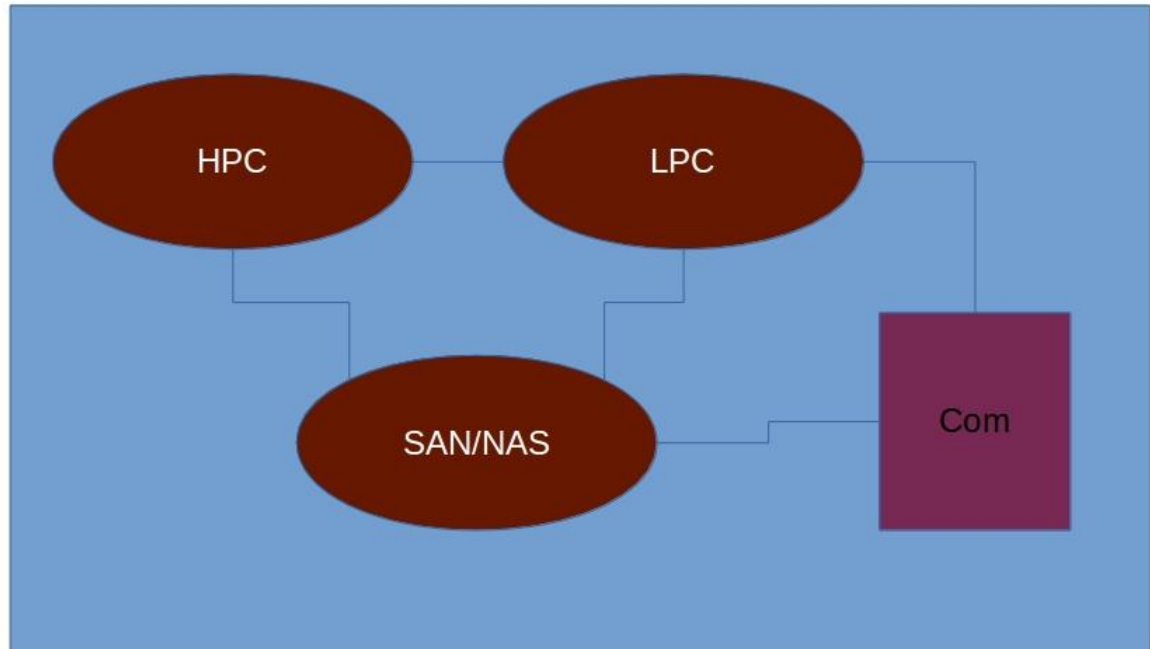
El anterior diagrama permite concluir que la disponibilidad del sistema pasó de 90.25%, que es la nominal dada por el fabricante si no se usara circuitos de redundancia, a una disponibilidad de 99.04%, esto traducido en tiempo al año significa que se tiene una disponibilidad de 329 días (1 mes de indisponibilidad) si no se usara redundancia, y 361 días de disponibilidad con el uso de la redundancia. Es claro que el tiempo de disponibilidad irá aumentando a medida que se usen otros sistemas de redundancia y equipos de mayor calidad.

3.1.1.2 Red de Comunicaciones. Es fundamental para el procesamiento de la información que se cuente con muy buenas autopistas de transferencia de datos, esto es contar con medios de transmisión con suficiente ancho de banda que permitan compartir los datos entre servidores en una arquitectura distribuida tradicional de todo centro de datos. De manera general un cuarto de equipos o servidores cuenta al menos con tres tipos de equipos base para lograr las

funciones para las que fue construido: Equipos de procesamiento base, equipos de alta capacidad de procesamiento y equipos de almacenamiento.

A continuación se presenta un gráfico de un esquema general de los diferentes tipos de equipos o zonas que se encuentran en un centro de datos:

Figura 19. Distribución de los equipo de un centro de datos por categorías



Fuente: El presente trabajo

Sistemas Low Performance Computing: Los sistemas de procesamiento base o LPC por su acrónimo en inglés son servidores que dedican su función principalmente al alojamiento de sitios web, interfaces de frente (Front End) y software que no requiere un alto de hardware de desempeño. Principalmente sirven de comunicación entre equipos de mayor nivel y el usuario final. Principalmente hacen parte de la entrada de la DMZ o zona desmilitarizada. Actualmente la Universidad de Nariño cuenta con alrededor de 50 equipos de esta categoría. Desde el enfoque de necesidades de red estos equipos requieren una comunicación directa al centro de comunicaciones del cuarto de equipos siempre detrás del cortafuego. Para estos equipos es necesaria una comunicación con una capacidad mínima de 10Gbps principalmente en troncales con un medio de transmisión basado en fibra. Aunque el uso de cobre no está restringido puesto que las distancias no superan los 30 mts, se recomienda por crecimiento a futuro usar tecnología óptica multimodo para la interconexión a la zona Com como se muestra en el anterior diagrama, figura19.

