

Análisis Técnico basado en estándares internacionales para la implementación del Data Center de apoyo a la gestión tecnológica y de formación por competencias en el CEET del SENA Distrito Capital

Bareño Gutiérrez Raúl, Cárdenas Urrea Sonia, Navarro Núñez William, Sarmiento Osorio Hugo

Resumen

Estamos en la era de la información y el conocimiento, en una dinámica cambiante y permanente de las organizaciones de todos los sectores productivos y académicos, el SENA no es ajeno a ello ya que hoy sus altos volúmenes de tráfico de información digital de diferentes tipos requieren ser almacenados y gestionados, siendo estos datos confidenciales y públicos de instructores, aprendices y personal administrativo de diversas formas y fuentes, con crecimiento a alta velocidad y segregados en diferentes sitios dentro o fuera de las diferentes regionales de todo el país. Por ello la institución busca integrar sus procesos usando las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) [5], razón de esta exploración que analiza los estándares internacionales en el campo de infraestructura para data center y revisión de casos de éxito que se puedan replicar en la implementación integral del suyo, que responda a los requerimientos mínimos basados en la normatividad de manera fiable, disponible y oportuna para poder centralizar sus datos y procesos de gestión formativa de manera ordenada fortaleciendo los diferentes servicios que ofrece desde su regional de Bogotá; además sea una herramienta de apoyo a administrativos, instructores, y aprendices que deseen mejorar sus competencias en las áreas de gestión, redes de datos, telecomunicaciones, seguridad, interconectividad, nuevas tecnologías y almacenamiento de datos entre otros; los estándares base son EIA/TIA 942 A [2], ISO/IEC 24764 [3], EN 50173-5 [4], específicos para infraestructuras de tipo data center.

Palabras clave: Data Center, almacenamiento, gestión, Tic, seguridad, estándares.

Raúl Bareño Gutiérrez, Ingeniero de Sistemas, instructor investigador Sena, docente universitario, Uniminuto, y Militar Nueva Granada. Bogotá Colombia, raulbare@yahoo.es

Cárdenas Urrea Sonia, Ingeniera en redes de computadores, Especialista en seguridad de Redes de Computadores, Especialista en Gestión de proyectos de Ingeniería e instructora investigadora Sena. secardenas9@misena.edu.co

Navarro Núñez William, Ingeniero en redes de computadores, Especialista en Gerencia de proyectos de Ingeniería en Telecomunicaciones e instructor investigador Sena, williamnm2@misena.edu.co

Sarmiento Osorio Hugo, Ingeniero Electrónico, MSc en educación, con experiencia en diseño, implementación, y gerencia de proyectos de telecomunicaciones e instructor investigador Sena, hsarmiento@misena.edu.co

I. INTRODUCCION

Día a día los diferentes tipos de usuarios SENA administrativos, instructores y aprendices que interactúan con la tecnología, cambian e intercambian información de manera dinámica gracias a la web 2.0 [6], blogs, foros, redes sociales, multimedia y demás actividades que desarrollan gracias a sistemas de comunicaciones y dispositivos inteligentes en 3 g y 4 g que facilitan la interconectividad y la generación de grandes cantidades de información que hasta hace muy poco eran impensables en la educación, estas grandes cantidades de datos no se gestionan y se almacenan de manera adecuada y centralizada siendo este un problema muy frecuente en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - CEET del SENA y algunas de las regionales del SENA. Por ello se plantea una solución Big Data [7], [8], que con apoyo de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) [9], mejore el almacenamiento al tratar grandes cantidades de información de manera ordenada y disponible en un nuevo centro de datos.

¿Y que es Big Data? son grandes cantidades de datos, pero va más allá. Frecuentemente se habla de las características de esta tecnología enmarcada en la tesis de las cinco V; IBM fue quien definió tres V y luego se han añadido otras dos especificando que se busca de una solución bajo este tipo de modelo [1] (ver fig. 1):

- **Volumen:** es almacenar gran cantidad de datos mediante infraestructuras escalables y distribuidas. Actualmente existen problemas de rendimiento por magnitudes arriba de los peta bytes.
- **Velocidad:** es el tiempo de procesamiento y respuesta sobre los datos que en tiempo real deben ser muy reducidos.
- **Variedad:** son nuevas fuentes que proporcionan distintos tipos y formatos de información a los ya conocidos hasta ahora, e incluimos datos no estructurados.
- **Variabilidad:** las tecnologías deben ser flexibles a la hora de adaptarse a nuevos cambios en el formato de

los datos tanto en la obtención como en el almacenamiento y su procesamiento.

