



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**Facultad de Ingeniería**

---

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN REALIDAD  
VIRTUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE CABLEADO  
ESTRUCTURADO.”**

---

Que para obtener el título de:

Ingeniero en computación.

Presenta:

Genaro Andrés Garrido Lazcano

Director de tesis: Ing. Noé Cruz Marín

Codirector de tesis: Ing. Emmanuel Hernández Hernández

México, D.F. Junio de 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional Autónoma de México  
DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN REALIDAD VIRTUAL  
PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

---

Dedico esta tesis:  
A mis padres y a mi hermano que me  
impulsan a tratar de ser mejor cada día.



## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Noé Cruz Marín

Por su dirección, paciencia y valiosos consejos que me permitieron alcanzar los objetivos de esta tesis.

Al Ing. Emmanuel Hernández Hernández

Por su cotutoría, por su tiempo, y por sus valiosas asesorías en el desarrollo de esta tesis así como del sistema Vecsim.

Al Ing. Alberto Templos Carbajal, a la Ing. María del Rosario Barragán Paz y a la M.C. María Jaquelina López Barrientos por su valiosa asesoría y comentarios.

En especial a mis padres y hermano de los cuales siempre recibí su apoyo y estuvieron conmigo en todo momento.

Finalmente a todas aquellas personas, colegas y amigos que me brindaron su apoyo siempre. A Daniel, Dianko, Alejandro, Sergio, Renato, Sebastián, Gustavo, Elena, Irma y a mis profesoras de japonés Yumiko Hoshino y Martha Patricia González, muchas gracias.



DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
OBJETIVOS	2
MÉTODO	4
INTRODUCCIÓN	6
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>
1.1 Redes LAN	10
1.1.1 Elementos de una red	11
1.2 Topologías	17
1.2.1 Bus	18
1.2.2 Anillo	18
1.2.3 Estrella	19
1.2.4 Árbol	20
1.2.5 Malla	21
1.2.6 Híbrida	22
1.3 Medios de transmisión	23



1.3.1 Medios guiados	24
1.3.2 Medios no guiados	26
1.4 Sistemas de cableado estructurado	27
1.5 Estándar ANSI/EIA/TIA 568	33
1.5.1 Subsistema de cableado horizontal	34
1.5.2 Subsistema de cableado vertical	39
1.5.3 Subsistema de área de trabajo	42
1.5.4 Subsistema de cuarto de telecomunicaciones	44
1.5.5 Subsistema de cuarto de equipo	46
1.5.6 Subsistema de entrada al edificio	49
1.6 Estándar ANSI/EIA/TIA 569	51
1.7 Estándar ANSI/EIA/TIA 606	64
1.8 Estándar ANSI/EIA/TIA 607	69

## **CAPÍTULO II** REALIDAD VIRTUAL

2.1 Definición de realidad virtual	74
2.2 Objetivos de la realidad virtual	74
2.3 Clasificación de la realidad virtual	75
2.3.1 Sistemas inmersivos	75
2.3.2 Sistemas semi-inmersivos	76
2.3.3 Sistemas no inmersivos	76



2.4 Áreas de aplicación	77
2.4.1 Física	77
2.4.2 Ingeniería	79
2.4.3 Medicina	81
2.4.4 Arte	82
2.4.5 Arquitectura	83
2.5 Dispositivos de entrada y salida	84

### **CAPÍTULO III** DESARROLLO DEL SISTEMA

3.1 Diseño del sistema	88
3.1.1 Método de desarrollo	88
3.1.2 Identificación de requerimientos	90
3.2 Especificaciones del sistema	91
3.3 Herramientas de desarrollo	96
3.4 Programación del sistema	98
3.4.1 Arquitectura del sistema	98
3.4.2 Módulos del sistema	99
3.4.3 Funcionamiento del sistema	102



## **CAPÍTULO IV** ELABORACIÓN DE UNA PRÁCTICA: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CABLEADO

### ESTRUCTURADO CON EL SIMULADOR VECSIM”

4.1 Objetivo	106
4.2 Introducción	106
4.3 Requerimientos	107
4.4 Desarrollo de la práctica	107
4.5 Cuestionario	158
4.6 Cuestionario previo	159
CONCLUSIONES	160
APÉNDICE A. GLOSARIO	163
BIBLIOGRAFÍA	167



# Definición del problema

En la actualidad la infraestructura de cableado de toda organización es el cimiento de la funcionalidad y eficiencia de los servicios de red en los que se apoya. Un sistema de cableado estructurado facilita el diseño y mantenimiento de redes con la consiguiente reducción de costos y la factibilidad de migración a otras topologías de red. Los métodos usados en el diseño de esos sistemas se basan en normas que regulan las características del cableado. La labor del Ingeniero en computación en el área de redes de computadoras requiere de conocimientos sólidos y comprensión de los conceptos relacionados con el diseño de sistemas de cableado, sin embargo, la formación de los alumnos de Ingeniería en computación se ve limitada al contar con pocas oportunidades de poner en práctica lo aprendido. El “*laboratorio de Redes y Seguridad*” actualmente no cuenta con una herramienta de software que facilite el entendimiento de los estándares de cableado existentes.

Se necesita un medio que le permita al alumno desarrollar las habilidades necesarias en el diseño de sistemas de cableado estructurado, propiciando la comprensión de las normas involucradas y la verificación de los conocimientos adquiridos en clase.



### **Objetivo General:**

Desarrollar un sistema para el apoyo a la asignatura Redes de Datos del nuevo plan de estudios 2005, que permita al alumno, conocer y familiarizarse con los estándares y normas para el diseño de sistemas de cableado estructurado, haciendo uso de las ventajas que proporciona la graficación por computadora.

### **Objetivos Específicos:**

- Proporcionar a los alumnos de la asignatura Redes de Datos una herramienta de aprendizaje accesible y fácil de usar.
- Desarrollar una práctica para el laboratorio de Redes y Seguridad.
- Familiarizar al alumno con las características y uso del equipo existente para la implementación de sistemas de cableado estructurado.



- Propiciar en el alumno el desarrollo de habilidades para el diseño correcto y óptimo de sistemas de cableado estructurado.
- Facilitar el análisis y desarrollo de proyectos de implementación de redes de computadoras.



Se desarrollará un sistema que permita realizar la implementación de sistemas de cableado estructurado en un espacio de oficinas construidas en un ambiente tridimensional de realidad virtual no inmersiva. El sistema contará con la capacidad de verificar las normas correspondientes a los elementos de cableado utilizados. Los componentes virtuales de equipo pasivo y activo podrán manipularse libremente de modo que el usuario pueda conocer todas sus características y obtener información relevante sobre sus funciones.

Para el desarrollo de este sistema se empleará el modelo de ciclo de vida de prototipos, debido a que de este modo se facilita la obtención y validación de los requerimientos del sistema, manteniendo disponibles las opciones para su implementación. Esta metodología se complementará con el paradigma de Programación Orientada a Objetos, con esto se obtendrán las ventajas de un diseño modular, haciendo más factibles futuras expansiones para incrementar la funcionalidad del sistema. Se utilizará la librería gráfica OpenGL, ya que se trata de una herramienta de software libre multiplataforma, cuyas características marcan



uno de los estándares de la industria, y que permite la portabilidad con cambios mínimos al sistema para su ejecución en distintas arquitecturas y soportes gráficos.



# Introducción

Actualmente el éxito de toda empresa o institución depende en gran parte de la funcionalidad y rentabilidad de los sistemas informáticos con que cuenta para el desarrollo de sus actividades. La importancia de un manejo seguro, oportuno y eficaz de la información así como el uso cada vez mas extendido de aplicaciones como Internet, transmisión de video, sistemas de voz sobre IP, automatización para edificios inteligentes y sistemas de control de acceso y de incendio, entre otros, origina la necesidad de contar con un sistema que haga posible el acceso a la información de modo mas rápido y que permita proveer a los negocios de comunicaciones de voz y datos por un medio que integre todas las necesidades de conectividad de la organización y soporte un gran número de aplicaciones con buenos resultados en la relación entre costo y beneficios.

Un sistema de cableado estructurado puede proporcionar soluciones a las necesidades de comunicación de una organización. Estos sistemas de cableado pueden soportar múltiples ambientes de cómputo y aplicaciones, simplificar las tareas de administración, ahorrar costos y permitir la migración transparente a nuevas tecnologías y topologías sin necesidad de realizar costosas actualizaciones en la infraestructura de comunicaciones.



Un sistema de cableado estructurado es una forma planeada y ordenada de implementar la infraestructura de cable que permite la conexión de equipo de cómputo, teléfonos, conmutadores, equipo de procesamiento y sistemas de control de calefacción, ventilación, iluminación, etc.

Los sistemas de cableado estructurado se deben implementar con base en una arquitectura de sistemas abiertos que soporte aplicaciones basadas en estándares que garanticen el correcto funcionamiento de aplicaciones de telecomunicaciones en un lapso no menor a diez años. Los estándares establecen el cable, hardware, equipo, diseño y prácticas requeridas para la instalación física de un sistema de cableado estructurado.

La asignatura Redes de Datos del nuevo plan de estudios 2005 de la carrera Ingeniería en Computación cuenta con un laboratorio en el que el alumno puede comprobar los conocimientos teóricos adquiridos en clase, sin embargo no cuenta aún con una herramienta que facilite el aprendizaje de los estándares de cableado estructurado y que le permita al alumno familiarizarse con el equipo utilizado en la implementación de estos sistemas. Un sistema de gráficas generadas por computadora puede ofrecer soluciones a este problema.

La realidad virtual se ha convertido en una herramienta de apoyo en muchas áreas, ya que sus características brindan beneficios que facilitan la comprensión de la información mediante su simulación tridimensional. En diversos ámbitos los



procesos se hacen más asimilables al ser apoyados con representaciones gráficas. Esto ha dado lugar al uso de las gráficas por computadora como instrumentos de ayuda educativa, que por medio de sistemas físicos generados por computadora, ayudan a los alumnos a comprender conceptos y características de operación de sistemas.

Un sistema de realidad virtual proporciona enormes ventajas al permitir la creación de espacios ficticios para realizar pruebas, con el beneficio de la reducción de costos y tiempo que implicaría el análisis y la implementación directa en un espacio físico real.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema basado en realidad virtual que facilita al alumno la comprensión de los conceptos y normas involucradas en el diseño de sistemas de cableado estructurado, por medio de la manipulación de equipo pasivo y activo de redes en un espacio virtual tridimensional.



Capítulo I

# Marco Teórico



## **1.1 Redes LAN**

Una red LAN (Local Area Network) es un medio de transmisión de datos compartido, conformado por una infraestructura de software y hardware que permite conectar estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos en una zona geográfica limitada, generalmente dentro de un sólo edificio, recinto, o campus de pocos kilómetros de extensión. Se usan para compartir recursos físicos y lógicos e intercambiar información.

Las LAN son redes de datos con pocos errores y con altas velocidades de transmisión de datos en distancias relativamente cortas. Debido a que usan un medio compartido, cuentan con mecanismos que regulan el acceso al medio de forma eficiente y rápida.

Una red de área local permite compartir bases de datos y programas (eliminando la redundancia de datos y software), además de periféricos como impresoras y escáneres. Brinda la ventaja de realizar procesos distribuidos al distribuir las tareas en distintos nodos para la posterior integración de los procesos y datos de cada uno de los usuarios en un sistema de trabajo corporativo. La centralización de información y procedimientos facilita la gestión de equipos.



Las principales características de una red LAN son:

- Utiliza tecnología de difusión *broadcast* con el medio compartido.
- Tiene una velocidad de operación entre 1 Mbps y 1 Gbps.
- Utiliza un medio de transmisión simple (coaxial, UTP, fibra óptica).
- Posee una gran variedad y número de dispositivos conectados.
- Proporciona la posibilidad de conexión a otras redes.

### **1.1.1 Elementos de una red**

Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. A los dispositivos de hardware que se conectan en un segmento de red se les llama *hosts*. Estos incluyen estaciones de trabajo, servidores, impresoras y escáneres además de otros dispositivos. En el software se encuentra el sistema operativo de red (*Network Operating System, NOS*).