Para la comunicación con los equipos pertenecientes a la zona HPC y SAN que se explicarán más adelante, la capacidad de comunicación debe ser de 40Gbps mínimo, únicamente basada en sistemas de fibra óptica en cualquier tecnología que soporte estas tasas de transferencia de datos. Es muy importante resaltar que se debe garantizar dos puntos por equipo principalmente por la redundancia como se explicó en el aparte correspondiente a la red eléctrica, puesto que se aplica el mismo principio.

Sistemas High Performance Computing: Hace referencia a equipos cuyas capacidades de hardware son elevadas y permiten el alto procesamiento de la información. Normalmente hacen parte de la parte posterior (backend) del sistema de información. Se usan para cálculo numérico en procesos de investigación, sin embargo también pueden desempeñar tareas exhaustivas de indexación y búsqueda. Con los avances de machine learning es imperioso que todas las instituciones comprometidas con investigación en ciencias de la computación cuenten con equipos de alto desempeño para el procesamiento de la información en tiempos relativamente cortos que sean de impacto para la región. Estos equipos que hacen parte del módulo HPC requieren autopistas de información supremamente veloces entre la SAN y ellos, razón por la cual se ve necesario el uso de medios de transmisión de velocidades cercanas a los 40 Gbps. Para la conectividad con los equipos de procesamiento base la comunicación podría ser llevada a cabo con tasas de transferencia cercanas a los 10Gbps. Se recomienda el uso de fibra óptica OM4. Patch paneles de alta densidad como sistemas de interconexión de alta densidad también.

Storage Área Network: Una red de almacenamiento está compuesta principalmente por discos duros de distintas características para ser accedidos en conjunto en tiempos muy cortos, ofreciendo disponibilidad y redundancia de la información. Para ello se manejan principalmente discos de estado sólido y discos accedidos a través del movimiento mecánico de un cabezal de lectura. La diferencia entre ellos es que los primeros son mucho más costosos pero su velocidad de acceso es superior respecto a los segundos alcanzando brechas inclusive que superan un 40% de la velocidad de acceso comparados entre ellos. Esto significa que la red de transmisión que interconecta la SAN debe tener características especiales no solo en la capa física sino también en cuanto a nivel de protocolo se trata. Es por ello que existen dos modelos principalmente utilizados para el intercambio de información entre ellos y los equipos de otras zonas del centro de datos. Un protocolo muy usado es Fiber Channel, el cual basa su funcionamiento en el uso de medios de transmisión en fibra OM4 alcanzando tasas de transferencia cercanas a los 100Gbps. Esta es la tecnología principalmente recomendada, sin embargo su costo comercial es elevado. Por otro lado está muy extendida la tecnología SCSI over Ethernet, que en este caso es el protocolo que se ha configurado en los equipos de la SAN existente en la universidad de Nariño. La distribución de capacidad de la SAN existente es 20 Tb:

4 Tb en discos de estado sólido y 16 Tb en discos de acceso mecánico. Dependiendo de la configuración se tendrá menor capacidad si el nivel de redundancia de la información es mayor. Es necesario que se ubique en un solo rack y cuente con dispositivos de comunicaciones exclusivos solo para la transferencia de información entre esta zona y las otras dos del centro de datos. Finalmente es muy importante resaltar que toda la información que circula entre la SAN y los demás equipos pasa todo el tiempo a través de la zona desmilitarizada.

Como se puede observar la distribución de zonas del centro de datos permite conocer cuáles son los requerimientos de la institución en cuanto a tecnología, es por ello que se deben aclarar los siguientes conceptos antes de continuar:

La zona desmilitarizada se refiere a la interconexión directa entre dos equipos sin tener ningún tipo de filtro en medio con un cortafuegos. De igual manera se aclara que cuarto de equipos, centro de datos, centro de cómputo y cuarto de computadores son sinónimos y hace referencia al espacio físico que conserva las condiciones adecuadas para el funcionamiento de los equipos propios para el tratamiento, almacenamiento y recolección de la información.

A continuación se muestra una tabla con la información de los equipos existentes en el centro de datos.