- **Valor:** valorar toda la información almacenada a través de distintos procesos de manera eficiente y con el costo más bajo posible.

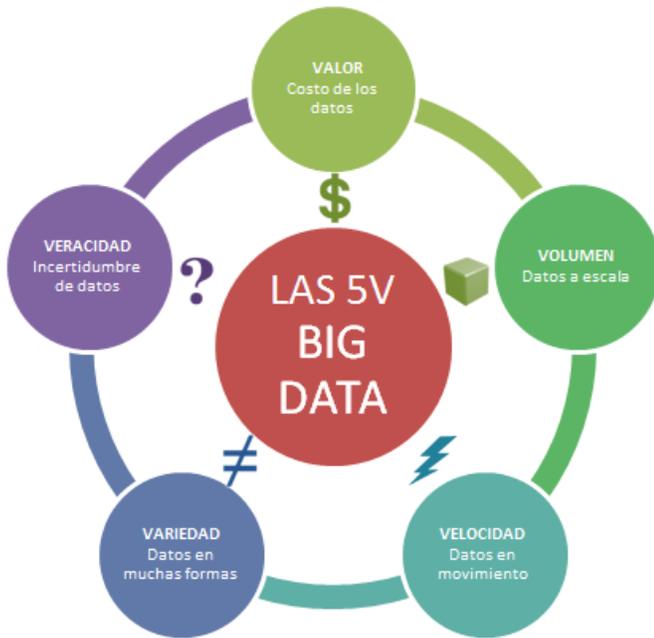


Figura 1. Las 5 V de big data.

¿Y que es un centro de datos? [10], Un edificio o porción del mismo cuya función principal es alojar un ambiente para computadoras y sus áreas de soporte. Su propósito es alojar los activos de datos en un entorno que satisface sus necesidades por potencia, hvac [11], telecomunicaciones, redundancia y seguridad. Los activos incluyen equipos activos instalados en racks y un sistema de cableado estructurados para interconectarlos. El tipo de solución planteado en esta investigación será de dominio privado empresarial para el proyecto. Su núcleo de operación será un conjunto de redes basadas en Internet; contará con los servicios necesarios para la implementación de la infraestructura como lo son los servicios web, dns, dhcp, base de datos, servidores web [13], soportados bajo una infraestructura de routers, switches, firewalls, SAN para la conformación de la intranet de servicios [12], además de otros equipos necesarios para la implementación. Para la conservación de estos equipos bajo las peores circunstancias, tendrá la siguiente infraestructura de soporte: suministro de energía y backup, sistema de control de temperatura, sistemas de respuesta contra fuego y humo, seguridad a nivel de control de acceso, interconectividad a redes externas, cableado y puesta a tierra. Con énfasis en las áreas de espacio, distribución, administración de cables, energía y refrigeración.

Los estándares base son ANSI/TIA-942 [15] quien clasifica cuatro niveles (tiers) [14], para este tipo de infraestructura de centros de datos según el nivel de confiabilidad, siendo el tier 1 el más sencillo y el tier 4 el que tiene mayores redundancias;

basado en ello también hace una división de 4 subsistemas así: Arquitectónico, Eléctrico, Telecomunicaciones y Mecánico.

Otro estándar referente es la norma europea EN 50173-5 y la norma internacional ISO/IEC 24764 se refieren a la construcción de un sistema de cableado estructurado en centros de datos, que cubre temas de estructura, jerarquía y elementos funcionales, interfaces en un sistema de cableado estructurado, requisitos para las líneas de canales de cable en cobre y fibra óptica, así como para la conexión de equipos y distribución de los cables y conectores que se utilizan.

Los tres estándares se centran en el cableado, pero describen los requisitos para un centro de datos de diferentes maneras. El foco central de estas normas es cubrir la estructura y rendimiento del cableado de los centros de datos de manera flexible, escalable, clara, que permita cambios y solución de problemas y expansión.

II. MATERIALES Y METODOS

Se valoraron los tres estándares específicos para infraestructuras de comunicaciones que acordes al contexto del SENA que podrían aplicar durante la implementación de su centro de datos efectuando el siguiente comparativo (ver tabla 1):

Tabla 1: comparativo estándares para data centers.