#### **Estación de trabajo:**

Cada computadora que se conecta a la red puede funcionar de manera independiente realizando sus propios procesos, pero con la capacidad de tener a su disposición los recursos y servicios contenidos en el servidor de la red. Una estación de trabajo no comparte sus recursos individuales con otras computadoras. Para realizar el enlace con la red, la computadora utiliza un programa de comunicaciones especial.



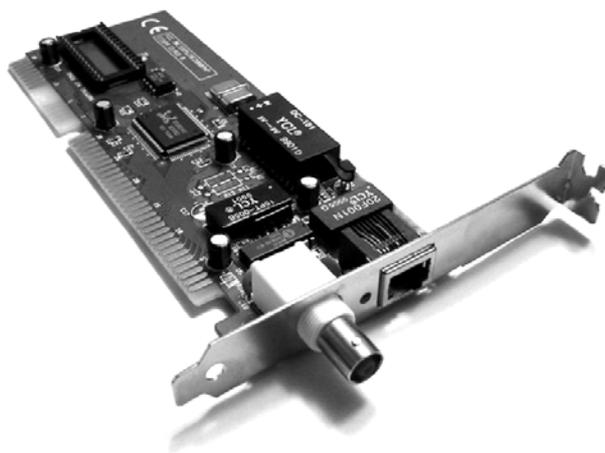
### **Servidor:**

Es aquella computadora capaz de compartir sus recursos de hardware y software con los demás equipos de la red. Los recursos que se comparten pueden incluir unidades de disco, directorios en disco duro, archivos e impresoras. En función del recurso que comparten, los servidores se dividen en: servidores de disco dedicados y no dedicados, servidores de archivos centralizados, distribuidos, dedicados y no dedicados, servidores de archivos en redes punto a punto, servidores de impresión y servidores de comunicaciones.

### **Tarjeta de Interfaz de Red:**

Para establecer el acceso del *host* al medio, este debe tener instalada una tarjeta de interfaz de red (*Network Interface Card*, NIC). Físicamente es una tarjeta de circuito como la que se muestra en la figura 1.1, que se inserta en una ranura de expansión ISA o PCMCIA de la placa madre de una computadora. La NIC contiene grabados los protocolos de comunicación de la red. Traduce la información producida por la computadora, convirtiéndola en un formato adecuado para enviarla por el cable a otra tarjeta de interfase de la red local.

La selección de una NIC depende de la arquitectura de la red, el sistema operativo, el tipo de medio, la velocidad de transferencia de datos y los tipos de bus disponibles.



**Figura 1.1.** Tarjeta de Interfaz de Red (NIC).

Las funciones de la NIC son las siguientes:

- Comunicaciones de *host* a tarjeta.
- *Buffering*.
- Formación de paquetes.
- Conversión serial a paralelo.
- Codificación y decodificación.
- Acceso al cable.
- Saludo.
- Transmisión y recepción.



### **El medio:**

La función del medio es transportar el flujo de información en forma de bits, a través de la red. Está constituido por el cableado y los conectores que enlazan los componentes de red. El sistema de cableado conecta las estaciones individuales de trabajo con los servidores y periféricos. Los medios físicos mas utilizados son el cable coaxial, el cable de par trenzado y la fibra óptica. Algunas de las posibles ventajas o desventajas dependiendo del tipo de medio son:

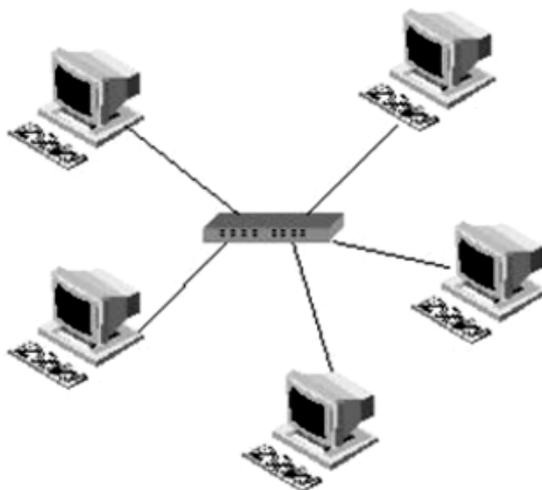
- Costo.
- Facilidad de instalación.
- Longitud máxima del cable.

### **Equipo de conectividad:**

Una de las desventajas del tipo de medio utilizado, particularmente el cable de par trenzado, es la longitud de este. Si se necesita extender la red mas allá del límite de 100 metros de longitud máxima para este tipo de medio, se deben usar dispositivos especialmente diseñados para ese fin. Cada uno tiene un propósito específico y se clasifican en los siguientes:

- **Repetidores:** El propósito de un repetidor es extender la longitud de la red, para lo cual regenera y reenvía las señales de red a nivel de bits para que estas puedan viajar mayores distancias a través del medio. Los repetidores actúan únicamente a nivel de bits y no consideran ninguna otra información, por lo que no tienen la capacidad de filtrar el tráfico.

- **Hubs:** Se emplea el término *hub* en lugar de repetidor cuando el dispositivo funciona como nodo central de conexión para nodos de red dispuestos en una topología física de estrella como se muestra en la figura 1.2. Un *hub* realiza una operación de concentración, en la que regenera y reenvía señales de red a nivel de bits con un gran número de *hosts*. Un *hub* también se conoce como repetidor multipuerto ya que sus funciones son similares a las de los repetidores, y al igual que estos no pueden filtrar el tráfico de red y tampoco determinar la mejor ruta.



**Figura 1.2.** *Hub* como punto de concentración de la red en una topología en estrella.

- **Puentes:** Es un dispositivo que conecta dos segmentos LAN entre sí para crear lo que aparenta ser una sola LAN. Un puente puede filtrar el tráfico de la LAN permitiendo la conectividad con otros segmentos. Esto lo logra obteniendo información de la lista de direcciones MAC obtenidas de la NIC



de los equipos en la red. Los puentes dividen dominios de colisión, permitiendo que más de un dispositivo pueda transmitir simultáneamente sin producir una colisión.

- **Switches:** A veces son llamados puentes multipuerto. Un *switch* concentra la conectividad mientras crea una transmisión de datos más eficiente, conmutando las tramas de los puertos entrantes a los puertos salientes, dando a cada uno un ancho de banda completo. Los datos se conmutan fuera del puerto al que el *host* está conectado. Como se puede apreciar en la figura 1.3 un *switch* dispone de varios puertos de conexión, ya que parte de su función consiste en concentrar la conectividad.



**Figura 1.3.** *Switch* de 24 puertos.

- **Routers:** Los *routers* pueden regular el tráfico de la red basándose en las direcciones de red, resolviendo el problema de tráfico excesivo en la transmisión. Examinan los paquetes entrantes, eligen la mejor ruta en la red y los conmutan al mejor puerto de salida. Pueden conectar diferentes tecnologías de redes como Ethernet, Token Ring y FDDI.



- **Gateways:** Un *gateway* permite la comunicación entre nodos que pertenecen a tipos diferentes de redes o entre dispositivos de arquitecturas distintas como una terminal IBM con una Macintosh.

### **Sistema operativo de red:**

En un servidor se ejecuta un sistema operativo de red que administra y coordina todas las operaciones de la red. El sistema operativo es el que controla las impresoras. Los servicios que realiza el sistema operativo de red son: soporte para archivos, comunicaciones y servicios para el soporte de equipo.

## **1.2 Topologías**

La topología define la estructura física y geométrica que se le dará a la instalación de una red. Una parte de su definición es la topología física, que es la disposición real del cableado. La otra parte es la topología lógica, que define como los *hosts* acceden a los medios para enviar datos. La topología física que se usa normalmente es la de bus, anillo, estrella, estrella extendida, jerárquica y de malla.

Con la topología se intentan dos cosas:

- La instalación ordenada de terminales y cables de enlace.
- Reducir al mínimo los costos de instalación.



### 1.2.1 Bus

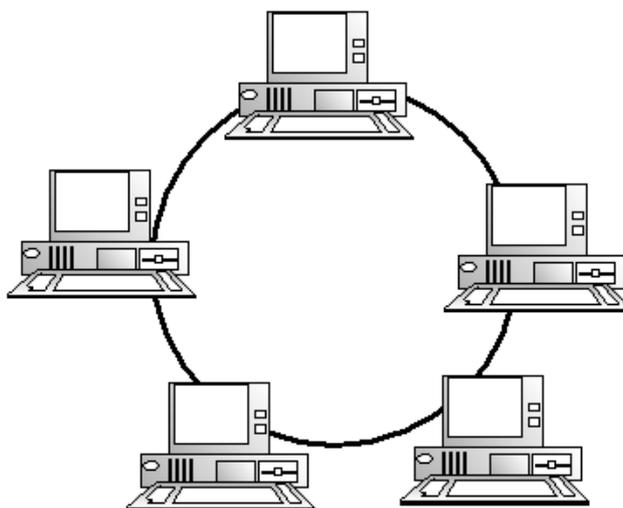
Esta topología usa un único cable llamado bus o *backbone* al cual se conectan directamente todos los *hosts* de la red. Los dispositivos se conectan al medio utilizando generalmente un conector en T. Se utilizan terminadores en los extremos del cable. La implementación de una red en bus es sencilla y económica, sin embargo tiene el inconveniente de que si el cable falla en cualquier punto toda la red se ve afectada.



Figura 1.4. Topología de bus.

### 1.2.2 Anillo

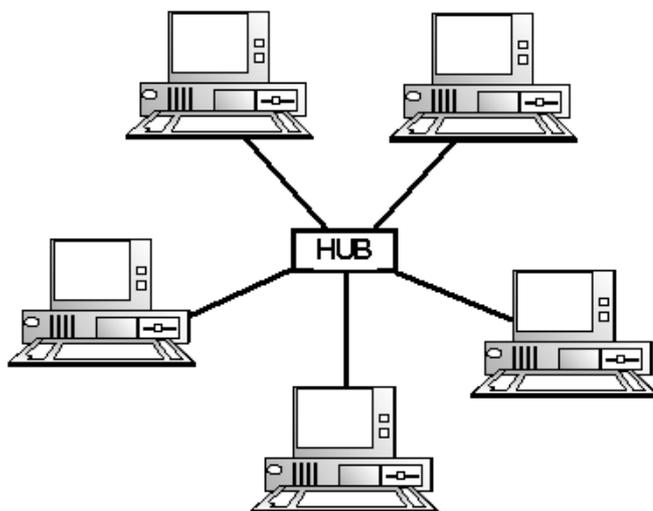
En esta se crea un anillo físico de cable al cual se conectan los *hosts*; cada uno con el siguiente y el último con el primero. Los paquetes de datos que circulan por el anillo lo hacen en un solo sentido. Para recibir los mensajes que se transmiten por el medio se debe conocer la dirección que permita identificar la terminal de destino. En este tipo de red una falla en algún punto del cable afecta a todas las estaciones, por lo que se han desarrollado sistemas de anillo doble.



**Figura 1.5.** Topología de anillo.

### 1.2.3 Estrella

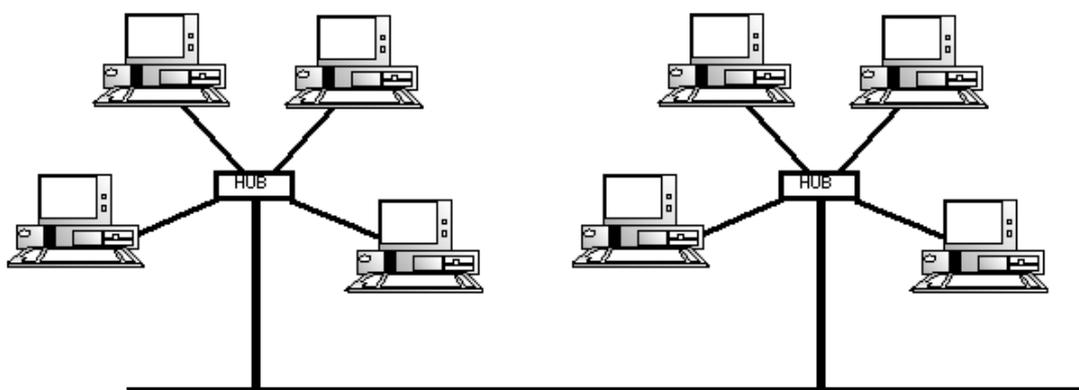
Todas las terminales se conectan a un nodo central reduciendo la posibilidad de fallas. Las terminales se comunican entre si por medio del nodo central, el cual reenvía todas las transmisiones recibidas de cualquier nodo periférico a todos los demás nodos en la red. Cada estación tiene su propio cable dedicado, por lo que una falla en algún cable o terminal solo afectaría a ese nodo, mientras que los demás permanecerían intactos.