Tabla 4. Características de los equipos que constituyen el centro de datos

numero de rack	Servidor o Equipo	marca - referencia	Cantidad de Interfaces fibra / cobre	Cantidad de Fuentes de Poder	Potencia W	Unidades de Rack	Voltaje nominal de funcionamiento	
1	srv1	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv2	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv3	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv4	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv5	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv6	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv7	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv8	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv9	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv10	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv11	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
		Switch KVM	TriLite	0/24	1	90	1	120
2	srv1	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv2	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv3	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv4	Dell poweredge R830	6 / 2	2	750	2	120	
	srv5	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv6	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv7	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv8	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv9	Dell poweredge R530	6 / 2	2	750	2	120	
	srv-san	Dell SC4020	0 / 2	2	750	2	120	
	Storage1	Dell compellent SC200	0/0	2	750	2	120	
	Storage2	Dell compellent SC200	0/0	2	750	2	120	
		Switch KVM	TriLite	0/24	1	90	1	120
		Switch Dell 48P sfp+	Dell	48/1	1	150	1	120
	Switch Dell 48P sfp+	Dell	48/1	1	150	1	120	
3	SW-SRV1	Switch cisco C 3850X-24sfp+	24 sfp+ (2parts 40G) / 1	1	750	1	120	
	SW-SRV2	Switch cisco C 3850X-24sfp+	24 sfp+ (2parts 40G) / 1	1	750	1	120	
	SW-LAN1	Switch cisco C 3850X-24sfp+	24 sfp+ (2parts 40G) / 1	1	750	1	120	
	SW-LAN2	Switch cisco C 3850X-24sfp+	24 sfp+ (2parts 40G) / 1	1	750	1	120	
	SW-LAN3	HP 5800	24 sfp -- 4 sfp+ / 1	1	650	1	120	
	WLC1	Cisco WLC 5520	2/1	2	750	1	120	
	WLC2	Cisco WLC 5521	2/1	2	750	1	120	
	FW1	Fortigate 800c	8sfp -- 2sfp+ / 24	1	450	1	120	
	FW2	Fortigate 800c	8sfp -- 2sfp+ / 24	1	450	1	120	
	FA	FortiAnalyzer 200D	0 / 2	1	350	1	120	

Fuente: El presente trabajo

Con la información obtenida se procedió a construir una propuesta de rediseño de las redes contenida en los planos adjuntos al presente trabajo.

3.1.1.3 Descripción general del actual centro de datos y cambios propuestos.

La necesidad de reestructurar la red de comunicaciones y la red eléctrica nació del estado actual del centro de datos. Es frecuente que en muchas organizaciones cuya misión y visión es transversal a las tecnologías de la información y de la comunicación no se tenga dentro de su plan de gobierno una carta de navegación en este sentido. Esto es; muchas veces y más cuando del sector público se trata, existe la necesidad de priorizar gastos de funcionamiento y como consecuencia no se hace una inversión significativa en el ámbito anteriormente descrito. Esto conlleva una serie de fenómenos que se deben afrontar en el día a día. El caso de la Universidad de Nariño no es ajeno a esta dinámica por dos razones fundamentales: La naturaleza de financiamiento de la institución con recursos

públicos limitados en cantidad y un desconocimiento de la alta dirección de la vitalidad requerida en temas de comunicaciones e infraestructura de redes. Con base en lo anterior se obtuvo una tabla diagnóstico con la información base para la construcción de la nueva propuesta de diseño, resultado principal del presente trabajo.

Tabla 5. Debilidades y mejoras Centro de datos

Ámbito	Debilidad encontrada	Mejora Propuesta
Red de comunicaciones del centro de datos.	Desorganización de los sistemas de comunicaciones entre servidores.	Centralizar y organizar unos bastidores principales de comunicaciones.
	Conectividad entre servidores en medio de transmisión basado en cobre.	Conectividad entre servidores en fibra óptica multimodo.
	Inexistencia de una red de redundancia de conectividad entre equipos.	Crear una red de redundancia entre servidores en medio de transmisión basado en fibra.
	Difusión de paquetes por la red del centro de datos.	Segmentación física de la red con medios de transmisión basados en fibra óptica.
Red Eléctrica.	Iluminación deficiente del centro de datos, no cumple con la norma ISO8995.	Distribución de mayor cantidad de unidades de iluminación dentro del centro del centro de datos. Aumentar en un 40% la cantidad y mejorar la tecnología de tubos fluorescentes T5 por tecnología LED.
	Circuitos de redundancia subutilizados para la alimentación de los servidores con fuentes redundantes.	Distribuir los circuitos de respaldo entre todos los gabinetes para así aprovechar las fuentes redundantes y mejorar la disponibilidad global de los servicios.