Criterios	ISO/IEC 24764	EN 50173-5	TIA-942
Estructura	Si	Si	Si
Rendimiento de cableado	Si	Si	si
Redundancia	Si	Si	Si
Nivel de clasificación	No	No	Si
Tendido de cables	IEC 14763-2	EN 50174-2 /A1	Si
Techos y piso elevado	IEC 14763-2	EN 50174-2 /A1	Si
Requisitos de espacio (altura del techo, ancho de la puerta)	IEC 14763-2	EN 50174-2 /A1	Si
Suministro de energía / UPS	No	No	Si
Protección contra incendios / seguridad	No	EN 50174-2 /A1	Si
Enfriamiento	No	No	Si
Iluminación	No	No	Si

Temperatura / Humedad	No	No	Si
-----------------------	----	----	----

Se puede notar en el análisis de la tabla comparativa que la mayor parte de los criterios analizados tienen su nivel de cumplimiento en el estándar TIA 942, por ello es la base de análisis de esta exploración para construir un centro de datos que satisfaga estas necesidades de espacio, distribución, administración de cables, energía y refrigeración, así como el cumplimiento del estándar en todos sus subsistemas, los cuales son analizados a partir de la presente investigación.

➤ Espacio y diagrama de distribución

El sitio estará ubicado en el tercer piso del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - CEET de la regional Bogotá Distrito Capital, propio del SENA, dentro del cual se asegura existe espacio suficiente y será usado prudentemente, con consideraciones de escalabilidad futura.

En cuanto al diagrama de distribución están incluidas áreas de espacio flexible, espacio libre dentro del centro de datos que se puede reasignar, es decir áreas para equipos nuevos, que se puedan anexar de forma factible y económica. Además se pueda dar fácil manejo al subsistema de cableado estructurado de manera que los tendidos no superen las distancias recomendadas y que los cambios no generen traumatismos.

El estándar TIA-942, es la norma de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos, que ofrece orientación sobre el diagrama de distribución. Con las siguientes áreas funcionales clave: Uno o más cuartos de entrada, un área de distribución principal (MDA) [16], una o más áreas de distribución horizontal (HDA), un área de distribución de zona (ZDA) [17] y un área de distribución de equipos, (ver fig. 2).

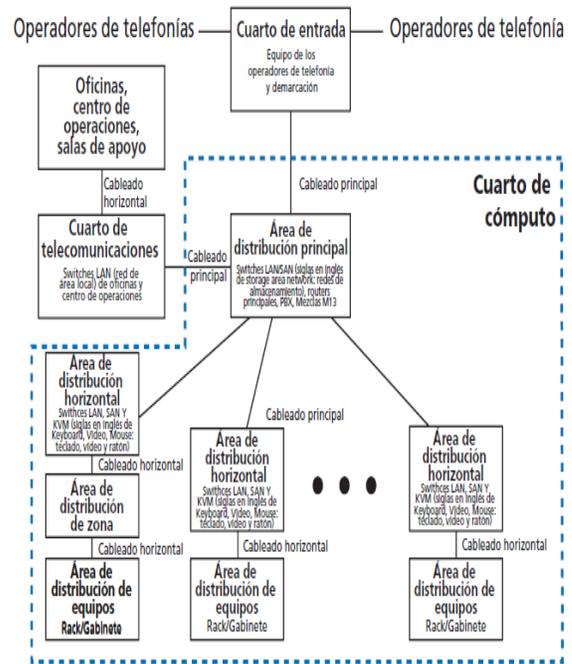


Figura 2. Diagrama de distribución acorde al estándar TIA/EIA 942. Para el caso específico del SENA de acuerdo a estas especificaciones se diseñó el diagrama lógico de espacios para el data center planteándose una primera solución así: (ver fig. 3).

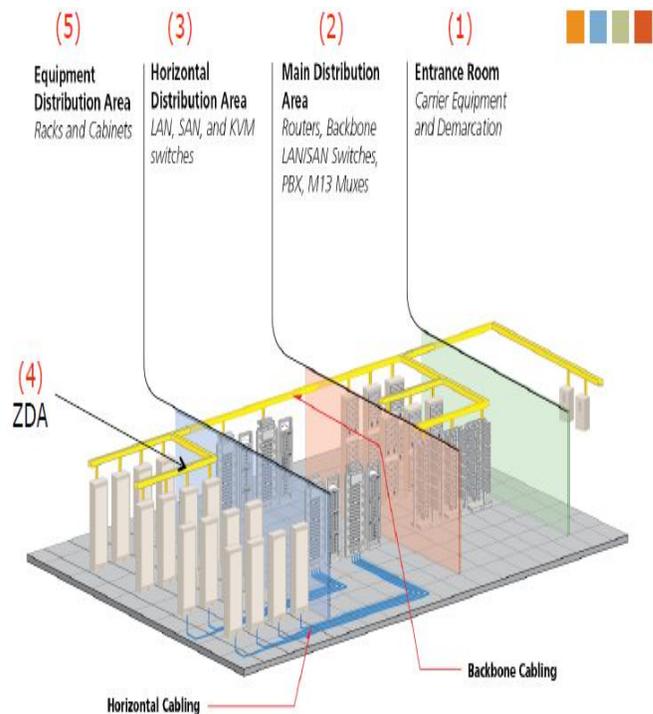


Figura 3: diagrama básico datacenter SENA.