**Figura 1.6.** Topología de estrella.

### 1.2.3 Árbol

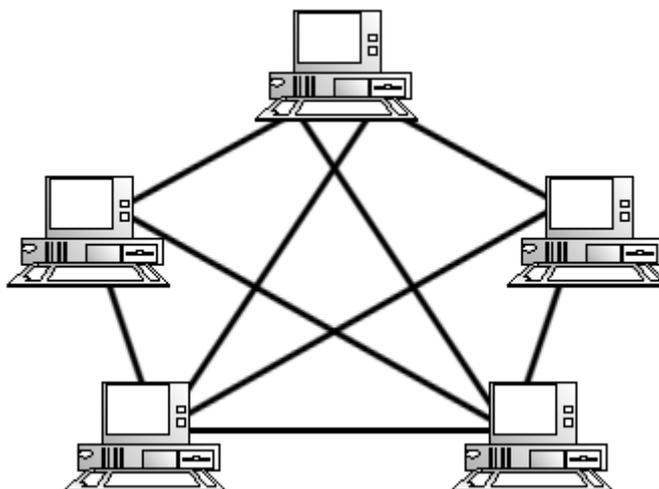
También llamada de estrella extendida o jerárquica, consiste en una colección de redes en topología de estrella ordenadas de manera jerárquica. En este tipo de redes las funciones del nodo central se pueden distribuir. Cada sección opera por medio de un *hub*, el cual se conecta a un bus, formando un árbol de nodos. Si uno de los nodos terminales de una sección, llamado nodo hoja, queda aislado por una falla en su conexión al nodo central, los demás nodos del segmento no se ven afectados, pero si se produce una falla en un nodo no hoja, la sección entera quedara aislada.



**Figura 1.7.** Topología de árbol.

### 1.2.3 Malla

Se utiliza en redes grandes en las cuales se debe proporcionar una mayor protección para evitar la interrupción del servicio. En esta topología existen al menos dos nodos con dos o más caminos entre ellos. Cada *host* tiene sus propias conexiones con los demás *hosts*. La naturaleza descentralizada de este tipo de redes las hace muy útiles y seguras al existir varios caminos por los que los datos pueden viajar, sin embargo el número de caminos arbitrarios que existen dificulta su diseño e implementación y se eleva su costo de instalación. Su principal aplicación se encuentra en el área militar.



**Figura 1.8.** Topología de malla.

### 1.2.3 Híbrida

Se utiliza una combinación de dos o más topologías de red. Se implementa debido a la complejidad de la solución de red o al aumento en el número de dispositivos. El costo de este tipo de redes es alto debido a la complejidad de su administración y mantenimiento, que requiere de equipo de conectividad adicional ya que se cuenta con segmentos de diferentes tipos.

Las combinaciones más comunes son: red de estrella en anillo y red de estrella en bus.



## **1.3 Medios de transmisión**

El medio de transmisión lo constituye el soporte físico a través del cual se envían datos por la red. Cualquier medio físico o no, se puede utilizar como medio de transmisión en redes LAN si es capaz de transportar información en forma de señales electromagnéticas. En virtud de esto, existen dos tipos de medios: guiados y no guiados. Los medios guiados conducen las señales a través de un camino físico, como el cable coaxial, el cable de par trenzado o la fibra óptica. Los medios no guiados dan soporte para la transmisión de las ondas electromagnéticas por el aire o el vacío.

La elección del medio determina las características y la calidad de la transmisión entre los distintos nodos que componen la red. Las técnicas más comunes para efectuar la transmisión por el medio son la banda base y la banda ancha.

- **Transmisión en banda base:** la señal que se transmite no es modulada, se propaga por el cable sin necesidad de modificarla para la transmisión. El costo del equipo de transmisión es mas bajo dada su simplicidad.
- **Transmisión en banda ancha:** la señal es modulada antes de transmitirse por el medio. Con una señal portadora se pueden transmitir varios canales por el mismo cable. Cada canal se modula a una frecuencia distinta. El costo del equipo de transmisión es más alto.



### 1.3.1 Medios guiados

También son conocidos como medios de transmisión por cable. Son aquellos que utilizan componentes físicos y sólidos para transmitir los datos.

Algunos medios de transmisión guiados son:

- **Cable Coaxial:** Consta de dos conductores concéntricos separados por un dieléctrico y protegidos por un aislante exterior. Este tipo de conductor se puede utilizar en distancias largas, con buenas velocidades de transmisión y baja susceptibilidad a interferencias. Se emplea ampliamente en redes de área local y telefonía a larga distancia. Sin embargo su puede presentar atenuación y ruido de intermodulación, lo que hace necesario el uso de repetidores. Hay dos tipos de cable coaxial: cable fino (*thinnet*), y grueso (*thicknet*).

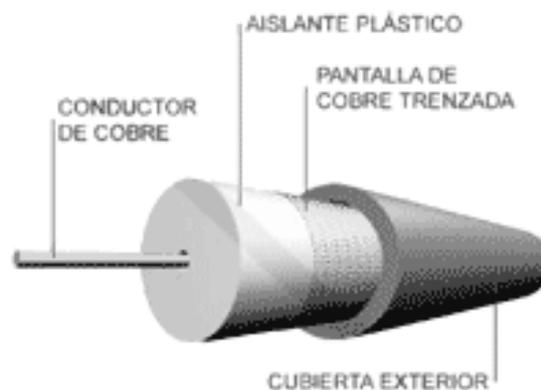
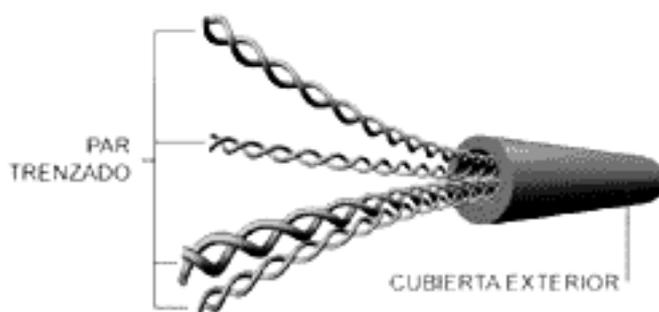


Figura 1.9. Cable coaxial.

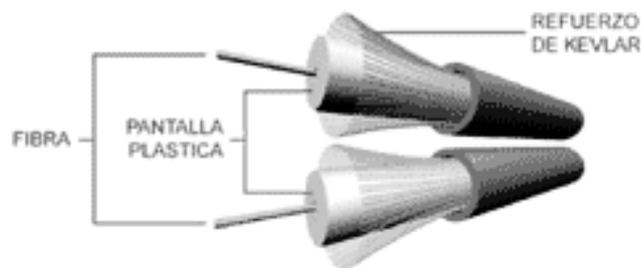
- **Par trenzado:** Esta formado por dos hilos de cobre protegidos por un aislante, trenzados entre si de manera helicoidal. El propósito del trenzado del cable es reducir la interferencia eléctrica de los pares que se encuentran a su alrededor. Es un medio de transmisión económico y fácil de instalar, su ancho de banda depende de la categoría del cable y de la distancia que recorre. Tiene la desventaja de presentar gran atenuación en la señal a medida que aumenta la distancia. Este tipo de cable habitualmente contiene 1, 2 ó 4 pares de hilos.



**Figura 1.10.** Par trenzado.

- **Fibra óptica:** Es un cable con tres secciones concéntricas. El núcleo está compuesto por una o más fibras de cristal o plástico. Cada una de estas fibras cuenta con un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas diferentes a las del núcleo. La capa exterior que recubre el conjunto de fibras es de un material opaco. En este medio las señales se transmiten por medio de impulsos luminosos que pueden recorrer grandes distancias.

Por esta característica es inmune a interferencias electromagnéticas y puede transmitir gran cantidad de información a una alta velocidad. El sistema de transmisión que permite enviar datos a través de la fibra óptica usa un láser como fuente luminosa, lo que eleva el costo del equipo requerido así como el de mantenimiento.



**Figura 1.11.** Fibra óptica.

### 1.3.1 Medios no guiados

No utilizan cables. La transmisión se realiza por medio de antenas que propagan la señal de modo omnidireccional o direccional si están alineadas.

Los medios de transmisión no guiados más comunes son:

- **Radio enlace:** Se usa como medio de transmisión la atmósfera, por donde los datos son transportados por medio de ondas electromagnéticas. Se requieren una estación emisora y una receptora, además de repetidores



intermedios. Las ondas que se propagan por la antena siguen dos trayectorias; una parte de la onda se desplaza cerca del suelo, la otra parte se propaga hacia arriba y fuera de la antena. Existen varios tipos de radio enlaces, como los enlaces de onda corta, los sistemas terrestres de microondas y sistemas basados en satélites de comunicaciones.

- **Microondas:** Los datos se transmiten en forma digital a través de ondas electromagnéticas de muy corta longitud que se propagan en el espacio aéreo. Debido al rango de frecuencias en el que operan, 1 a 10 GHz, las microondas son muy direccionales por lo que se emplean cuando existe una línea visual que une al emisor y al receptor. En este medio se pueden direccionar múltiples canales a múltiples estaciones en un enlace, o establecerse enlaces punto a punto. Existe el riesgo de pérdida de datos por atenuación o interferencias, ya que son muy sensibles a las condiciones atmosféricas.

## **1.4 Sistemas de cableado estructurado**

Es la infraestructura de medios físicos destinada a transportar en un área limitada las señales que envía un emisor hasta el correspondiente receptor. Físicamente es una red de cable única y completa con un largo tiempo de vida útil, flexible, que soporta cambios y crecimiento a futuro y cumple con ciertas normas locales o internacionales. El diseño de esta infraestructura está planeado para maximizar la velocidad, eficiencia y seguridad de una red.



La necesidad de contar con plataformas de comunicaciones más robustas y con mayores prestaciones ha impulsado el uso de mayores velocidades de transmisión en el equipo activo de redes. Esta situación requiere una mayor capacidad de transmisión de información en el equipo pasivo de la red, que es la infraestructura de cableado estructurado.

El diseño del sistema de cableado estructurado corresponde al de una arquitectura abierta ya que es independiente de la información que se transmite a través de él. De este modo es posible disponer de cualquier servicio de datos, voz, video, audio, seguridad, control y monitoreo.

Las características de un sistema de cableado estructurado son:

- Permite un manejo integrado, desde la etapa de planeación, de las señales y servicios que se tendrán disponibles.
- Ofrece una solución integrada y modular mediante la distribución organizada del cableado.
- Utiliza una topología de red tipo estrella por el alto grado de confiabilidad y seguridad en su funcionamiento.
- La configuración de una terminal en particular se realiza desde un nodo central sin que las demás terminales se vean involucradas.
- Facilidad en la incorporación de nuevos sistemas con mayor demanda de velocidad y ancho de banda.

