

Laboratorios interactivos para la enseñanza práctica de normas internacionales en infraestructura de telecomunicaciones. v1.1

José Fernando Murillo Arango*

**Departamento de Ingeniería, Universidad de Caldas. Calle 65 No. 26-10, Manizales, Colombia*

**Centro de Automatización Industrial, Sena Regional Caldas, Km 10, vía al Magdalena. Manizales, Colombia*

Recibido: 18/05/2017. Aprobado: 24/07/2017

RESUMEN

En el presente artículo se analizarán algunos puntos importantes de las normas internacionales para infraestructura física de telecomunicaciones emitidas por algunas organizaciones de esta industria como lo son ANSI, TIA, EIA, ISO y la IEEE; el propósito es acercar al lector en la comprensión de las condiciones mínimas de instalación para garantizar un excelente funcionamiento en redes cableadas e inalámbricas. Teniendo clara la comprensión de las normas se van a diseñar y construir una serie de ayudas reales, las cuales integradas permitan crear un laboratorio en el que se puedan desarrollar prácticas en diseño, instalación y certificación de infraestructura física de telecomunicaciones con unas condiciones muy similares a las que se pueden encontrar en la vida real.

La metodología utilizada corresponde a una investigación experimental de carácter cuantitativo con enfoque analítico y descriptivo. El resultado esperado es la aplicación práctica a través de escenarios que permitan la solución de problemas que contribuyan al aprendizaje significativo y el logro de las competencias en las áreas técnicas de los aprendices en el campo de las telecomunicaciones.

Palabras clave: telecomunicaciones, aprendizaje significativo, laboratorios, normatividad internacional, monitoreo y certificación de cableado estructurado.

Interactive laboratories for the practical teaching of international standards in telecommunications infrastructure. v1.1

ABSTRACT

This article will analyze some important points of the international standards for physical telecommunications infrastructure issued by some organizations of this industry such as ANSI, TIA, EIA, ISO and IEEE. The purpose is to bring the reader closer to the understanding of the minimum installation conditions to ensure excellent functioning in wired and wireless networks. Having a clear understanding of the rules, a series of real aids will be designed and constructed which integrated will allow the creation of a laboratory in which practical design, installation and certification of physical telecommunications infrastructure can be developed with conditions very similar to the conditions that can be found in real life.

The methodology used corresponds to experimental research of a quantitative nature with an analytical and descriptive approach. The expected result is the practical application through scenarios that allow solving problems that contribute to significant learning and to the achievement of the competences in the technical areas of the apprentices in the field of telecommunications.

Key words: telecommunications, significant learning, laboratories, international standards, monitoring and certification of structured wiring.

1. Introducción

El proyecto Laboratorios interactivos para la enseñanza práctica de normas internacionales en infraestructura de telecomunicaciones, en adelante

LabInt mostrado en este artículo, presenta algunos de los aspectos más relevantes de la importancia de la educación para el desarrollo de la humanidad, una descripción del enfoque actual de la enseñanza de las telecomunicaciones en Colombia y la descripción de la propuesta para lograr un aprendizaje significativo en las áreas técnicas del sector de las telecomunicaciones, con base en normatividad internacional para infraestructura de telecomunicaciones, acompañado de un estudio de resultados luego de la aplicación de este método de enseñanza.

* Autor de correspondencia.

E-mail: jose.murillo@ucaldas.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7231-9892>

Google Scholar: https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=j3X4IHgAAAAJ&view_op=list_works

Cómo citar este artículo:

Murillo J.F. (2016). Laboratorios interactivos para la enseñanza práctica de normas internacionales en infraestructura de telecomunicaciones. v1.1. *Revista Vector*, 12: 40-50.



2. Generalidades

La educación como sector clave de la humanidad está en procesos de cambio permanente, para ajustarse a las transformaciones socio-económicas impuestas por la sociedad del conocimiento y por la integración de la tecnología, la innovación y los avances en la comunicación. Estos procesos de cambios incluyen modificaciones en la manera cómo aprenden las personas, por lo que es necesario repensar y replantear los modelos educativos y las estrategias de enseñanza-aprendizaje, los roles de los actores involucrados, e incluso los escenarios en donde se llevan a cabo estos procesos (Figueiras, 2002).

En la enseñanza de las telecomunicaciones, la integración de las TIC en los escenarios de aprendizaje permite explotar la capacidad de innovación y generación de conocimiento, elemento diferenciador que requiere la educación. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en el marco de la Ley 1341 de 2009, formula el Plan Nacional de TIC 2008-2019 (PNTC), en el que se promueve la apropiación y el uso de las TIC por parte de los ciudadanos, las empresas, la academia y el gobierno, como motor del desarrollo del país. La educación como un eje transversal se articula a estos propósitos y se fortalece con el Plan Vive Digital, como plataforma para mejorar la cobertura y la calidad de los servicios educativos, robustecer la fuerza laboral en el uso de las TIC y promover la generación de contenidos educativos.

En el mundo moderno las telecomunicaciones desempeñan un papel muy importante en el desarrollo económico, social y tecnológico de la gran mayoría de países en el mundo; Colombia no es ajena a ésta tendencia y en la última década los gobiernos de turno han orientado políticas al fortalecimiento en la incursión de nuevas tecnologías de telecomunicaciones al país y se han fijado metas claras para posicionar el sector de las telecomunicaciones como uno de los principales renglones en la economía nacional.