- Administración de cables

Se parte de comprender que el sistema de cableado y eléctrico será permanente, debe ser muy confiable y flexible al que se pueda conectar cualquier nueva solución. Algunos principios clave utilizados fueron: los racks se ubicaran en islas conformando filas que permitan aplicar las buenas practicas descritas en el estándar internacional, en cuanto a la distribución principal y en las áreas de distribución horizontal para simplificar la implementación del diseño sugerido y brindar un control unificado del cableado estructurado se instalaran elementos de organización como administradores de cables vertical y horizontal, dentro y entre los gabinetes de equipos para garantizar una administración eficaz y prever un crecimiento ordenado, el cableado UTP se separara de la fibra óptica en las trayectorias horizontales.

Los cables eléctricos se ubicaran en bandejas porta cables y la fibra óptica en bandejas independiente; finalmente el tendido de la fibra óptica se hace en un sistema de canales específico (Ver fig. 4).

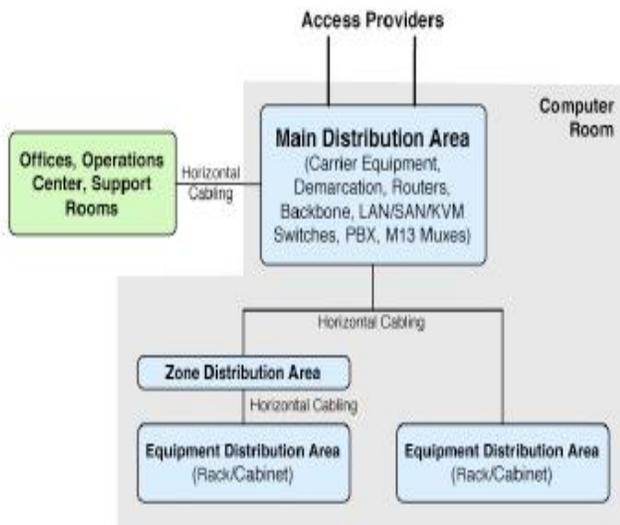


Figura 4. Distribución de racks y de cableado

➤ Energía

La electricidad es la parte vital de un centro de datos. Un corte de energía de apenas segundos es suficiente para ocasionar una falla en el servidor. Se incluyó en el análisis el siguiente procedimiento de redundancia: dos o más alimentaciones de energía de la empresa de energía controlada por la subestación del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET del SENA, además de una alimentación ininterrumpible a través de una (UPS), circuitos múltiples para los centros de datos, equipos de enfriamiento y planta de energía en sitio, todas las medidas que se tomen para evitar interrupciones dependerá del nivel de fiabilidad requerido y desde luego de los costos con criterio de nivel I de disponibilidad del 99.671 % [18].

➤ Refrigeración

Los servidores, dispositivos SAN, routers, switches y demás equipos de comunicación son cada vez más pequeños y con altos niveles de procesamiento [19]. Por ello se debe tener equipos de refrigeración adecuados para resolver el problema de cambios bruscos de temperatura en el centro de datos.

La circulación de aire frío es muy importante para mantener el Datacenter en niveles de eficiencia aceptables. Para favorecer su circulación, se propone adoptar un procedimiento conocido como pasillo caliente/pasillo frío [20]; los racks de equipos se disponen en filas alternas de pasillos calientes y fríos. En el pasillo frío, los racks de los equipos se disponen frente a frente (Ver fig. 5).

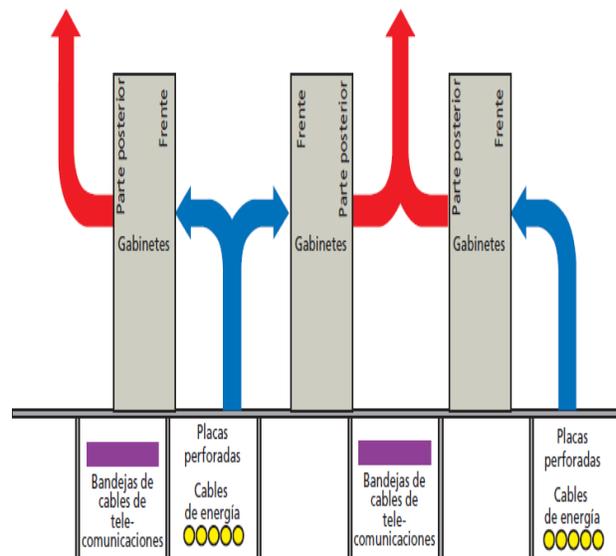


Figura 5. Sistema de enfriamiento ideal

III. RESULTADOS

A partir de la investigación realizada en cuanto a la normatividad para implementación de Data Center se presenta como resultado del presente análisis un diseño inicial que permite incorporar los diferentes criterios establecidos en el estándar TIA/EIA 942 y las buenas prácticas recomendadas para el diseño de Data Center. A partir de los modelos propuestos por la norma para pequeñas soluciones (Ver fig. 6) y su materialización en el diseño propuesto para el SENA (Ver fig. 7).