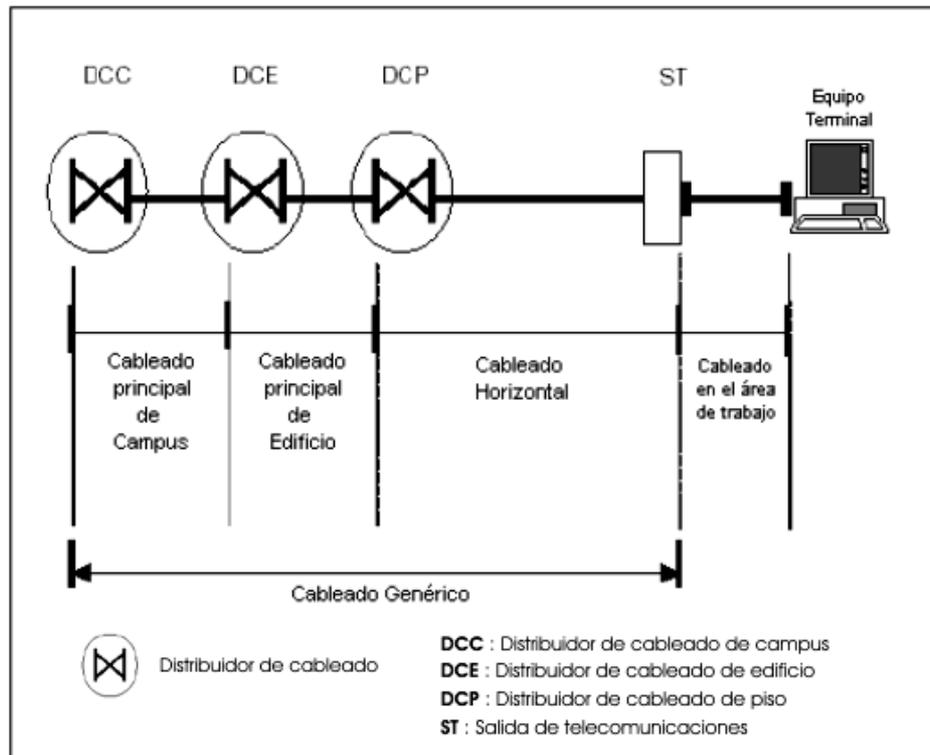


- Facilidad en la incorporación, traslado o reubicación de usuarios.
- La detección y corrección de fallas se puede hacer a nivel centralizado.
- Esta diseñado para una vida útil superior a los diez años.

Los principales elementos funcionales que se encuentran en un sistema de cableado estructurado genérico son:

- Distribuidor de cableado de *Campus* (DCC).
- Cableado principal de *Campus*.
- Distribuidor de cableado de edificio (DCE).
- Cableado principal de edificio.
- Distribuidor de cableado de piso (DCP).
- Cableado horizontal.
- Salida de telecomunicaciones.

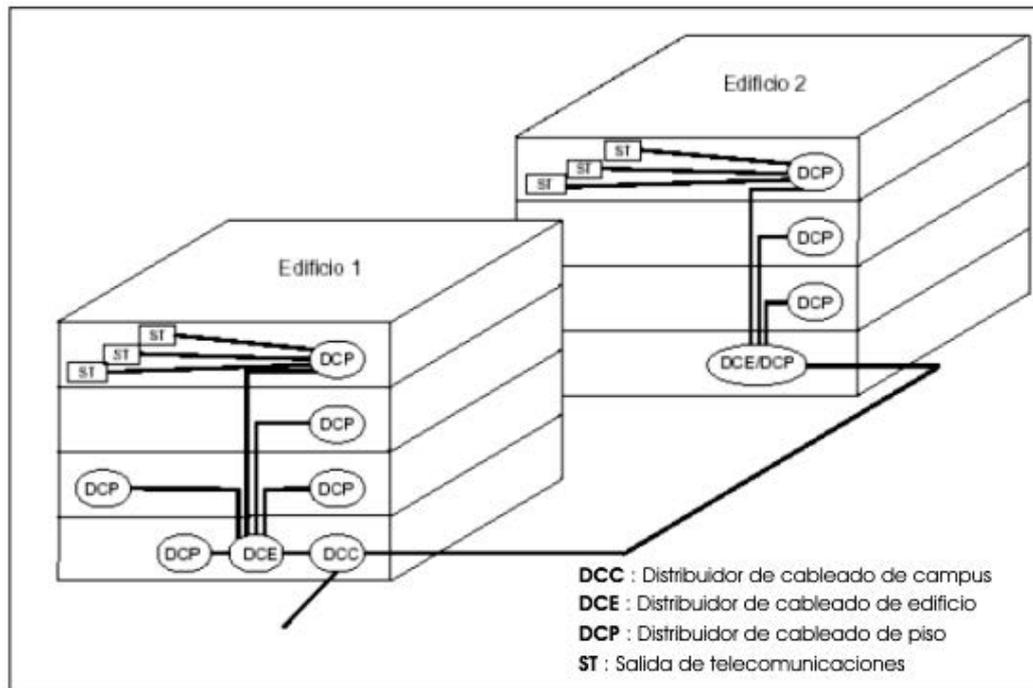
El cableado genérico está conformado por el cableado principal de *Campus*, cableado principal de edificio y cableado horizontal, que interconectados entre sí forman una estructura de cableado genérico de telecomunicaciones.



**Figura 1.12.** Elementos funcionales de un sistema de cableado estructurado.

El sistema de cableado estructurado genérico en un edificio o *Campus* debe tener una topología de estrella jerárquica, en la que la cantidad y tipo de subsistemas de cableado que se contemplan en el diseño de la estructura depende de las características y tamaño de estos así como de los requerimientos del usuario.

La topología de estrella jerárquica ofrece una gran flexibilidad a la estructura de cableado para adaptarse a diversas aplicaciones. El sistema de cableado genérico también puede soportar aplicaciones redundantes mediante conexiones directas entre los distribuidores de cableado de piso y de edificio.



**Figura 1.13.** Topología de un sistema de cableado genérico.

En 2004, la entidad reguladora de la industria del cableado, BICSI (*Building Industry Consulting Service International*), modificó el concepto de cableado estructurado, denominándolo **Sistema de Transporte de Información**.

Un sistema de transporte de información es más que un sistema genérico para el transporte de cualquier información, no solo contempla el envío de paquetes de voz y datos, incluye también la transmisión de video, aplicaciones e imágenes a través de un mismo cable, por lo que se emplean además otro tipo de componentes como señalizaciones, sistemas cortafuego y de seguridad.



El Instituto Americano Nacional de Estándares (*American National Standards Institute, ANSI*), la Asociación de Industrias Electrónicas (*Electronic Industries Association, EIA*) y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (*Telecommunications Industry Association, TIA*) publican de manera conjunta estándares para la manufactura e instalación de equipo electrónico y sistemas de telecomunicaciones. Algunos de esos estándares especifican el hardware, el diseño y las prácticas de instalación requeridas para los sistemas de cableado de telecomunicaciones en edificios.

Los principales estándares que se refieren al cableado de telecomunicaciones en edificios son:

- **ANSI/EIA/TIA 568-A:** Alambrado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.
- **ANSI/EIA/TIA 569:** Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.
- **ANSI/EIA/TIA 606:** Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.
- **ANSI/EIA/TIA 607:** Requerimientos de Puesta a Tierra y Punteado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.



## **1.5 Estándar ANSI/EIA/TIA 568**

Especifica un sistema genérico de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales que soporta un ambiente de productos y fabricantes múltiples. Esta norma permite la planeación e instalación de cableado en edificios comerciales contando con poca información de los productos de telecomunicaciones que serán instalados posteriormente. Especifica los requerimientos mínimos del cableado de espacios de oficinas, incluyendo salidas y conectores, para que soporte distintos tipos de edificios y aplicaciones de usuario, así como los parámetros de medios de comunicación que determinan el rendimiento. La vida útil de los sistemas de cableado de telecomunicaciones que especifica esta norma debe ser mayor a diez años.

Esta norma determina los criterios técnicos y de desempeño para varias configuraciones de sistemas de cableado. Establece que un sistema de cableado estructurado consta de seis subsistemas funcionales:

- Subsistema de cableado horizontal.
- Subsistema de cableado vertical (*backbone*).
- Subsistema de área de trabajo.
- Subsistema de cuarto de telecomunicaciones.
- Subsistema de cuarto de equipos.
- Subsistema de entrada de servicios.

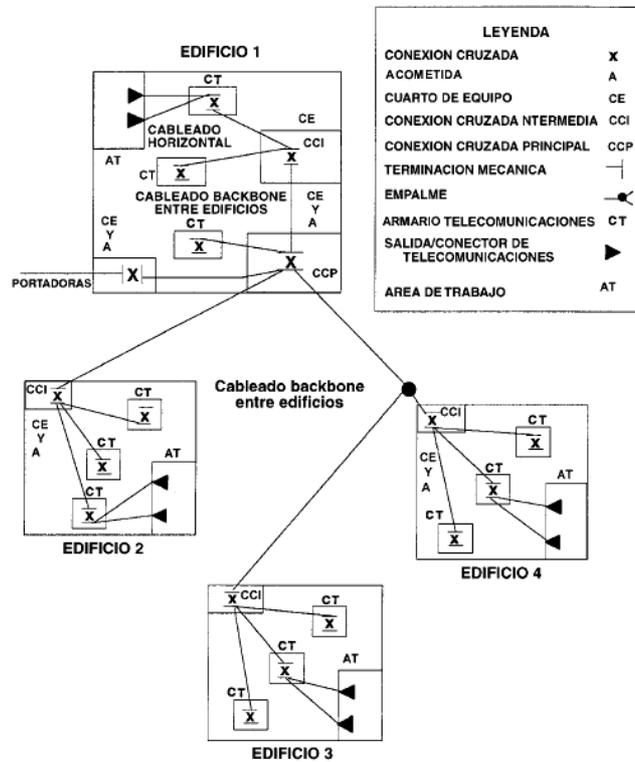


Figura 1.14. Sistema de cableado de telecomunicaciones típico.

### 1.5.1 Subsistema de cableado horizontal

Es la porción del cableado que conecta cada salida en el área de trabajo a la conexión cruzada horizontal en el armario de telecomunicaciones. Está formado por los cables horizontales, las salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica y los puentes en el armario de telecomunicaciones, así como las rutas y espacios horizontales que soportan el medio o cableado horizontal.



El diseño del sistema de cableado horizontal considera los siguientes servicios y sistemas comunes:

- Servicio vocal de telecomunicaciones.
- Elementos del equipo de interconexión.
- Comunicaciones de datos.
- Redes de área local.
- Otros sistemas de señalización del edificio.

El objetivo del cableado horizontal es satisfacer los requerimientos de telecomunicaciones, así como facilitar las actividades de mantenimiento, reubicación, instalación de nuevos equipos y cambios futuros en los servicios. Debido a la complejidad de la instalación del cableado horizontal y a la poca accesibilidad para realizar cambios se deben contemplar las diversas necesidades presentes y futuras de los usuarios antes de realizar la implementación.

### **Topología:**

El cableado horizontal se implementa con una topología física de estrella y se diseña para soportar aplicaciones como comunicaciones de datos, comunicaciones de voz, seguridad y sistemas de control. Cada área de trabajo recibe los servicios desde un armario de telecomunicaciones situado en el mismo piso. En el área de trabajo cada conector de telecomunicaciones se conecta directamente a una conexión cruzada en el armario de telecomunicaciones.

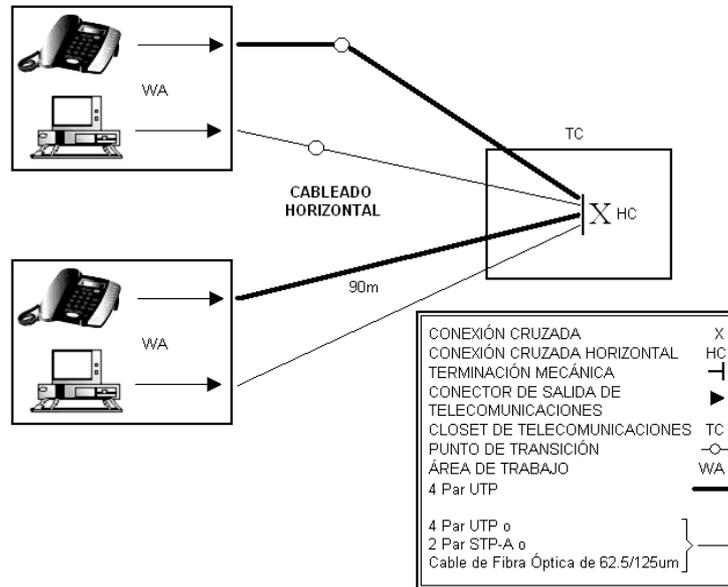


Figura 1.15. Sistema de cableado horizontal de área de trabajo típico.

**Distancias horizontales:**

La distancia máxima desde el área de trabajo hasta el cuarto de telecomunicaciones es de 90 metros y se consideran 10 metros adicionales en cada canal horizontal para cables en el área de trabajo, puentes, cuerdas auxiliares y cuerdas de equipo en el armario de telecomunicaciones.