3. Enseñanza de las telecomunicaciones en Colombia

Los centros de educación superior de nuestra región se encuentran formando estudiantes en las diferentes áreas relacionadas con las telecomunicaciones, pero la formación no se centra en dar un enfoque práctico a los estudiantes, para que así puedan llegar al mercado laboral a competir en igualdad de condiciones con personas que han tenido la oportunidad de ganar conocimientos por medio de la experiencia en áreas laborales del sector de las telecomunicaciones.

Este problema se hace extensivo a todas las entidades de educación superior y de formación para el trabajo, factor que constituye una necesidad latente principalmente en todo lo relacionado con la normatividad internacional para la infraestructura de telecomunicaciones.

Es claro que en la región se ha consolidado un problema en la manera como se imparte la formación y no existen mecanismos claros para llevar el sustento teórico que se entrega a los estudiantes a métodos prácticos de verificación que les sirvan para simular efectivamente las situaciones reales que se pueden encontrar en el ejercicio de su profesión y de esta manera poderse someter a un proceso de entrenamiento más significativo. El problema que experimentamos se puede agravar porque los operadores internacionales que están haciendo presencia en el mercado colombiano deben entrar en costos adicionales para capacitar a los trabajadores en algunas labores específicas relacionadas con el rol que se encuentren desempeñando dentro de la empresa; pero lo más preocupante es que los cargos de alto nivel técnico y tecnológico tiene un porcentaje mínimo de participación de profesionales colombianos, relegándolos así a tareas operativas que permiten una baja proyección profesional, laboral y que por consiguiente no va a generar los niveles de desarrollo que espera el país en TIC.

Basados en diferentes análisis del sector de las telecomunicaciones, en nuestra región se ha detectado que el atraso más grande lo tenemos en los nuevos y más especializados servicios de telecomunicaciones como las comunicaciones inalámbricas, fibra óptica y los revolucionarios servicios TDT. Igualmente, hay poca difusión en todo lo relacionado con la reglamentación RITEL (reglamento interno de telecomunicaciones), que a pesar de ser una normatividad colombiana, no ha generado los mecanismos para que ésta llegue a los procesos normales de formación. Con base en lo anterior se puede vislumbrar una sensación de atraso, más aún cuando los encuestados esperan obtener de su proceso de formación los niveles adecuados de conocimiento científico, técnico y práctico para poder optar por una buena condición laboral.

4. Espacios para la enseñanza de telecomunicaciones

En general, los recursos que podemos encontrar en los espacios de formación orientados a redes y telecomunicaciones de las entidades de educación superior de la región para carreras relacionadas con telecomunicaciones y TIC, cuentan con elementos de *networking* y simuladores de telecomunicaciones que son utilizados para entrenar a los estudiantes en todo

lo relacionado con los aspectos lógicos de los protocolos de comunicación; pero estos elementos no permiten ningún tipo de estudio, aplicación y comprensión de la normatividad internacional para infraestructura de telecomunicaciones que proponen organizaciones como ANSI, TIA, EIA, IEEE, entre otras.

Por lo descrito, se hace evidente que es necesario involucrar elementos que permitan enseñar las telecomunicaciones de forma integral a partir de la normatividad para infraestructura física en sus diferentes modalidades, buscando darle un enfoque por proyectos que permita integrar eficientemente hardware, software, comunicaciones, metodologías y marcos de referencia para la administración eficiente de la tecnología desde un enfoque práctico que se asemeje a la realidad laboral de las empresas de estas áreas.

Con base en la experiencia adquirida durante la creación de varios proyectos de telecomunicaciones, y apoyados en la experiencia docente, se puede sugerir que las áreas tecnológicas deben contar con fuertes espacios prácticos para poder entrenar eficientemente a los futuros profesionales; es por esto que los LabInt, van a generar una manera agradable y eficiente de incentivar en los estudiantes la apropiación de nuevo conocimiento y el relacionamiento de éste con el sustento teórico que lo respalda, sin la necesidad de dedicar la mayor parte de su tiempo en lectura de documentos científicos difíciles de comprender y aún más complicados de llevar a la práctica.

El enfoque real que se va a dar a los procesos formativos permitirá la inclusión de proyectos de pequeña, mediana y gran escala, los cuales se van a construir de forma gradual e interdisciplinaria para el uso eficiente de profesores y estudiantes de diferentes especialidades relacionadas con las telecomunicaciones; igualmente, esta estrategia permitirá que los actores del proceso de enseñanza aprendizaje lleven a sus entornos situaciones problema de la vida real y las puedan transformar en proyectos formativos o productivos.

5. Laboratorios interactivos para la enseñanza práctica de normas internacionales en infraestructura de telecomunicaciones

El propósito con el uso de los LabInt es fomentar desde los ambientes de aprendizaje, profesionales íntegros con capacidad científica, tecnológica, técnica, analítica y práctica que les permita desempeñarse en la mayor cantidad de actividades relacionadas con el saber específico de sus profesiones; es muy común entre los profesionales jóvenes de nuestro país optar por empleos operativos, en los cuales puedan poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante

su proceso de formación y queriendo colocar a prueba sus capacidades para resolver problemas y generar nuevas ideas que conlleven al mejoramiento en la calidad de los procesos de empresariales relacionados con su objeto laboral y profesional. Pero en la mayoría de los casos, es inevitable llegar a la frustración laboral y profesional porque en el desarrollo normal de las actividades se encuentran con grandes falencias en los niveles técnico y tecnológico.