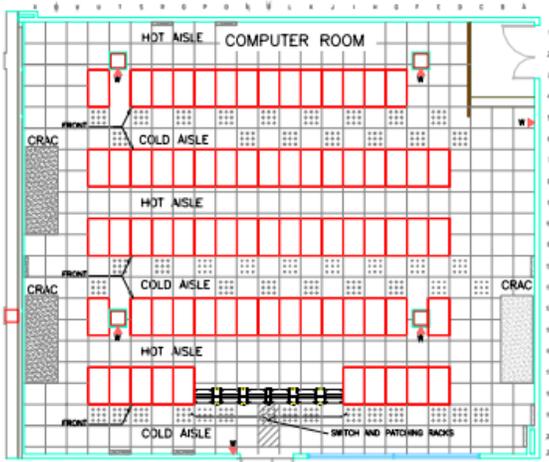


Figura 6 Modelo Centro de Datos Tier 1 EIA/TIA 942

Como se puede observar a partir del diseño propuesto se definen las diferentes áreas y como efecto se expone el siguiente resultado:

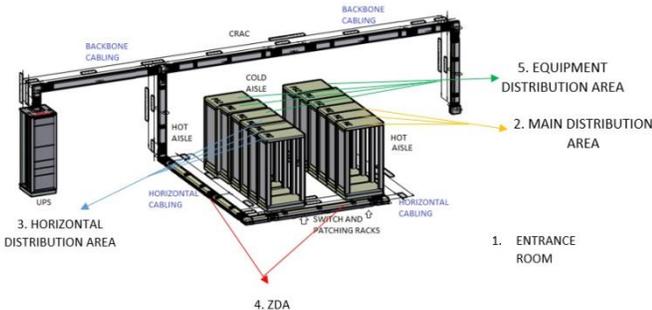


Figura 7. Diseño propuesto Data Center Tier 1 SENA.

➤ Entrance Room (ER)

El Datacenter tendrá un área de ingreso seguro restringido, mediante controles electrónicos y biométricos, minimizando el riesgo en la manipulación de los equipos y garantizando que las personas que interactúen con los equipos activos estén autorizados previamente, además de la clasificación del personal acorde a los perfiles establecidos de interacción con la infraestructura; también tendrá una puerta de emergencia mecánica de apertura manual controlada solo por la parte interna para poder accionarla en el caso de que se pierda el control por medio de los dispositivos electrónicos o biométricos.

De esta área se excluirán los equipos de cabecera de los ISP utilizados para prestar los servicios de telefonía y de datos, estos se ubicarán en un cuarto de telecomunicaciones anexo para proteger el centro de datos de la intrusión de personal ajeno a la operación, atendiendo la recomendación de la norma que exhorta que los equipos de última milla del proveedor se debe llevar a un cuarto independiente por razones de seguridad.

➤ Main Distribución Área (MDA)

En el área de distribución principal estará el punto de conexión cruzada central para el sistema de cableado estructurado del centro de datos, ubicado en la zona central para evitar superar las distancias del cableado recomendadas y contar con el diseño elaborado y ajustado a las necesidades reales, sin descuidar la posibilidad de escalabilidad, debido a que esta zona interconectará el backbone de la infraestructura con los equipos activos encargados de realizar el procesamiento de la información y mediante una conexión cruzada horizontal que enlazara las zonas adyacentes.

➤ Horizontal Distribución Área (HDA)

Son las interconexiones, desde el punto de distribución para el cableado hacia los equipos. Aquí puede existir una o más áreas de distribución horizontal, se ubicarán en esta los equipos de distribución necesarios de acuerdo a las requerimientos de la fase de diseño del cableado para el data center. La norma Eia/Tia 942 y complementarios especifica gabinetes separados para los componentes de cobre UTP y de fibra óptica.