Los cordones en el área de trabajo deben ser de conductores flexibles y cumplir los requerimientos de longitud máxima que se determina con las siguientes formulas:

$$C = \frac{(102 - H)}{1.2} \qquad W = C - 7 \leq 20$$



Donde:

$C$  es la máxima longitud combinada del cordón del área de trabajo y el cordón de parcheo, expresada en metros.

$W$  es la máxima longitud del cordón del área de trabajo, expresada en metros.

$H$  es la longitud del cable horizontal, expresada en metros.

Se asume que el cordón de parcheo mide un total de 5 metros en el distribuidor de cableado por piso, y que la longitud del cordón del área de trabajo no debe exceder los 10 metros.

Longitud del cable horizontal $H$	Longitud máxima del cordón del área de trabajo $W$	Longitud máxima combinada entre el cordón del área de trabajo y el patch $C$
90	5	10
85	9	14
80	13	18
75	17	22
70	22	27

**Tabla 1.1.** Distancias horizontales.

### **Cables aceptados:**

Se especifican tres tipos de cables para uso en el subsistema de cableado horizontal:

- Cable de par trenzado sin blindaje (UTP) de cuatro pares, 100 ohms, 22/24 AWG.



- Cable de par trenzado con blindaje (STP-A) de dos pares, 150 ohms, 22 AWG.
- Fibra óptica multimodo de dos fibras, 62.5/125 ó 50/125  $\mu\text{m}$ .

También se pueden usar cables híbridos, compuestos de más de uno de los cables aceptados, los cuales deben satisfacer las especificaciones de transmisión y código de color correspondientes a ese tipo de cable, así como los niveles permitidos de interferencia para cada tipo de cable reconocido en todas las frecuencias especificadas.

Las salidas para cableado horizontal en el área de trabajo cuentan con un mínimo de dos conectores. Un conector puede asociarse con voz y el otro con datos. Uno de los conectores debe estar sostenido por un cable UTP de cuatro pares, 100  $\Omega$ , de categoría 3 ó superior. Conectores adicionales deben estar sostenidos por un mínimo de uno de los medios horizontales aceptados. No existe más de un punto de transición o empalmes en cableados de distribución horizontal por cobre. Cuando se requieren adaptadores para los conectores estos se instalan de manera externa a la salida en el área de telecomunicaciones.



## 1.5.2 Subsistema de cableado vertical

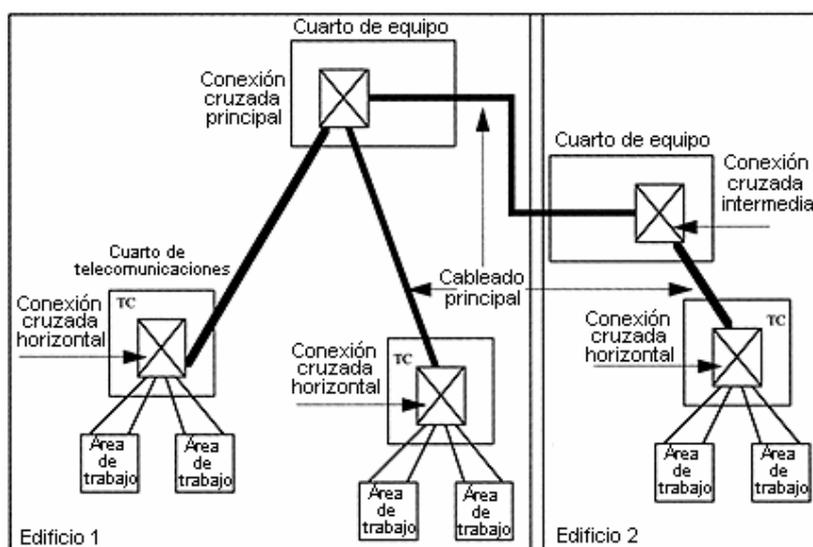
Es la parte del sistema de cableado que proporciona la conexión entre el cuarto de entrada de servicios al edificio, los cuartos de equipo y los cuartos de telecomunicaciones. Realiza la conexión entre los gabinetes de telecomunicaciones ubicados en los distintos pisos, así como la conexión entre edificios de un medio tipo *Campus*. El cableado vertical o de *backbone* se compone de los cables medulares o de sostén, las conexiones cruzadas intermedias y principales, terminaciones mecánicas y alambres auxiliares. También incluye el cableado entre edificios.

La vida útil de un sistema de cableado vertical se mide en uno o varios periodos de planeación en los que los cambios en los requerimientos de servicios se satisfacen sin la necesidad de instalaciones adicionales. La duración de cada periodo se basa en la estabilidad y crecimiento de la organización del usuario. Se debe considerar también el número máximo de conexiones para cada armario de telecomunicaciones, cuarto de equipos y entrada para el periodo planeado.

### **Topología:**

El tendido del *backbone* de datos se realiza en una topología física de estrella jerárquica, en donde el gabinete con el equipamiento electrónico y de comunicaciones más complejo es el centro de la estrella. Cada conexión cruzada horizontal en un armario de telecomunicaciones está cableada a una conexión cruzada principal o a una conexión cruzada intermedia y de ahí a una conexión

cruzada principal. No existen más de dos niveles jerárquicos de conexión cruzada para limitar la degradación de la señal en sistemas pasivos y simplificar movimientos, adiciones y cambios.



**Figura 1.16.** Distribución de cableado vertical en una topología de estrella jerárquica.

### **Cables aceptados:**

Usualmente el *backbone* de datos se implementa con cable UTP categoría 5 o superior, o con fibra óptica. Para ello se coloca un cable desde cada gabinete hasta el centro de la estrella. Los medios reconocidos que pueden ser usados individualmente o en combinación en el sistema de cableado vertical son:

- Cable de par trenzado sin blindaje (UTP), 100 ohms, 24 AWG.
- Cable de par trenzado con blindaje (STP-A), 150 ohms, 22 AWG.
- Cable de fibra óptica multimodal, 62.5/125  $\mu\text{m}$ .



- Cable de fibra óptica unimodal.

Al hacer la elección de los medios de transmisión se deben considerar factores como la flexibilidad del medio con respecto a los servidores, la vida útil requerida del cableado medular y el tamaño del lugar y de la población usuaria. En la planeación es conveniente agrupar los servicios similares en categorías específicas, como voz, despliegue terminal, redes de área local y otras categorías digitales, identificando en cada grupo los tipos individuales y proyectando las cantidades requeridas.

#### **Distancias de cableado vertical:**

- **Distancias Intra e Inter-Edificios:** Las distancias máximas dependen de la aplicación. Para minimizarlas, la conexión cruzada principal se sitúa cerca del centro del lugar. La distancia máxima para el uso de cableado principal UTP multipar categoría 3 ó superior y STP-A 150  $\Omega$  es de 90 metros. Se asume que 5 m de la distancia total son necesarios en cada extremo para cables del equipo conectados a la médula. Para fibra óptica multimodo de 62.5  $\mu\text{m}$ , la distancia máxima es de 2000 metros y para fibra óptica unimodo es de 3000 metros.
- **Conexión cruzada principal al punto de entrada:** La distancia entre el punto de entrada y la conexión cruzada principal se incluye en los cálculos de la distancia total cuando por la ubicación del punto de demarcación sea necesario.



- **Conexiones cruzadas:** Las longitudes de la cuerda auxiliar y alambre de puente no deben ser mayores de 20 metros en la conexión cruzada principal e intermedia.
- **Cableado hacia el equipo de telecomunicaciones:** Los cables que conectan al equipo de telecomunicaciones con las conexiones cruzadas principales e intermedias tienen una longitud máxima de 30 metros.

### 1.5.3 Subsistema de área de trabajo

Es la zona en donde están ubicados los distintos puestos de trabajo de la red. Comprende todo aquello que se conecta desde la toma de telecomunicaciones, como computadoras, terminales de datos y teléfonos, así como adaptadores, filtros o acopladores en caso de ser requeridos. El cableado que se extiende a partir de la roseta de conexión no es permanente por lo que los cambios en esta zona son rápidos y sencillos.

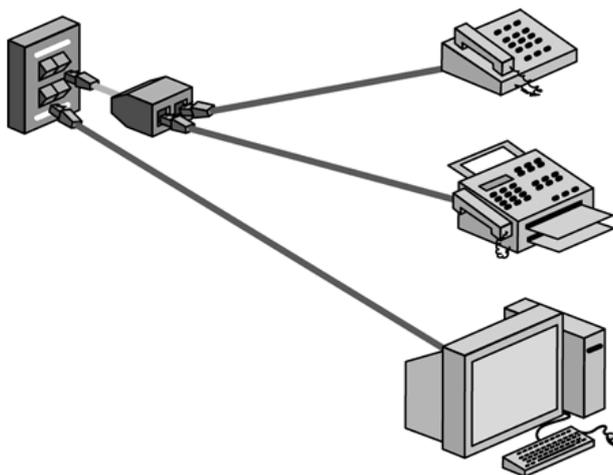
Los ductos que llegan hasta las salidas en el área de trabajo tienen capacidad para manejar tres cables. Las salidas de telecomunicaciones cuentan al menos con dos conectores; uno de ellos del tipo RJ-45 siguiendo el código de colores de cableado T568A ó T568B.

La longitud máxima para el cable auxiliar en el área de trabajo es de 3 metros. Las características del cableado varían dependiendo de la aplicación. Comúnmente se usa una cuerda con conectores iguales en ambos extremos, pero es posible utilizar



adaptaciones específicas externas a la salida de telecomunicaciones. Las adaptaciones mas frecuentes en el área de trabajo son:

- Uso de un adaptador cuando es diferente el conector en el equipo al conector de telecomunicaciones.
- Adaptador en “Y” para conectar dos servicios en un cable singular.
- Adaptadores pasivos para conectar tipos de cables distintos del cableado horizontal y el equipo.
- Adaptadores activos con esquemas de señalamiento.
- Transposición del par por razones de compatibilidad.
- Resistores de terminación en el área de trabajo para algunos equipos de telecomunicaciones como terminales ISDN.



**Figura 1.17.** Componentes del área de trabajo.



#### **1.5.4 Subsistema de cuarto de telecomunicaciones**

Es el área del edificio usada como el punto de conexión entre el *backbone* y el cableado horizontal. En el cuarto de telecomunicaciones se alberga equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y el cableado de interconexión asociado. Es ahí en donde se realiza la conexión cruzada de las terminaciones del cableado horizontal y *backbone* mediante *jumpers* o cordones de parcheo, permitiendo una conectividad flexible de servicios hacia las tomas de telecomunicaciones en el área de trabajo. Constituye un medio controlado para colocar el equipo de telecomunicaciones y los dispositivos de conexión que sirven a una porción del edificio. Existe al menos un cuarto de telecomunicaciones por piso.

La terminación de la distribución del cableado horizontal, así como los tipos reconocidos de cableado medular llegan al armario de telecomunicaciones en un equipo conector compatible. El equipo de conexión, los puentes y las cuerdas auxiliares que enlazan los subsistemas de cableado con el armario de telecomunicaciones reciben el nombre de conexión cruzada horizontal. El armario de telecomunicaciones también puede contener la conexión cruzada principal e intermedia para diferentes secciones del sistema de cableado vertical. Las terminaciones de cables horizontales y verticales no se usan para administrar o realizar adiciones, traslados o cambios en el sistema de cableado.



Un armario de telecomunicaciones puede albergar equipo de telecomunicaciones, elementos de conexión, y en algunos casos, el punto de demarcación y el equipo de protección asociado.

Durante la instalación de equipo en un armario de telecomunicaciones se debe tener precaución en el manejo de los cables evitando exceder la tensión permitida.

El número de ductos que ingresan a un cuarto de telecomunicaciones depende del número de áreas de trabajo que atiende, pero se recomiendan al menos tres ductos de 4 pulgadas para distribuir el cable del *backbone*. Los *racks* de telecomunicaciones cuentan con más de 82 cm. libres alrededor como espacio de trabajo. Existen al menos dos tomacorrientes de 110 V C.A. dedicados de tres hilos, a partir de los cuales los equipos electrónicos se alimentan con UPS y regletas montadas a los *racks*. La temperatura del cuarto se mantiene continuamente entre 18°C y 24°C, con una humedad relativa entre 30% y 55%. A menudo se aplica un tratamiento especial a las paredes, pisos y techo para reducir el polvo y la electricidad estática.