Con los LabInt se pretende incrementar el conocimiento técnico operacional en las áreas de redes de datos y telecomunicaciones, no solo con el fin de que los profesionales puedan realizar estas labores eficientemente, sino que también se busca que al momento de asumir cargos de supervisión, coordinación o dirección puedan llegar a generar ideas de proyectos serios, alcanzables, sustentables y rentables, los cuales podrán diseñar, desarrollar y administrar eficientemente basados en la capacidad de ejecución técnica que poseen para evitar el planteamiento de proyectos fuera del alcance de las capacidades de las empresas en las cuales se están desempeñando.

La creación de los LabInt pretende fomentar ampliamente el estudio de las más importantes normas para infraestructura de telecomunicaciones, diseñadas por las más reconocidas organizaciones de regulación del área, teniendo en cuenta que hasta el momento ha sido un área muy poco explorada en los ambientes de formación, dejando la enseñanza de las telecomunicaciones relegada al estudio de los protocolos de comunicación y en el software para operar los servicios finales. Uno de los propósitos principales del presente estudio es lograr que desde los ambientes de aprendizaje se puedan diseñar y poner en marcha proyectos de telecomunicaciones que cumplan a cabalidad con los requerimientos exigidos en las diferentes normas, según el tipo de proyecto se pretenda ejecutar y así incentivar desde la academia que nuestra responsabilidad es entregar al mercado profesionales ampliamente calificados y no esperar a que los profesionales aprendan por medio de la práctica en el desarrollo de su ejercicio laboral. Lo anterior es bueno para profundizar y no para iniciarse como actualmente ocurre con los temas relacionados con normatividad internacional en infraestructura de telecomunicaciones.

Metodología de solución

El desarrollo del estudio consiste en crear un espacio de trabajo en el cual se puedan ubicar varios módulos didácticos para realizar prácticas en infraestructura de telecomunicaciones aplicando

los requerimientos mínimos que se plantean en las diferentes normas internacionales de las principales industrias como ANSI, TIA, EIA, IEEE y el Icontec para el caso de Colombia. Para el desarrollo del proyecto se dispondrá de un área abierta de aproximadamente 20 m de largo x 10 m de ancho, en la cual se van a instalar los módulos diseñados para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas en las siguientes áreas.

Norma ANSI/TIA 568C: Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.

- Se dispondrá de un espacio que será utilizado para simular las instalaciones de los proveedores de servicio de telecomunicaciones y red eléctrica.
 - Se dispondrá de un espacio en el cual se pueda crear un subsistema de entrada de servicios que reciba los medios físicos enviados desde el área de proveedores de servicio.
 - Se dispondrá de un espacio para creación de un subsistema de cuarto de equipos.
- Se dispondrán varios espacios para la creación de cuartos de telecomunicaciones.
- Se crearán los espacios físicos para que según la norma se pueda instalar un correcto subsistema horizontal.
 - Los espacios de los cuartos de telecomunicaciones tendrán la disposición para crear el subsistema vertical; para este caso se debe tener en cuenta que nos vamos a concentrar en la unión de los cuartos de telecomunicaciones por medio de fibra óptica, y no se va disponer de un edificio de varios niveles, pero sí se simulará con varios centros de telecomunicaciones.
 - Se crearán módulos cerrados de pruebas de funcionamiento en los cuales los estudiantes puedan hacer prácticas de certificación, detección y corrección de fallas; igualmente, deben realizar el proceso completo de certificación de sus proyectos de cableado estructurado.
 - Estos módulos aplican para cable UTP categoría 5e, 6, 6a, 7, 7a, cable coaxial y fibra óptica, haciendo en gran énfasis en la norma ANSI/TIA 568 c3 (Componentes para cableado de fibra óptica).

El objetivo final en la instalación de un sistema de cableado estructurado (SCE) es la certificación de éste; para poder lograr dicho objetivo se deben tener en cuenta aspectos técnicos y de diseño, los cuales garanticen la calidad durante su tiempo de vida útil. La norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 describe los requerimientos mínimos generales, con los cuales se debe cumplir para que el SCE quede correctamente diseñado e instalado. Las ayudas para esta norma

consisten en crear los espacios físicos en los cuales serán instalados los diferentes subsistemas exigidos por la norma; en cada uno de estos espacios encontrará una descripción clara de su funcionalidad y un trazado que explique dónde inicia, dónde termina y la forma de interconexión con los otros subsistemas; el espacio será creado al aire libre simulando un piso o nivel de un edificio con varias divisiones (oficinas), por medio de las cuales el estudiante pueda identificar claramente el campo de acción de cada uno de los diferentes subsistemas. Con respecto a los distribuidores principales y secundarios de comunicaciones, se deben crear varios de forma horizontal y concientizar al aprendiz que debe ser uno en cada piso, ya que por el momento no se tiene la posibilidad de crear varios niveles de forma vertical.

Para dar funcionalidad a esta ayuda se van a crear varios muros en madera, los cuales den un aspecto de paredes reales y las cuales faciliten el tendido de canaleta y terminación de todas las salidas de telecomunicaciones; igualmente, se deben poder visualizar claramente las conexiones verticales entre los diferentes cuartos de telecomunicaciones. El principal objetivo de esta ayuda es la plena identificación de los elementos y subsistemas necesarios para el tendido de cableado con base en la norma 568C. Es claro indicar que antes de iniciar procesos prácticos estos espacios se utilizarán para que los estudiantes hagan un reconocimiento de los elementos físicos que se requieran para una instalación adecuada, y con base en la fundamentación entregada previamente, puedan ubicarse espacialmente para diseñar planos que planteen soluciones funcionales para la instalación de SCE, de acuerdo con algunos estudios de caso específicos en los cuales dependiendo de la disposición final de la instalación se puede proponer el uso de mutuas, puntos de consolidación, instalación de puntos individuales de red o la combinación de varias de estas técnicas. Los estudiantes se pueden apoyar en herramientas como Microsoft Visio, Google SketchUp o Autocad, entre otras, para el diseño aplicado de sus planos propositivos de solución.