➤ Zone Distribution Area (ZDA)

Es el área de cableado estructurado para la interconexión de las zonas HDA y ZDA es opcional dentro del diseño del Datacenter, se realizará por islas independientes en dos filas de gabinetes, es necesario contar con esta área ZDA en el Data Center del SENA para realizar la interconexión previa hacia los equipos activos, de manera opuesta a la zona en la que se encuentra el HDA, se aclara que esta zona se podrá implementar a través de gabinetes o utilizando canaletas inferiores instaladas bajo el piso falso del Datacenter.

➤ Equipment Distribution Area (EDA)

Es la ubicación de los gabinetes y racks de los equipos activos. La norma especifica que los gabinetes y racks se deben ubicar en una configuración intermedia para mejorar el diseño de los pasillos fríos y calientes y poder controlar de manera eficaz los niveles de temperatura de los equipos electrónicos.

Este sistema de cableado será altamente confiable y resistente ya que cumple con los siguientes principios: existen racks comunes en toda la distribución principal y áreas de distribución horizontal que simplifican el montaje del rack brindando un control unificado de los cables, existen administradores de cables vertical y horizontal comunes y extensos dentro y entre los racks para garantizar una administración de cables eficaz y prevenir un crecimiento ordenado, existen extensas trayectorias para cables (por arriba y por debajo de piso). Los cables UTP irán separados de la fibra en las trayectorias horizontales para evitar dañarla o afectarla. El sistema eléctrico será implementado con tecnología de

electrobarras que se instalará de forma paralela a las bandejas de cables y de fibra óptica.

IV. DISCUSIÓN

Existen diferentes experiencias a nivel de América Latina y específicamente en Colombia, en referencia al montaje de Data Center para la gestión activa y oportuna de información y servicios, entre los casos de éxito encontramos que un alto porcentaje de estas soluciones certificadas bajo el estándar internacional EIA/TIA 942 que están ubicados en Bogotá Distrito Capital. Se presenta a continuación el siguiente cuadro descriptivo (Ver tabla. 2) de los Centros de datos de los principales proveedores de tecnología en el país como IBM [21], Telefónica y Claro entre otros ya sean empresas nacionales o internacionales que han encontrado en nuestro país un escenario para proveer servicios de tecnología de valor agregado a las organizaciones colombianas.

Tabla 1: comparativo soluciones Data Center Colombia

Empresa	Características de Data Center	Normatividad Aplicada
Claro [21]	Data Center Triara incluye máxima tolerancia a fallos. Data Center Ortezal ubicado en Bogotá	Tier 4
ETB [22]	Plataforma de virtualización con replicación del servicio en el <i>data center</i>	ISO/IEC 27001:2005
IBM Colombia [23]	Centros de Cómputo en Bogotá y Medellín, Interconectados en fibra óptica.	Tier 3
IFX Networks [24]	Atender los servicios de misión crítica de nuestros clientes.	
Level 3	Dos Data Center en Colombia	Tier 3
Telefónica [24]	Tres Data Center en Colombia 2 En Bogotá, Trier 3 y Trier 2, uno en Barranquilla Trier 2	Trier 2 y 3
Verizon Terremark	IEC 14763-2	Tier 3
Une – EPM Telecomunicaciones [24]	3 Data Center, 2 en Medellín,	ISO 9001 y 27001

La investigación basada en las normas de cableado estructurado para Data Center así como la profunda comparación entre los estándares permite presentar como resultado el siguiente análisis:

Los estándares que rigen los sistemas de cableado estructurado en especial en el área de Data Center sugieren que el SENA adopte la norma EIA/TIA 942, debido a que este estándar da cumplimiento de manera completa a todos los criterios que se deben tener en cuenta en el diseño, instalación, clasificación y certificación para este tipo de soluciones, asegurando factores claves como seguridad, aislamiento preventivo de los subsistemas, protección de los componentes, del sistema de cambios de temperatura e incendios, y asegurando la redundancia de cada uno de los subsistemas de cableado estructurado.

No se aplican en este proyecto los estándares como ISO/IEC 24764, EN 50173-5 debido a que en estos no se exigen niveles de redundancia eléctrica a través de fuentes de alimentación externas e independientes como lo son las UPS, que permitan garantizar la total disponibilidad del data center a través de circuitos diseñados para garantizar mayor respaldo.

Con el estándar EIA/TIA 942 se garantiza el control de la temperatura y humedad en el Datacenter para así lograr el buen funcionamiento de los equipos activos que se encuentran al interior de este, debido a que por la potencia y grandes velocidades con las que trabajan generan cambios drásticos en la temperatura ambiente y que de no ser debidamente diseñado, implementado y controlado puede poner en grave riesgo la infraestructura para la que nos encontramos realizando el presente análisis técnico.