Tabla 5. (Continuación).

	Planta eléctrica de respaldo para todo el campus universitario.	Instalar una planta eléctrica únicamente para el edificio donde se encuentra construido el centro de datos, esto con el fin de evitar propagación de fallos debidos a causas externas.
	Baja eficiencia de los sistemas de refrigeración debido a la inexistencia de pasillo frío y pasillo caliente.	Distribuir y organizar los equipos de tal forma que la extracción del calor a través de convección forzada se acumule en un solo pasillo. Se propone dos pasillos fríos y uno caliente.

Fuente: El presente trabajo.

En los planos anexos se encuentran en detalle todas las mejoras que se propusieron.

4. CONCLUSIONES

Gracias a esta investigación se pudo concluir que la universidad de Nariño como modelo de la región debe contar con un centro de datos que impulse la investigación. Esto es reestructurar el actual cuarto de equipos y crear las zonas propuestas en el presente trabajo. La zona de computación de alto desempeño, la de desempeño base y la de almacenamiento.

La carga que consume el centro de datos es significativa, por la cual se encontró que es necesario en un futuro próximo se instalen sistemas de generación limpia que contribuyan a suministrar energía en al menos un 50% de la carga, principalmente la dedicada a procesamiento.

Se observo que es importante que todos los sistemas de cableado horizontal dentro del centro de datos sean en fibra, esto permite el crecimiento y escalabilidad, que va de la mano con las metas de la institución. Por otra parte, aunque no fue objeto del presente trabajo, se deben crear las diferentes zonas de seguridad a nivel lógico y físico de la información. Probablemente un trabajo de grado próximo de ingeniería electrónica o de sistemas lo pueda desarrollar.

El ancho de banda mínimo o capacidad de tasa de transmisión de la información necesaria para el funcionamiento del centro de datos es de 10Gbps en fibra multimodo OM4. Se notó que el esquema de funcionamiento actual es válido pero no cumple con los requerimientos de la institución.

A pesar de que los circuito regulados tienen una protección y regulación con Ups. Se encontró que no existe una planta de generación eléctrica dedicada para el bloque o para el centro de datos. Esto genera mucha vulnerabilidad en el funcionamiento del mismo y podría afectar el uso de facilidades para los usuarios como pagos en línea, autenticación genérica entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, L. G. Proyecto de cableado estructurado y diseño de red bankcolombie. Bogotá: s.n., 2007.

ARIAS, J. A. M. Cableado estructurado. 2010. *Publicaciones Icesi*, (50).

CASTAÑO, S. R. Redes de distribución de energía. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

DÁVILA CERVANTES, J. A., & RAMÍREZ VITERI, C. F. Diseño de un centro de datos para la empresa ISISTEM aplicando el estándar TIA 942 (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018.

GONZÁLEZ, L., & EDSÓN, J. Actualización de un sistema de cableado estructurado. Bogotá: s.n., s.f.

HARPER, G. E. Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales. Bogotá. Editorial Limusa, s.f.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Código Eléctrico Colombiano. Bogotá: ICONTEC, 1998. 1041 p. NTC 2050.

MEYERS, Mike: Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Third Edition, Mexico: McGraw Hill Companies, 2004, p. 128.

OSKOWICZ, J. Cableado estructurado. Bogotá: s.n., 2006.

PÉREZ, E. H. Tecnologías y redes de transmisión de datos. México: Editorial Limusa, 2003.

RETIE, R. T. D. I. E. Ministerio de minas y Energía. Bogotá: s.n., 2005.

TANENBAUM, A. S., & WETHERALL, D. RedeS De Computadoras. Seattle: PEARSON, 2012.

TRASANCOS, J. G. Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Bogotá: Editorial Paraninfo, 2006.

VALENCIA, R. C., & GIOVANNY, I. E. E. Edificio de educación según el RETIE. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.

VELASCO, M. I. D. Sistemas de cableado estructurado: normalización y parámetros. 2001. *Mundo electrónico*, (316), 36-42.

ANEXOS

Anexo A. Planos del centro de datos en tamaño poster adjuntos al presente documento. Red actual eléctrica, Red actual Telecomunicaciones. Propuesta de Red eléctrica, Propuesta de Red de Telecomunicaciones