Adicionalmente, para que la calidad de la instalación perdure en el tiempo se deben tomar en consideración los siguientes aspectos:

Ruta de cableado propia de rack o gabinete

Para este criterio se tendrá en cuenta la organización y administración de todos los cables que se encuentren dentro de un determinado rack o gabinete; dentro de un rack pueden coincidir una gran cantidad de cables y si éstos no se encuentran organizados uniformemente, pueden causar daño en la instalación y disminuir la calidad en la transmisión de datos a causa de

factores como la interferencia electromagnética EMI y el ruido eléctrico; por lo tanto, es muy importante tener en cuenta aspectos como la separación de los cables en grupos de cinco, utilizar organizadores de cables acorde a la cantidad de cables que se deben administrar, manejar la reserva mínima de dos metros en la base del rack en forma circular sin superar el ángulo de curvatura permitido (35 grados), unidad de categoría, marca y calibre del cable (awg).

Instalaciones de los paneles de parcheo

Se refiere a la correcta instalación de los paneles basados en el diseño digital de la red, la marcación y administración de los mismos; es claro tener en cuenta que la instalación del SCE obedece a un diseño previo de la topología física de la red (estrella o jerárquica), el cual se debe ajustar a las necesidades del cliente y de la infraestructura física del edificio. En el diseño se debe dar gran importancia a la configuración de los cuartos de telecomunicaciones y respetarla en el momento de la instalación (para la administración y marcación se debe tener en cuenta la norma ANSI/TIA-606).

Diseño de patch cords

Para este criterio vamos a considerar la elaboración de cables de red (si la norma lo permite) o los criterios de selección para cables de fábrica; el modo de conexión, administración y marcación, los cables de red utilizados en el SCE deben ser certificados y de fabricación industrial, la norma no permite la creación de cables de red (*patch cord*) en sitio, pero al momento de adquirirlos es necesario tener en cuenta la compatibilidad de categorías, awg y en lo posible la marca para garantizar que la constitución interna de los cables sea similar a la del resto de la red.

Diseño de rutas de salida del rack o gabinete

Se debe observar cómo se encuentran distribuidas las rutas de salida de todo el cableado hacia los puntos de trabajo, la gestión del mismo, reserva, anclaje, manejo de ángulos de curvatura, etc. Esto con el fin de buscar la forma de crear tendidos de cable lo más cortos posibles hacia las áreas de trabajo y de esta manera disminuir las fallas a causa de atenuación, longitud e inducción mutua.

Identificación de cables de entrada de servicios y enlaces

Este tipo de cables deben tener una marcación y tratamiento especial, una de las causas es porque generalmente son conexiones en fibra óptica; los cables que constituyen los enlaces conforman el subsistema vertical, por tal motivo, no se deben instalar utilizando las mismas rutas del cableado horizontal, de la misma

manera los códigos que establecen su marcación deben ser diferentes, al igual que el tratamiento durante el tendido porque la manipulación de fibra óptica conlleva a niveles de prevención diferentes.

Instalación de la canaleta

La canaleta debe ser uniforme en material, color, tipo de distribución y siguiendo un patrón de diseño coherente en sus rutas de trazado, la canaleta debe ser seleccionada con base en los criterios que recomienda la norma y utilizando los accesorios (uniones, codos, curvas, etc.), con base en los requerimientos del tendido para así respetar los criterios de protección del cableado horizontal.

Ubicación y terminación de los puntos

Se deben verificar la instalación de cada red según los parámetros establecidos por la normatividad vigente más actualizada (568C); en la verificación se deben tener en cuenta aspectos como que los puntos sean dobles, tengan fácil acceso a un tomacorriente eléctrico y que se encuentren debidamente marcados.

Norma ANSI/TIA/EIA 569A. Estándar para edificios comerciales: telecomunicaciones, rutas y espacios

- Se debe destacar que los elementos que se crearan para la norma ANSI/TIA 568C van a contemplar todos los requerimientos normativos de la norma 569a, para que al momento del desarrollo de las prácticas se involucren ambos estándares
- Se dará un gran énfasis en crear las ayudas físicas que sirvan para crear pisos falsos en los cuartos telecomunicaciones, no se trata de que los estudiantes hagan obra civil dentro de sus prácticas, se trata de entregarles ayudas reales en las cuales ellos solo se dediquen a colocar componentes con base en los requerimientos de la norma y de esta manera puedan comprender más fácilmente la importancia de cada una de las recomendaciones entregadas por la norma.

NORMA ANSI/TIA/EIA 606: Estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales

Al adecuar las condiciones de trabajo para las dos normas mencionadas, los estudiantes podrán planificar claramente su trabajo de administración, marcación y mantenimiento de su infraestructura de cableado estructurado; igualmente, con base en los montajes realizados los estudiantes pueden crear planos utilizando procesos ingeniería inversa que ayuden

a la mejor comprensión de los patrones de diseño y posteriormente puedan crear sus propios planos, con nuevas propuestas para el diseño de la topología física de las redes de datos.