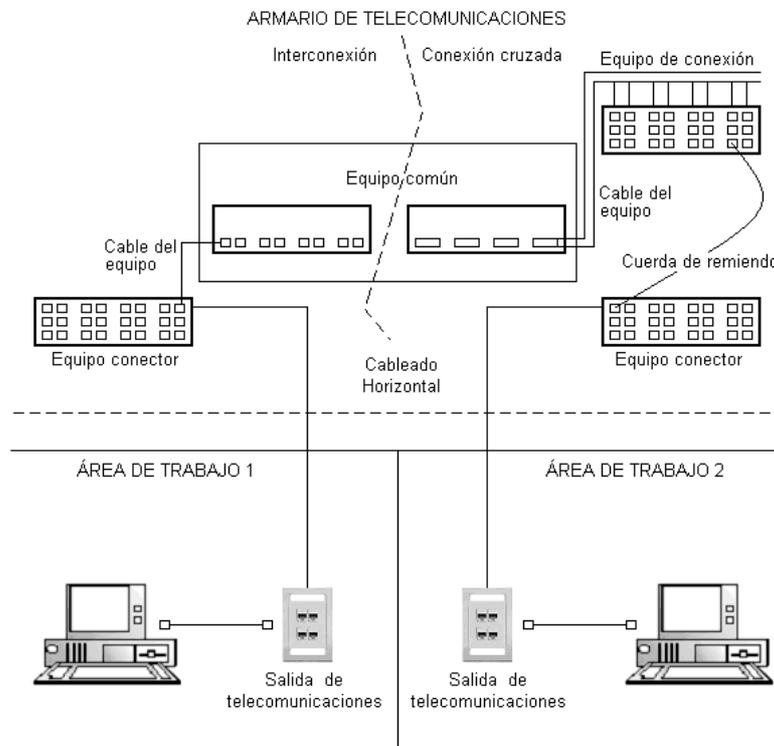


Figura 1.18. Esquemas de interconexión cruzada en un armario de telecomunicaciones.

### 1.5.5 Subsistema de cuarto de equipos

Es el espacio centralizado donde residen los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio como PBX, servidores centrales, central telefónica, conmutadores de video, etc., así como los cables y conectores que permiten enlazarlos con otros dispositivos para compartir servicios. La naturaleza, costo y complejidad del equipo que contiene un cuarto de equipo lo diferencia de los cuartos de telecomunicaciones. Las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden estar disponibles en un cuarto de equipos.



El cuarto de equipos proporciona un medio controlado para almacenar equipo de telecomunicaciones, conectar equipo, empalmar cierres y vincular medios y aparatos de protección. Contiene los componentes necesarios para realizar una conexión cruzada principal o intermedia. También puede tener terminaciones de equipo así como terminaciones troncales y auxiliares de redes.

A veces el cuarto de equipos es unido a la entrada de servicios o a una sala de cómputo para compartir aire acondicionado, seguridad, control de fuego, iluminación y acceso limitado. Típicamente se localiza lejos de fuentes de interferencia electromagnética. Incluye espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones.

Los sistemas auxiliares para la operación de los equipos, como tableros de alimentación eléctrica, aire acondicionado y unidades de suministro de energía de hasta 100 KVA pueden instalarse en el cuarto de equipos.

Se recomienda un tamaño de  $0.07 \text{ m}^2$  de uso de espacio para equipo por cada  $10 \text{ m}^2$  de área utilizable. No se permite el uso de techo falso y la temperatura se mantiene entre  $18^\circ\text{C}$  y  $24^\circ\text{C}$ . Las paredes se pintan de blanco o colores claros para mejorar la visibilidad.

Se recomiendan las siguientes dimensiones de acuerdo al número de estaciones de trabajo:

Número de estaciones de trabajo	Dimensiones del distribuidor principal (m <sup>2</sup> )
1 - 100	10
101 - 400	20
401 - 800	40
801 - 1200	70

Tabla 1.2. Dimensiones recomendadas para un cuarto de equipos.

La siguiente figura muestra la conformación típica de un cuarto de equipos.

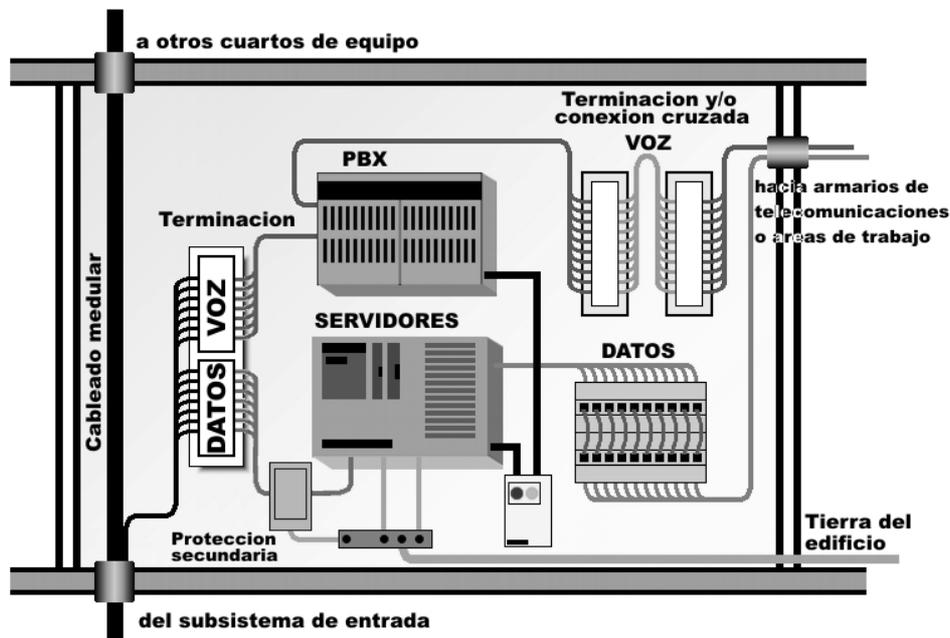


Figura 1.19. Subsistema de cuarto de equipos.



### **1.5.6 Subsistema de entrada al edificio**

Se define como el punto en donde la instalación exterior y los servicios de telecomunicaciones entran al edificio. Es un área destinada para la instalación de cables de telecomunicaciones y equipo de los proveedores de servicios externos y sistemas auxiliares de soporte para su operación. Puede contener interfaces de acceso a redes públicas o privadas y dispositivos de protección también. Incorpora el cableado de *backbone* que conecta con otros edificios del campus. Este subsistema comprende desde el punto de entrada a través del muro hasta el cuarto de entrada de servicios. Es aquí en donde se encuentran los dispositivos de protección para sobrecargas de voltaje.

Las instalaciones de entrada pueden incluir el punto de demarcación entre los proveedores de servicios y las instalaciones y equipos del cliente en cuanto al cableado. La ubicación del punto de demarcación para compañías locales de teléfono se determina por regulaciones y normas federales o estatales.

Entre los elementos de entrada al edificio se incluyen las conexiones entre el cableado usado en el exterior y el cableado especificado para la distribución en el interior del edificio. Las conexiones se realizan mediante empalmes o uniones.

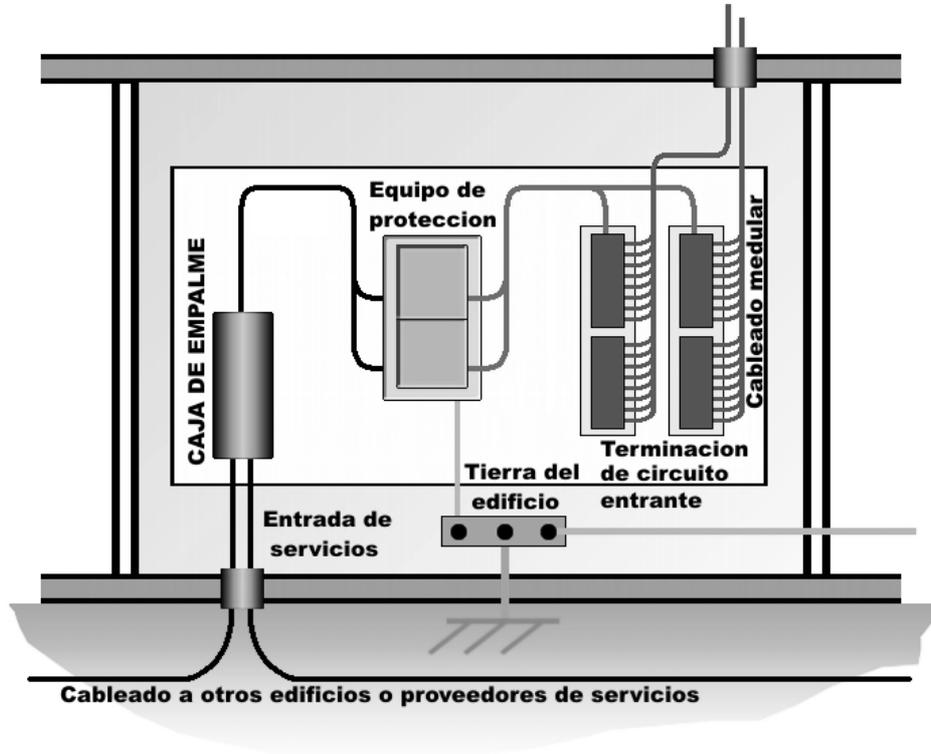


Figura 1.20. Subsistema de entrada al edificio.



## **1.6 Estándar ANSI/EIA/TIA 569**

Este estándar describe los aspectos de diseño de los recorridos de cableado y los cuartos destinados a albergar el equipo de telecomunicaciones. Provee una estructura genérica para el cableado, capaz de soportar cualquier aplicación de datos y voz previsible en un periodo de 10 a 15 años. Establece tres conceptos fundamentales para las telecomunicaciones en edificios comerciales:

- **Los edificios son dinámicos:** Las remodelaciones se presentan de manera frecuente durante la existencia de un edificio. En este estándar se reconoce positivamente la recurrencia del cambio.
- **Los sistemas de telecomunicaciones y los medios son dinámicos:** Los equipos de telecomunicaciones cambian de manera dramática durante la existencia de un edificio. Este estándar reconoce este hecho y establece que los cambios deben ser tan independientes como sea posible de los proveedores de equipo.
- **Telecomunicaciones no son solo datos y voz:** Las telecomunicaciones del edificio incorporan también otros sistemas de bajo voltaje que transportan información, como la seguridad, el control ambiental, audio, video y alarmas.



Un diseño exitoso de la infraestructura para telecomunicaciones se logra en la medida en que este se incorpora durante la fase preliminar del diseño arquitectónico del edificio.

La norma tiene por objetivo estandarizar prácticas específicas de diseño e instalación en edificios comerciales, que apoyen equipos y medios de telecomunicaciones, mediante normas para cuartos, áreas y conductos usados para la instalación de equipos y medios de transmisión.

Los componentes de telecomunicaciones que se contemplan en esta norma incluyen las vías o conductos en los que se encuentran localizados los medios de transmisión, así como las áreas destinadas a la instalación de los equipos de telecomunicaciones.

Esta norma identifica seis componentes fundamentales del sistema de cableado del edificio:

- Vías de telecomunicaciones horizontales.
- Vías de telecomunicaciones medulares.
- Estación de trabajo.
- Armario de telecomunicaciones.
- Cuarto de equipos.
- Instalaciones de entrada.