Se pueden resaltar casos de éxito en las diferentes regiones principales del país por parte de grandes multinacionales que le apuestan a la implementación de estas soluciones basadas en el estándar internacional EIA/TIA 942 en sus niveles 2, 3 y 4, ellos son referentes en los aspectos que corresponden a administración de cableado, energía y refrigeración, citados para aplicar en el caso SENA.

V. CONCLUSIONES

La necesidad de crear nuevas infraestructuras con amplias capacidades tecnológicas, hace de Big Data una tecnología medular fundamental para evitar duplicidad de esfuerzo en la diversidad de las fuentes de datos que son producto del desarrollo de más de una década de la sociedad de la información. Estándares como EIA/TIA 942 van a contribuir a que recibamos beneficios con nuevas capacidades y tecnologías, que incluyen modelos organizativos basados en soluciones de instalación de infraestructuras de comunicaciones que permitan el almacenamiento y gestión organizada de grandes volúmenes de información en centros de datos.

Big Data plantea retos, especialmente en el ámbito de administrar información. Pero los beneficios exigen que los asumamos como medio de conseguir mejores y más eficientes

organizaciones que sean capaces de facilitar servicios más personalizados y efectivos.

Los desafíos incluyen no sólo las cuestiones de escala, también la heterogeneidad, de estructura, control de fallas, privacidad, disponibilidad, y de visualización, en todas las etapas para dar lugar a interpretación de datos confiables y precisos para la correcta toma de decisiones. Estos desafíos técnicos son comunes a través de una gran variedad de dominios de aplicación de un centro de datos ideal y bien diseñado, cuya sinergia garantiza un acceso fiable a los recursos de las organizaciones y brindan la flexibilidad necesaria para satisfacer las necesidades desconocidas que puedan surgir en el futuro. No se puede ignorar ningún aspecto de diseño porque lo hace vulnerable a fallas muy costosas y obsolescencia rápida. Esta investigación es un informe técnico basado en estándares que toma consideraciones clave de espacio asegurando haya suficiente y además sea flexible para satisfacer necesidades actuales y futuras; también de administración de cables como un servicio permanente y genérico, haciéndolo un recurso muy fiable y adaptado con facilidad a cualquier aplicación nueva de energía como la tecnología de electrobarras que es parte vital del centro de datos, construido con el nivel de redundancia necesario para satisfacer las necesidades de acceso al data center; y finalmente de refrigeración y estrategias de distribución de corrientes de aire frío y caliente que también tienen un papel importante.

Dentro de las limitaciones que se pueden presentar en este proyecto de Big Data en el Centro de Electricidad, electrónica y Telecomunicaciones - CEET de la regional Bogotá Distrito Capital – SENA se identifica la asignación de recursos para el mismo, indistintamente de su tamaño y ubicación con características internacionales que lo ubiquen como mínimo en condiciones de TIER 1 o superior; las fuentes de financiación para esta infraestructura relevante no son fáciles de conseguir; nos encontramos con dificultades como: los procedimientos administrativos internos que ocurren al operar diferentes regionales sobre la misma fuente de datos, el desconocimiento parcial de su posible uso y administración, la forma en que podrán ser obtenidos o extraídos los datos por parte de diferentes actores las restricciones legales definidas por las áreas de seguridad sobre la fuente de los datos así como los derechos y confidencialidad.

REFERENCIAS

- [1] Zikopoulos, Paul, y &. Harness the Power of Big Data. [ed.] Roman Melynk. s.l.: The McGraw-Hill Companies, 2012. pág. 281. 978-0-07180818-7.
- [2] Polo Soria, L. N. (2012). Diseño de un Data Center para el ISP Readynet Cía. Ltda. Fundamentado en la Norma ANSI/TIA/EIA-942 (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2012).
- [3] Flatman, A. Data Centre Link Survey. IEEE, 802, 23-25.
- [4] Ibagón, M. X., Laura, V., Carolina, D., Pinzón, C., & Jarrin Quintero, J. A. (2012). Modelo de medición de productividad Upsistemas.
- [5] Guagalango Vega, R. N., & Moscoso Montalvo, P. E. (2011). Evaluación técnica de la seguridad informática del Data Center de la Escuela Politécnica del Ejército.
- [6] O'Reilly, T. (2009). What is web 2.0. " O'Reilly Media, Inc."