Para la creación de las ayudas que van a respaldar la normatividad de redes cableadas se deben tener en cuenta elementos que den alcance a todas las ampliaciones de las normas, es decir:

- ANSI/TIA/EIA 568-C.0
- ANSI/TIA/EIA 568-C.1
- ANSI/TIA/EIA 568-C.2
- ANSI/TIA/EIA 568-C.3
- ANSI/TIA/EIA 568-C.4

Los módulos van a ser diseñados para que cumplan con todas las disposiciones previstas en cada una de las normas para que los estudiantes conozcan en qué consiste cada una de las recomendaciones y los elementos necesarios para poder dar funcionalidad a los proyectos de infraestructura. Los módulos serán didácticos y no van a requerir trabajo de obra civil por parte de las personas que ejecuten las prácticas, solo se deberán ubicar en diferentes lugares dependiendo de las necesidades de cada propuesta de diseño para las diferentes prácticas. Teniendo los elementos físicos ubicados, los estudiantes podrán dedicar sus esfuerzos en la instalación de sus proyectos de infraestructura.

- La norma ANSI/TIA/EIA 568-C.2 contempla todo lo relacionado con sistemas de par trenzado

balanceado; en pocas palabras, esta norma contempla todos los criterios técnicos de certificación a los cuales debe ser sometido un sistema de cableado estructurado antes de ser puesto en servicio; esta ayuda consiste en crear un módulo de identificación de fallas el cual constará de un *rack* con dos paneles de conexión, el primer panel va a simular las conexiones en el cuarto de telecomunicaciones y el segundo va a simular las salidas de telecomunicaciones de las áreas de trabajo. En el *rack*, con la configuración descrita, se van a instalar 20 enlaces permanentes en los cuales se van a introducir diferentes tipos de fallas de instalación y manipulación de cable UTP, con esta ayuda los estudiantes aprenderán a manejar el equipo de certificación de cableado, identificar los resultados por el equipo de certificación y a generar estrategias para corregir eficiente y efectivamente las fallas encontradas durante el proceso de certificación de los sistemas de cableado estructurado.

Las fallas que se van inducir aplican al siguiente cuadro de fallas (ver tablas 1-6) y sus posibles causas y en el módulo se podrán variar las fallas para que el proceso no sea mecánico; es importante resaltar que antes de iniciar el proceso de identificación de fallas, con esta ayuda se debe hacer una inducción completa del manejo y configuración del equipo de certificación que para nuestro caso es Lantek II serie 1000.

Tabla 1. Afectaciones por errores en el mapa de cableado.

Mapa de cableado

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Abierto	<ul style="list-style-type: none"> • Cables rotos por tensiones en las conexiones • Cables unidos a una conexión equivocada • El cable no está fijado correctamente y no hace contacto en el IDC • Conector dañado • Cortes o ruptura en el cable • Cables conectados a pines incorrectos en el conector o bloque de conexión • Cable específico de la aplicación (por ej. Ethernet que utilice sólo 12/36)
Cortocircuito	<ul style="list-style-type: none"> • Terminación incorrecta del conector • Conector dañado • Material conductor pegado entre los pines de una conexión • Cable dañado • Cable específico de la aplicación (por ej. en la automatización de la fábrica)
Par invertido alineado	<ul style="list-style-type: none"> • Cables conectados a pines incorrectos en el conector o bloque de conexión
Par cruzado	<ul style="list-style-type: none"> • Cables conectados a pines incorrectos en el conector o bloque de conexión • Mezcla de estándares de cableado 568A y 568B (12 y 36 cruzados) • Se han utilizado cables cruzados (12 y 36 cruzados)
Par dividido	<ul style="list-style-type: none"> • Cables conectados a pines incorrectos en el conector o bloque de conexión

Fuente: Fluke Networks.

Tabla 2. Afectaciones por errores de longitud.

Longitud

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
La longitud excede los límites	<ul style="list-style-type: none"> • Cable demasiado largo: <i>compruebe si hay bucles de servicio enrollados y, si los hay, deshágalos</i> • La NVP está mal configurada
La longitud resultante es menor que la conocida	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura en una zona intermedia del cable
Uno o más pares son sensiblemente más cortos	<ul style="list-style-type: none"> • Cable dañado • Mala conexión

Fuente: Fluke Networks.

Tabla 3. Afectaciones causadas por errores de resistencia.

Retardos/Diferencia

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Límites excedidos	<ul style="list-style-type: none"> • Cable demasiado largo: <i>retardo de propagación</i> • El cable usa distintos materiales aislantes en los diferentes pares: <i>diferencia de retardos</i>

Pérdidas de inserción (atenuación)

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Límites excedidos	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud excesiva • Cables de conexión no trenzados o de calidad deficiente • Conexiones de alta impedancia: <i>utilice técnicas en el dominio del tiempo para solucionar los problemas</i> • Categoría de cable inadecuada: <i>por ej., categoría 3 en una aplicación de categoría 5e</i> • Seleccionada una prueba automática incorrecta para el cableado que se comprueba

Fuente: Fluke Networks.

Tabla 4. Afectaciones por errores next y psnext.