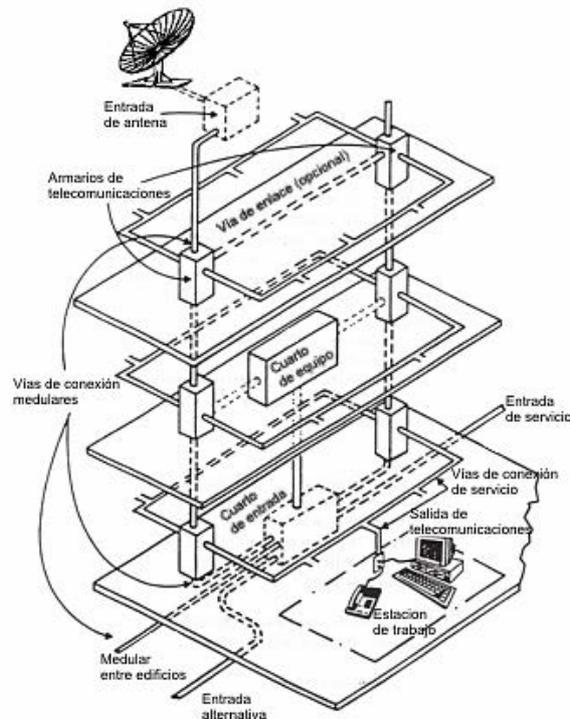


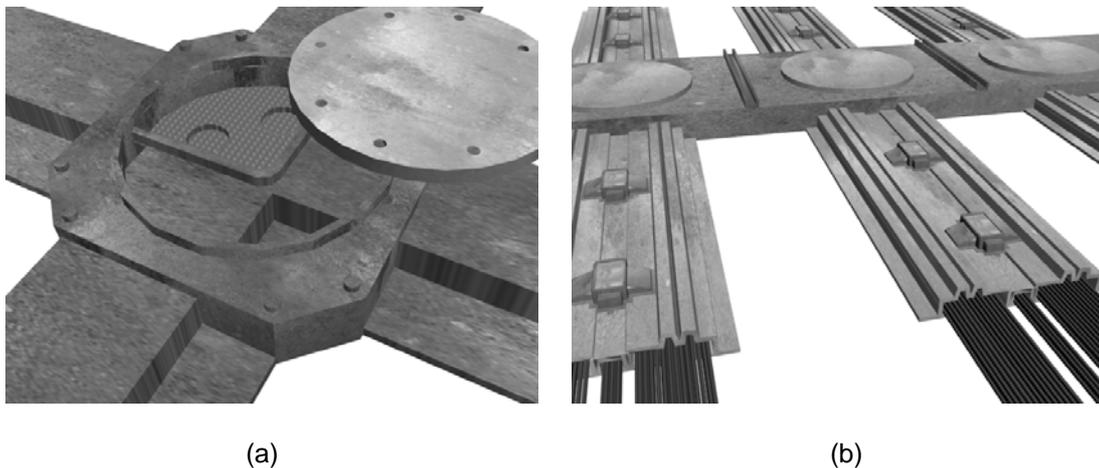
Figura 1.21. Componentes del sistema de cableado del edificio.

### Vías de telecomunicaciones horizontales:

Son elementos para el transporte de cableado de telecomunicaciones desde el armario de telecomunicaciones hasta la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo. La instalación de vías horizontales se diseña para manejar todos los tipos de cables de telecomunicaciones como voz, datos y video, teniendo en cuenta la cantidad y tamaño de los cables.

- **Instalaciones soterradas:** Consisten en sistemas de distribución y alimentación bajo piso para albergar cables y alambres que sirven al sistema eléctrico y de telecomunicaciones. Los sistemas se encuentran

enterrados en concreto en donde se conectan con los alimentadores en las unidades de acceso. Algunos tipos poseen unidades de acceso a nivel de la superficie de concreto. Las instalaciones más comunes consisten en conductos soterrados de uno o dos niveles, conductos emparejados, conductos multicanal, piso celular, celdas de distribución, y conductos bajo lozas. Todos ellos con secciones para distribución y alimentación.



**Figura 1.22.** (a) Conducto soterrado de nivel único. (b) Sendas multicanal.

- **Piso de acceso:** Consiste en paneles modulares de piso sostenidos por pedestales que pueden incorporar brazaletes o ensartadores. Se emplea en cuartos de equipos y en áreas de oficinas, prestando atención al espacio necesario para el manejo del aire. El armario de telecomunicaciones y el área del piso falso se colocan de manera adyacente y se comunican por medio de mangueras o conectores. En áreas de oficina general, la altura

mínima del piso es de 150 mm, y en cuartos de control o computadoras, de 30 mm. Las salidas de servicio no deben colocarse en áreas de tráfico.

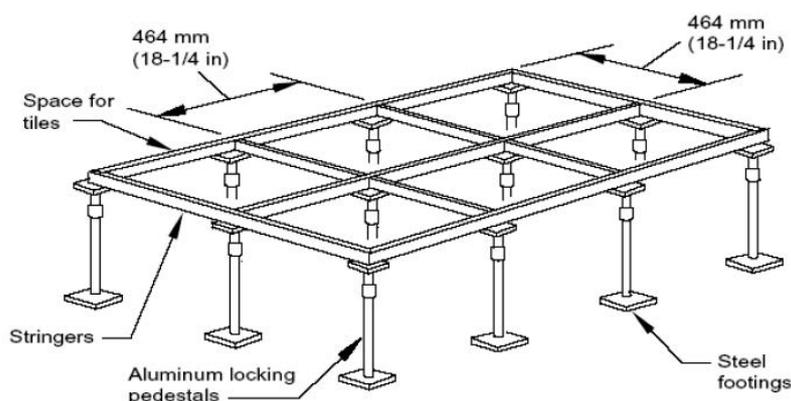


Figura 1.23. Piso de acceso típico.

- **Conducto:** Incluyen tubos metálicos eléctricos, conductos de metal rígido y PVC rígido, del tipo permitido bajo los códigos eléctricos. Se emplean como sendas para cableado horizontal cuando las colocaciones de salidas de telecomunicaciones son permanentes y no se requiere flexibilidad. Los lineamientos de diseño establecen una serie de requisitos mínimos que deben cumplir los conductos:
  - Ninguna sección de conducto puede exceder 30 mm ni tener más de dos dobleces a 90° entre los puntos de tiro y las cajas de tiro.
  - El radio interior de un dobléz en un conducto debe ser por lo menos seis veces el diámetro interno.
  - Si el tamaño del conducto es mayor de 50 mm, el radio interior debe ser por lo menos 10 veces el diámetro interior del conducto.



- Para fibra óptica el radio interior de un doblez debe ser por lo menos 10 veces el diámetro interior del conducto.

Conducto			Número de cables o alambres										
Diámetro interno mm (pulg.)	Diámetro externo mm (pulg.)	Tamaño	Diámetro exterior del cable mm (pulg.)										
			3.3 (.13)	4.6 (.18)	5.6 (.22)	6.1 (.24)	7.4 (.29)	7.9 (.31)	9.4 (.37)	13.5 (.53)	15.8 (.62)	17.8 (.70)	
15.8	0.62	½	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.9	0.82	¾	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0	0
26.6	1.05	1	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0	0
35.1	1.38	1 ¼	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1	1
40.9	1.61	1 ½	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1	1
52.5	2.07	2	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2	2
62.7	2.47	2 ½	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3	3
77.9	3.07	3	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6	6
90.1	3.55	3 ½	--	--	--	--	--	--	22	12	7	6	6
102.3	4.02	4	--	--	--	--	--	--	30	14	12	7	7

**Tabla 1.3.** Dimensiones de conductos.

- **Bandejas de cables y alambrado:** Son estructuras rígidas en las que se coloca el cableado de telecomunicaciones. Pueden colocarse debajo o encima del techo, para lo cual cuentan con accesorios como cubiertas, dispositivos de sostén, adaptadores de conductos y divisores. El cableado que transportan puede ser eléctrico o de telecomunicaciones, o incluirse ambos en una misma bandeja separados por una barrera. Arriba de la bandeja de cables debe existir un espacio de acceso mínimo de 300 mm. Deben contar con dispositivos de apoyo como hondas, trapecios y varas de suspensión individual, situados en un margen de 610 mm a cada lado de cualquier conexión. Los tipos de bandejas para cables y alambrado reconocidos son:

- Bandeja de cable de canal.
  - Bandeja de cable de escalera.
  - Bandeja de cable de base sólida.
  - Bandeja de cable ventilada.
  - Senda de alambre.
- **Vías de telecomunicaciones de techo:** Usan las áreas de techo para transportar cables de telecomunicaciones. El diseño de las vías de distribución por techo provee los medios para proteger los cables y alambres desde el armario de telecomunicaciones hasta la estación de trabajo. Se debe contar con un espacio vertical mínimo de 75 mm encima de los plafones del techo para el alambrado de las vías de distribución. El área de piso a ser servida se divide en zonas de telecomunicaciones de entre 35 y 82 m<sup>2</sup>. El armario de telecomunicaciones se enlaza por un conducto hasta el punto medio de una zona, en donde los cables se extienden hacia la estación de trabajo en la parte baja por medio de columnas de utilidad.

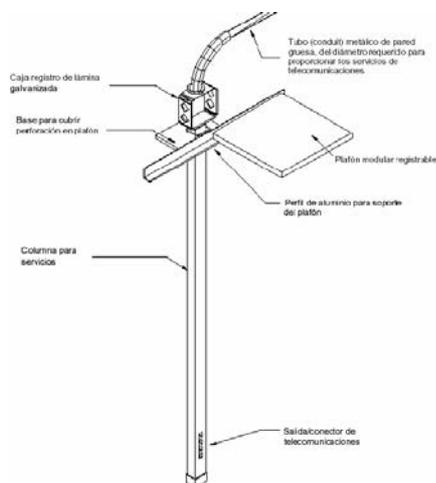


Figura 1.24. Columna de utilidad.

- **Vías de telecomunicaciones periféricas:** Sirven a las estaciones de trabajo donde los equipos de telecomunicaciones se pueden alcanzar desde los muros a un nivel conveniente de altura. Las sendas o canalizaciones pueden montarse directamente en la superficie de la pared a niveles de trabajo adecuados para proveer una vía periférica continua, o integrarse a las estructuras de pared, siendo accesibles mediante accesorios de salida en la superficie. Existen otros tipos de canalizaciones como las sendas de vaciado y las líneas multicanal.



**Figura 1.25.** Canalización periférica.

La capacidad práctica de llenado de las líneas periféricas para alambrado de telecomunicaciones es de 30% a 60% de la máxima capacidad. El tamaño de la vía se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Número de alambres} = \frac{\text{Ancho}_{\text{ducto}} \times \text{Alto}_{\text{ducto}}}{f(D.\text{ext.}_{\text{alambre}})^2}$$

Donde  $f = 1.75$  para cableado de datos o  $f = 2$  para cableado eléctrico y  $D$  es el diámetro exterior del alambre.



### **Vías de telecomunicaciones medulares:**

Comprenden las canalizaciones para cableado de telecomunicaciones adentro de edificios y entre edificios de un *Campus*.

- **Canalizaciones dentro de edificios:** Consisten en conductos, hendiduras, perforaciones y bandejas que conforman los medios para la distribución de cables medulares que provienen del cuarto de entrada o del cuarto de equipo hacia los armarios de telecomunicaciones. La vía medular vertical esta formada por armarios de telecomunicaciones en cada piso, colocados verticalmente uno encima del otro, unidos por ranuras. Se puede implementar solo una vía de telecomunicaciones medular mediante perforación o conducto por cada 5000 m<sup>2</sup> de espacio de piso utilizable.
- **Canalizaciones entre edificios:** Se utilizan para enlazar los diferentes edificios que conforman un *Campus*. Consisten en vías de telecomunicaciones de túneles, aéreas, enterradas o soterradas. La canalización entre edificios provee de espacios y soporte para la instalación del cableado principal de telecomunicaciones en un *Campus*. Durante el diseño de las vías entre edificios se debe considerar la cantidad y el diámetro de los cables que se requieren instalar inicialmente, así como un margen de crecimiento a futuro.



### **Estación de trabajo:**

Es el espacio en el que los usuarios de los servicios de telecomunicaciones interactúan con el equipo destinado a ese fin. La norma cubre los aspectos relacionados con las vías y salidas de telecomunicaciones.

Al usar vías de telecomunicaciones incorporadas en el mobiliario, el cableado normalmente se canaliza a través de las líneas en el tope o en la base de la partición. Las vías independientes y directas se instalan desde las áreas de recepción y centro de control hacia el armario de telecomunicaciones o cuarto de equipos. En el área de trabajo la disposición de las salidas de telecomunicaciones debe ser compatible con la disposición del mobiliario, instalando un mínimo de una salida por estación de trabajo y con una salida de energía cerca de cada salida de telecomunicaciones.