- [7] Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.
- [8] Lohr, S. (2012). The age of big data. New York Times, 11.
- [9] Santos, J. (2014). Entrevista a Fabián Varas: " El Big Data centrará las grandes oportunidades para el sector TIC". Agenda de la empresa andaluza: ideas, personas e instrumentos para dirigir la empresa, (191), 26-27.
- [10] Al-Fares, M., Loukissas, A., & Vahdat, A. (2008, August). A scalable, commodity data center network architecture. In ACM SIGCOMM Computer Communication Review (Vol. 38, No. 4, pp. 63-74). ACM.
- [11] Lemke, N. C., Lemke, J. L., & Koehler, J. (2012). Secondary Loop System for Automotiv HVAC Units Under Different Climatic Conditions.
- [12] Tanenbaum, A. S. (2003). Redes de computadoras. Pearson Educación.
- [13] Ruiz del Olmo, F. J. (2010). Conocimiento en la nube: Características socio comunicativas del Cloud Computing.
- [14] Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D. A., & Patel, P. (2008). The cost of a cloud: research problems in data center networks. ACM SIGCOMM computer communication review, 39(1), 68-73.
- [15] Salazar Mejía, H. P. (2014). Artículo-Científico. Estudio de factibilidad para la centralización de sitios remotos e implementación de la solución de networking para el centro de datos principal de la EP Petroecuador.
- [16] Aguilar, C. S. Propuesta para el diseño del sistema de distribución de energía eléctrica de la sala de gestión de banda ancha del edificio de telecomunicaciones del ICE en San Pedro de Montes de Oca.
- [17] Toro Romero, J. V. (2011). Estudio y diseño de una red de cableado estructurado inteligente y un sistema de telefonía IP para el Municipio de la ciudad de Piñas (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2011).
- [18] Niranjan Mysore, R., Pamboris, A., Farrington, N., Huang, N., Miri, P., Radhakrishnan, S., ... & Vahdat, A. (2009, August). Portland: a scalable fault-tolerant layer 2 data center network fabric. In ACM SIGCOMM Computer Communication Review (Vol. 39, No. 4, pp. 39-50). ACM.
- [19] Ben-Ameur, W., & Kerivin, H. (2005). Routing of uncertain traffic demands. Optimization and Engineering, 6(3), 283-313.
- [20] Barba Samaniego, J. D., & Viteri Arias, G. A. (2012). Análisis, Evaluación y Propuesta de Optimización del funcionamiento del Data Center de la Escuela Politécnica del Ejército utilizando las Normas y Estándares Nacionales e Internacionales de Calidad (Doctoral dissertation, SANGOLQUÍ/ESPE/2013).
- [21] Cabrera Duffaut, A. E. (2013). Estudio para implementación de servicios de Data Center basados en el modelo Cloud Computing.
- [22] Hernández Trujillo, R. H. (2014). Desarrollo de soporte y herramientas para el análisis y el procesamiento de información correspondiente a la utilización y desempeño de diferentes recursos de redes de la empresa de telecomunicaciones de Bogotá ETB SA ESP para los temas relacionados con nodo IP, acceso conmutado y data center.
- [23] Cortés, C. A., & Villa, S. Y. R. (2008). Virtualización de centros de datos con tecnología verde. CUADERNO ACTIVA, 3(3).
- [24] Dávila. M (2013). Computerworld Colombia revista. Especial Data Center, 18 – 24.



Raúl Bareño Gutiérrez Ingeniero de sistemas, Magister en telecomunicaciones, Dr. (c) en ciencias computacionales enfocado a la educación con TIC, UNINI México. Docente investigador en UIS, UTS, docente en instituciones SENA, Universidad minuto de Dios, (Uniminuto), universidad militar (UMNG). Con certificaciones internacionales en CCNA, CCNP, y FWL de cisco.



Sonia Cárdenas Urrea Ingeniera en Redes de Computadores, Especialista en Seguridad de Redes de Datos, Especialista en Gerencia de Proyectos Informáticos, Especialista en Gestión de Proyectos de Ingeniería, Estudiante de Magister. (c) en Dirección de Proyectos, Universidad Viña del Mar Chile. Docente investigadora del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Docente Universidad Distrital.



William Navarro Núñez Ingeniero en Redes de Computadores, Tecnólogo en sistematización de datos, Especialista en Seguridad de Redes de Computadores, Especialista en Gerencia de Proyectos de Ingeniería de Telecomunicaciones, Estudiante de Magister. (c) en Dirección de Proyectos, Universidad Viña del Mar Chile. Docente investigador del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Docente Universidad Distrital.



Hugo Sarmiento Osorio Ingeniero Electrónico, MSc en educación, con experiencia en diseño, implementación, y gerencia de proyectos de telecomunicaciones. Experto Américas en Cableado Estructurado en World Skills Internacional, Certificación CISCO en CCNA routing and switching 4.0. ITIL fundamental versión 3. PMI, Máster en Educación por la Universidad de Gran España.