NEXT y PSNEXT

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Falla *falla o *pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Trenzado deficiente en los puntos de conexión • La conexión (ajuste) macho-hembra no es demasiado buena (aplicaciones de categoría 6/Clase E) • Adaptador de enlace incorrecto (adaptador de categoría 5 para enlaces de categoría 6) • Latiguillos de calidad deficiente • Conectores defectuosos • Cable defectuoso • Pares divididos • Uso inadecuado de los acopladores • Compresión excesiva provocada por bridas de plástico • Fuente de ruido excesiva, adyacente a la medición
Resultado Pasa inesperado	<ul style="list-style-type: none"> • Los nudos o torceduras no siempre causan fallos de NEXT, sobre todo en un cable en buen estado y alejado de los extremos del enlace • Seleccionada una prueba automática incorrecta (por ej., un enlace de categoría 6 probado por error con los límites de la categoría 5) • "Falla" a baja frecuencia en el gráfico NEXT, pero pasa el límite general de aceptación. Cuando se utilizan los estándares ISO/IEC, la llamada "regla de los 4 dB" indica que los resultados NEXT medidos con una pérdida de inserción menor de 4 dB no pueden dar como resultado un Falla.

Fuente: Fluke Networks.

Tabla 5. Afectaciones por errores por pérdida de retorno.

Pérdida de retorno

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Falla *falla o *pasa	<ul style="list-style-type: none"> • La impedancia del latiguillo no es de 100 ohmios • La manipulación incorrecta del latiguillo causa cambios en la impedancia • Prácticas de instalación (destrenzado o deformaciones en el cable: deben mantenerse, en lo posible, los trenzados originales para cada par) • Cantidad excesiva de cable atascado en la caja de la roseta • Conector defectuoso • La impedancia del cable no es uniforme • El cable no es de 100 ohmios • La impedancia no coincide en la unión entre los cables de conexión o latiguillos y el horizontal • La conexión (ajuste) macho-hembra no es demasiado buena • Se está utilizando un cable de 120 ohmios • Bucles de servicio en el armario de telecomunicaciones • Seleccionada una prueba automática incorrecta • Adaptador de enlace defectuoso
Resultado Pasa inesperado	<ul style="list-style-type: none"> • Los nudos o deformaciones no siempre causan fallos de pérdida de retorno, sobre todo en un cable en buen estado y alejado de los extremos del enlace • Seleccionada una prueba automática incorrecta (más fácil pasar los límites de RL) • "Falla" a baja frecuencia en el gráfico RL, pero pasa el límite general de aceptación. Gracias a la "regla de los 3 dB", por la cual no pueden fallar los resultados de RL medidos con una pérdida de inserción menor de 3 dB

ACR-F y PS ACR-F (anteriormente: ELFEXT y PSELFEXT)

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Falla *falla o *pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Regla general: solucione los problemas de NEXT primero. Así se corrigen, normalmente, los problemas de ACR-F (ELFEXT) • Bucles de servicio con muchos enrollamientos apretados

Fuente: Fluke Networks.

Tabla 6. Afectaciones causadas por errores de resistencia.

Resistencia

Resultado de las comprobaciones	Posible causa del resultado
Falla *falla o *pasa	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud excesiva del cable • Conexión en mal estado debido a contactos oxidados • Conexión en mal estado debido a conductores conectados de forma superficial • Cable de calibre inferior • Tipo de latiguillo incorrecto

Fuente: Fluke Networks.

Basados en el diseño y construcción del primer módulo simulador de fallas se van a generar los espacios para crear nuevos módulos, pero la orientación con los nuevos es que los estudiantes generen fallas las cuales serán sometidas al proceso de certificación por otros estudiantes y de esta manera maximizar la interacción práctica del estudiante con mejores prácticas de instalación.

Posterior a los procesos de instalación se van a generar espacios dentro del desarrollo del proceso de

formación para que los montajes realizados por cada subgrupo de estudiantes sean sometidos a verificación por otros subgrupos, los cuales deben generar como insumo de verificación una lista de chequeo la cual contemple elementos cognoscitivos desde el punto de vista teórico de la norma, elementos de diseño que relacionen espacios físicos y topológicos, técnicas de instalación y elección de materiales, accesorios y herramientas para la instalación final del SCE; con este tipo de espacios se plantea realizar socializaciones

objetivas críticas en las cuales los estudiantes van a colocar en práctica todos los conocimientos adquiridos y podrán recoger por medio de la observación los puntos fuertes utilizados por sus compañeros de clase.

7. Ayudas prácticas para la norma ANSI/TIA-569a

La norma ANSI/TIA-569^a reglamenta cómo se debe manejar el proceso de instalación; si bien la norma ANSI/TIA-568 abarca los requerimientos generales, la ANSI/TIA-569a se concentra en dar la pautas precisas del proceso de instalación desde los puntos de vista arquitectónico y civil, de tal manera que cada uno de los subsistemas que se describen en la ANSI/TIA-568 puedan ser creados de la mejor manera.

El desarrollo de esta ayuda consiste en crear un espacio de trabajo en el cual se puedan realizar prácticas en infraestructura de telecomunicaciones aplicando los requerimientos mínimos que se plantean en las diferentes normas internacionales de las principales industrias como son ANSI, TIA, EIA, IEEE e Icontec para Colombia. Para el desarrollo del proyecto, el SENA asignará un área abierta de aproximadamente 20 m de largo x 10 m de ancho, en la cual se van a instalar los módulos diseñados para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas.

- Se dispondrá de un espacio que será utilizado para simular las instalaciones de los proveedores de servicio de telecomunicaciones y red eléctrica.
- Se dispondrá de un espacio en el cual se pueda crear un subsistema de entrada de servicios que reciba los medios físicos enviados desde el área de proveedores de servicio.
- Se dispondrá de un espacio para creación de un subsistema de cuarto de equipos.
- Se dispondrán varios espacios para la creación de cuartos de telecomunicaciones.
- Se crearán los espacios físicos para que según la norma se pueda instalar un correcto subsistema horizontal.
- Los espacios de los cuartos de telecomunicaciones tendrán la disposición para crear el subsistema vertical; para este caso se debe tener en cuenta que nos vamos a concentrar en la unión de los cuartos de telecomunicaciones por medio fibra óptica, y no se va a disponer de un edificio de varios niveles pero sí se simulará con varios centros de telecomunicaciones.
- Se crearán módulos cerrados de pruebas de funcionamiento en los cuales los estudiantes puedan hacer prácticas de certificación, detección y corrección de fallas; igualmente deben realizar el proceso completo de certificación de sus proyectos de cableado estructurado.

- Estos módulos aplican para cable UTP categoría 5e, 6, 6a, cable coaxial y fibra óptica haciendo en gran énfasis en la norma ANSI/TIA 568 c3 (Componentes para cableado de fibra óptica).
- Se dará un gran énfasis en crear las ayudas físicas que sirvan para crear pisos falsos en los cuartos telecomunicaciones, no se trata de que los estudiantes hagan obra civil dentro de sus prácticas, se trata de entregarles ayudas reales en las cuales ellos solo se dediquen a colocar componentes con base en los requerimientos de la norma y de esta manera puedan comprender más fácilmente la importancia de cada una de las recomendaciones entregadas por la norma.

Canalizaciones

- Se van a crear dos cámaras de inspección para comunicar de forma subterránea el subsistema de entrada de servicios, con el subsistema de cuarto de equipos, para dicha comunicación se van a utilizar cables de fibra óptica, stp y cable eléctrico.
 - *Backbone* aéreos; se va a ubicar un cableado aéreo de fibra óptica para comunicar entrada de servicios y cuarto de equipos, para ello se va a utilizar una mufla para protección de empalmes de fibra óptica en exteriores y será recibido en una caja de muro de fibra óptica en el cuarto de equipos, igualmente se utilizará fibra óptica auto soportada para el tendido del cableado.
 - Canalizaciones montantes horizontales; se utilizará un sistema de escalerilla en el centro principal de telecomunicaciones para ilustrar cómo se debe tender la ruta de salida de los cables principales hacia los demás pisos del edificio.
 - Salas de telecomunicaciones
- Un aspecto importante en el diseño de las salas de telecomunicaciones es la instalación de piso elevado o piso falso, esta ayuda consiste en crear unos módulos de piso falso, los cuales van a ser colocados sobre el piso fijo de las distintas salas de telecomunicaciones. El principal objetivo es poder administrar las reservas de todos los cables que convergen aquí, luego colocar el piso falso para dar la funcionalidad real de la aplicación de un piso falso; es claro tener en cuenta que estos pisos van a quedar creados de tal manera que los estudiantes solo los deberán colocar sobre el piso fijo y nunca deberán hacer labores ajenas a las del tendido de cableado.

Canalizaciones horizontales (subsistema horizontal)

Se utilizará canaleta plástica con todos los accesorios adecuados para una instalación con base en

los requerimientos de la norma (codos, uniones, curvas, pasante de columna, entre otros); en caso de necesitar pasar los muros de lado a lado se utilizarán tubos *conduit* o PVC y de esa manera proteger la integridad de los cables que quedarán incrustados en los muros, es necesario indicar que los cables que pasan serán recibidos nuevamente en canaleta.

Los módulos van a ser diseñados para que cumplan con todas las disposiciones previstas en cada una de las normas para que los estudiantes conozcan en qué consiste cada una de las recomendaciones y los elementos necesarios para poder dar funcionalidad a los proyectos de infraestructura. Los módulos serán didácticos y no van a requerir trabajo de obra civil por parte de las personas que ejecuten las prácticas, solo se deberán ubicar en diferentes lugares, según las necesidades de cada propuesta de diseño para las diferentes prácticas. Teniendo los elementos físicos ubicados, los estudiantes podrán dedicar sus esfuerzos en la instalación de sus proyectos de infraestructura.

8. Resultados esperados

Con la creación de los LabInt se espera que los estudiantes de carreras técnicas, tecnológicas y profesionales relacionadas con telecomunicaciones y redes de datos adquieran las competencias necesarias para comprobar y llevar a la realidad todos los conocimientos adquiridos durante su proceso formativo; igualmente, se espera que los jóvenes egresados sin experiencia laboral no vean minimizados sus conocimientos frente a las personas que ya posean algún tipo de experiencia laboral y puedan optar por un empleo digno y bien remunerado, el cual les ayude a seguir profundizando en su área de interés.

Por el lado de los empresarios, se espera que suban sus niveles de confianza frente a la mano de obra que la academia les entrega, de esta manera se incrementen las contrataciones de egresados jóvenes y que la mano de obra colombiana prime sobre la de los extranjeros.

Posterior a la implementación de algunos procesos de formación piloto que utilicen los LabInt, se han obtenido los siguientes resultados (Tabla 7).

Tabla 7. Comparativa de resultados.

Conocimiento específico	Resultados con formación tradicional	Resultados con el uso de los LabInt
Diseño de sistemas de cableado estructurado	Los aprendices realizan unos buenos diseños pero en ellos no se refleja una solución desde el punto de vista normativo	Los diseños realizados presentan soluciones acordes a los requerimientos mínimos exigidos por cada norma
Reconocimiento de las diferentes normas de infraestructura de telecomunicaciones	En los aprendices se ve reflejado que el estudio conceptual de las normas es solo un componente más de teoría, el cual no asimilan directamente con la ejecución de su trabajo	Los aprendices pueden ver de forma real cuál es la aplicación conceptual de cada uno de los requerimientos de las normas y como se interrelacionan las diferentes normas en el desarrollo de un mismo proyecto, lo que permite una mejor comprensión de todos los componentes normativos
Instalación de sistemas de cableado estructurado	No existe la posibilidad de realizar prácticas de instalación que cumplan con los requerimientos mínimos de la norma, por lo tanto los aprendices no pueden colocar en práctica los conocimientos adquiridos	Los aprendices pueden materializar los diseños que realizan por medio de la instalación de sistemas de cableado estructurado y de esta manera puede llevar a un enfoque práctico los conocimientos adquiridos y comprobar lo que se plantea desde el sustento teórico
Certificación de cableado estructurado	Cuando los procesos de verificación y certificación se explican teóricamente, los aprendices no tienen la capacidad de comprender en qué consisten cada una de las pruebas técnicas que se ejecutan sobre los medios físicos y cómo pueden afectar el desempeño de la red	Al contar con equipos de certificación y sistemas instalados de cableado estructurado, los aprendices pueden evidenciar como la manipulación del cable, las herramientas utilizadas, las diferentes marcas de cable y los componentes de finalización pueden afectar la instalación física y por ende el desempeño de la red.
Documentación del proceso de instalación de la infraestructura física de telecomunicaciones	En este tipo de formación, los aprendices no alcanzan a comprender realmente la dimensión de la importancia de la infraestructura física para soportar los sistemas de telecomunicaciones; por tal motivo, no pueden generar una buena documentación para el mantenimiento de la misma	Las condiciones que se generan son ideales para que los aprendices puedan generar una buena documentación orientada al mantenimiento y sostenibilidad de la infraestructura de tal manera que perdure en el tiempo

Fuente: El autor.

9. Conclusiones

· La formación colombiana en áreas de telecomunicaciones se basa en el estudio intenso de protocolos de comunicación y configuración de dispositivos de *networking*, quedando muy descuidados los conocimientos en normatividad internacional para infraestructura de telecomunicaciones.

· Para llegar a formular procesos de formación con enfoque práctico en infraestructura de telecomunicaciones se necesita contar con espacios, materiales y herramientas que cuenten con los requerimientos y exigencias mínimas propuestos por las normas internacionales y la gran mayoría de las instituciones de educación superior no están dispuestas a invertir en ello.

· Las instituciones de educación superior que ofertan programas relacionados con telecomunicaciones y redes de datos concentran sus procesos formativos en la explicación teórica de los principios de funcionamiento y transmisión de datos, sin tener muy en cuenta la formación práctica que respalde dichos principios.

· La introducción en la formación de los LabInt genera unos mejores resultados en cuanto a apropiación de conocimientos en esta importante área

· La enseñanza práctica es un componente muy importante el cual se debe ir involucrando progresivamente en la formación profesional, pero la formación tradicional debe seguirse impartiendo para la apropiación del sustento teórico.

Referencias

- Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM. (2014). *Reglamento técnico para redes internas de telecomunicaciones RITEL*. Comité consultivo permanente radiocomunicación y radiodifusión.
- Asociación de industrias de las telecomunicaciones TIA. Norma ANSI/TIA/EIA-568C cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales. ANSI/TIA/EIA febrero de 2009.
- Asociación de industrias de las telecomunicaciones TIA. Norma ANSI/TIA/EIA-569 Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones. ANSI/TIA febrero 1998.
- Asociación de industrias de las telecomunicaciones TIA. Norma TIA-607 Tierras y aterramientos para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales. TIA Abril de 2012.
- Comisión de regulación de comunicaciones CRC. (2014). *Reporte de industria TIC*. Disponible en: <http://www.crcm.gov.co>. [Visitada en diciembre de 2016]
- Comisión de regulación de comunicaciones CRC (2013). Resolución 4262 Por la cual se expide el Reglamento Técnico para Redes Internas de Telecomunicaciones -RITEL- que establece las medidas relacionadas con el diseño/construcción y puesta en servicio de las redes internas de telecomunicaciones en la República de Colombia y se dictan otras disposiciones.
- Figueiras A. (2001). *Una panorámica de las telecomunicaciones*. Madrid España. Prentice Hall.
- Furukawa electric, (2013). Inauguración centro de entrenamiento autorizado. Disponible en: <http://www.furukawa.com.br/pe/red-furukawa/noticias/furukawa-inaugura-el-centro-de-entrenamiento-autorizado-en-colombia-949.html>. [Visitada en diciembre de 2016]
- José J. (2013). *Comunicaciones corporativas unificadas, Cableado estructurado*. Montevideo Uruguay. Universidad de la república.
- León, A. (2007). *Qué es la educación*. Educere. Vol.11, núm. 39, pp. 595-604
- Ministerio de educación Nacional MEN. (2014). *Articulación de la educación con el mundo productivo. Aportes para la construcción de currículos pertinentes*. Revolución educativa Colombia aprende. Vol. 21. p. 6-6.
- Ministerio de educación MEN. (2012). *Centro virtual de noticias de la educación*. Disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-299132.html>. [Visitada en diciembre de 2016]
- Ministerio de trabajo (2016). *Grupo de gestión de la política de formación para el trabajo. Sobre la calidad en la formación para el trabajo*. Disponible en: <http://www.mintrabajo.gov.co/movilidad-y-formacion-para-el-trabajo/abc-formacion.html>. [Visitada en diciembre de 2016]