### **Armario de telecomunicaciones:**

Es el punto de transición entre las vías de distribución horizontales y medulares en cada piso. Contiene equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cables y alambrado de conexión cruzada asociado. Se coloca preferiblemente cerca del centro del área servida. El espacio del armario o cuarto de telecomunicaciones debe ser utilizado exclusivamente para funciones de telecomunicaciones y servicios auxiliares relacionados, y nunca para instalaciones eléctricas diferentes a las requeridas por los equipos.



Debe existir como mínimo un armario de telecomunicaciones por piso. Los armarios adicionales están provistos cuando el área servida excede los 1000 m<sup>2</sup> o la distancia de la distribución horizontal hacia el área de trabajo excede los 90 metros. Cuando se presenta ese caso los armarios se conectan a través de por lo menos un conducto. El área del piso para colocar un armario de telecomunicaciones debe soportar una carga mínima de 2.4 kPa.

En el cuarto de telecomunicaciones por lo menos dos paredes deben cubrirse con 20 mm de plywood fijado rígidamente, capaz de soportar equipo adjunto. Los acabados de pisos y paredes deben ser en colores claros para realzar la iluminación. Debe existir un mínimo de dos salidas eléctricas duplex de 15 A, 110 V ac, en circuitos separados, situadas a intervalos de 1.8 metros sobre las paredes periféricas, a una altura de 150 mm encima del piso. Se debe incluir ventilación y aire acondicionado para disipar el calor generado por los aparatos activos.

#### **Cuarto de equipos:**

Es un espacio centralizado para la instalación de equipo complejo de telecomunicaciones como conmutadores telefónicos, conmutadores de datos de alta velocidad, conmutadores de video y centrales privadas, que proporcionan servicios a los usuarios del edificio. Solo debe albergar equipo, distribuidores de cableado y sistemas auxiliares de soporte para la operación de los equipos.



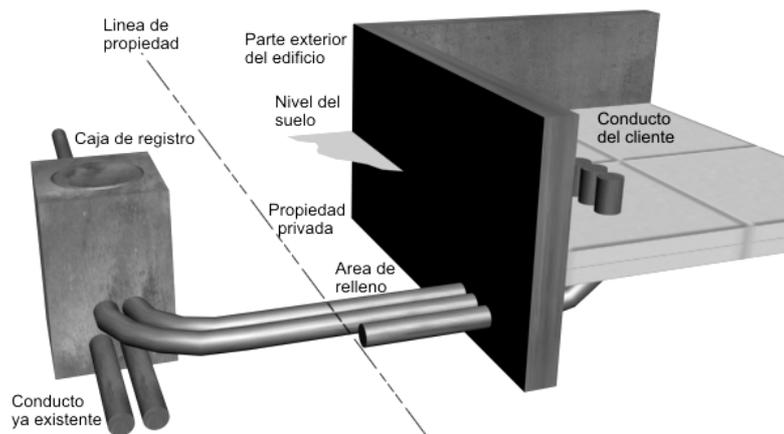
El cuarto de equipos debe estar libre de tubos de agua o desagüe que no se requieran directamente para el apoyo del equipo en el cuarto. Su localización debe encontrarse lejos de fuentes de interferencia electromagnética. Los sistemas de distribución de energía o acondicionadores y UPS de hasta 100 kVA se deben instalar en el cuarto de equipos. La altura libre del cuarto debe ser por lo menos de 2,240 mm sin obstrucciones. Debe contar con una fuente de VCAA disponible las 24 horas del día, los 365 días del año. Si es necesario se debe habilitar una unidad de planta para el cuarto de equipo. Se habilita un conducto de 1 ½ tamaño-diámetro desde el cuarto hasta el electrodo de aterrizaje del edificio.

Se requiere de una temperatura controlada continua de entre 18 °C y 24 °C con una humedad relativa entre 30% y 55%, medidas a una distancia de 1.5 m encima del nivel del piso con el equipo en funcionamiento. El piso y el techo se sellan para reducir la cantidad de polvo y su composición debe tener materiales con propiedades anti-estáticas. El alumbrado debe ser como mínimo de 540 lx, medido a 1m encima del piso, y los acabados del cuarto deben ser en colores claros para mejorar la iluminación. La puerta debe tener una anchura mínima de 910 mm y una altura de 2,000 mm, y contar con una cerradura con llaves.

#### **Instalaciones de entrada:**

Consiste en la entrada de servicios de telecomunicaciones hacia el cuarto o espacio de entrada. Puede contener los distribuidores medulares que conectan con otros edificios en el *Campus*, así como las entradas de antena.

Los métodos básicos para proveer a la entrada de servicios con una vía de transmisión comprenden las vías aéreas, enterradas y soterradas. Para determinar el número de vías necesarias se considera el tipo y uso del edificio, el crecimiento estimado, la dificultad de agregar vías de transmisión en el futuro, una entrada suplementaria y el tipo y tamaño de los cables a ser instalados. Los tipos de conductos aceptados para las instalaciones soterradas incluyen los tipos B, C y D de PVC así como los de acero y fibra de vidrio. No pueden existir más de dos dobleces a 90°.



**Figura 1.26.** Entrada soterrada típica.

En una instalación aérea de la vía de transmisión se deben considerar los elementos estéticos del edificio y lugares aledaños, la frecuencia de tormentas, los códigos relevantes o aplicables, la separación de las instalaciones eléctricas o vías de automóviles, la protección mecánica y la longitud a cubrirse. El punto de entrada consiste en un tubo metálico o en una ranura de 100 mm.



## **1.7 Estándar ANSI/EIA/TIA 606**

Define un esquema de administración uniforme independiente de las aplicaciones que hacen uso del sistema de cableado, las cuales están sujetas a cambios durante la existencia del edificio. Este estándar establece las características que debe cumplir la codificación de colores, etiquetado y documentación de un sistema de cableado estructurado.

Especifica cuatro clases de administración para el mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones. Estas clases se basan en el tamaño y la complejidad de la infraestructura que se administra y aseguran una implementación modular y escalable.

La clase 1 administra a un cuarto de equipos considerándolo el único espacio de telecomunicaciones en tanto no existan cuartos de telecomunicaciones, cableado de *backbone* o sistemas de cableado externo de planta que administrar.

La administración clase 2 define las necesidades de etiquetado para un edificio que es atendido por uno o más espacios de telecomunicaciones, como lo son un cuarto de equipos con uno o más cuartos de telecomunicaciones. Administra todos los elementos de la clase 1 e incluye identificadores para el cableado de *backbone*, elementos de aterrizaje, puntos de demarcación y protecciones contra fuego.



La clase 3 establece los elementos para la administración de un campus, incluyendo sus edificios y elementos de cableado externo. La administración clase 3 se aplica a todos los elementos de la clase 2 además de incluir identificadores para edificios y cableado de *backbone* de campus.

La clase 4 administra elementos de redes WAN (*Wide Area Network*) como sistemas de interconexión entre *Campus*. Para sistemas de misión crítica y edificios grandes se recomienda administrar recorridos, espacios y elementos de exterior de planta.

La administración de sistemas de cableado estructurado se simplifica con el uso de un código de colores para los elementos de la infraestructura de telecomunicaciones. Esa codificación se basa en la topología de estrella jerárquica de dos niveles del cableado de *backbone*. El primer nivel incluye el cableado de la conexión cruzada principal hacia un cuarto de telecomunicaciones en el mismo edificio. El segundo nivel incluye el cableado entre dos cuartos de telecomunicaciones en un edificio.

Para el uso adecuado del código de colores deben seguirse algunas reglas:

- Las etiquetas de terminación identificando dos extremos de un mismo cable deben ser del mismo color.



- A cada componente de la infraestructura de telecomunicaciones se le asigna una etiqueta única que lo relaciona con su registro correspondiente.
- Los identificadores en la etiqueta deben poder leerse con facilidad y ser resistentes a las condiciones del entorno.
- Todas las etiquetas deben ser impresas o generadas por algún dispositivo mecánico.

La tabla 1.4 muestra la correspondencia entre el código de colores y los elementos de telecomunicaciones.

Color	Elemento identificado
Naranja	Punto de demarcación (terminación central)
Verde	Terminación de conexiones de red
Púrpura	Terminaciones de cables originados de equipo común
Blanco	Terminación de <i>backbone</i> de primer nivel
Gris	Terminación de <i>backbone</i> de segundo nivel
Azul	Terminación del cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones
Café	Terminaciones de cable de <i>backbone</i> Inter-edificios
Amarillo	Terminación de circuitos auxiliares
Rojo	Terminación de sistemas de equipo telefónico de seguridad

**Tabla 1.4.** Código de colores para la identificación de los elementos de cableado.

Los registros contienen información sobre componentes específicos. Esta información puede incluir identificadores de enlaces horizontales, tipos de cables, salidas de hardware, longitud de los cables, hardware de conexión cruzada y localización de salidas de telecomunicaciones. Además de la información

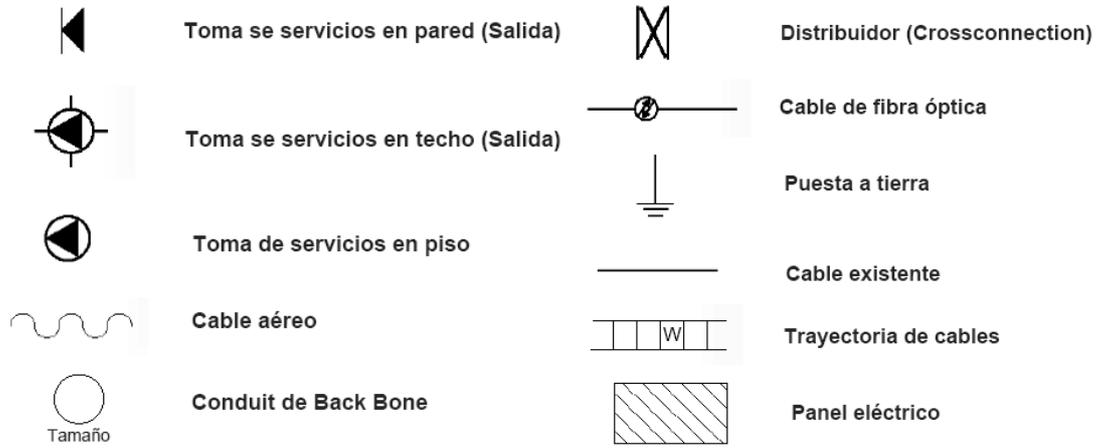


requerida contienen los enlaces necesarios y otra información opcional. Los enlaces constituyen la conexión lógica entre identificadores y registros, así como el enlace entre un registro y otro.

El estándar establece la elaboración de reportes, mediante los cuales se puede consultar la información sobre la infraestructura de telecomunicaciones. Un reporte puede consistir en un registro individual, un grupo de registros, o fragmentos seleccionados de uno o más registros.

La nomenclatura para la identificación de cada servicio es única. Los servicios en el área del usuario se identifican con la misma nomenclatura que poseen en el panel de parcheo del que provienen. También se identifican los cordones de parcheo en el cuarto de distribución. Los conductos que requieren etiquetado comprenden a las charolas porta-cable, ductos conduit, canaletas superficiales y canaletas de muebles modulares. Para la identificación en paneles el cableado debe estar perfectamente ordenado.

El esquema de administración también incluye la elaboración de planos, dibujos de detalle, isométricos y diagramas de conexión de las canalizaciones, trayectorias de cableado, tipos de cables, capacidad de ductos, porcentajes de saturación y sistemas de tierra. La simbología empleada debe ser clara y la elaboración se debe realizar mediante software de CAD.



**Figura 1.27.** Simbología para planos y diagramas.

La memoria técnica debe contener la descripción general del proyecto, el directorio de responsables, tablas de ubicación de nodos y servicios, planos y croquis, detalles de la instalación, histórico de avances, resultados de pruebas y mediciones y actas de entrega del proyecto de cableado.



**Figura 1.28.** Productos para la identificación del cableado.

## 1.8 Estándar ANSI/EIA/TIA 607

Este estándar establece los requisitos y prácticas para la instalación de sistemas de aterrizado que aseguren un nivel confiable de referencia a tierra eléctrica para todos los equipos.

Un sistema de tierra es una conexión conductora intencional o accidental entre un circuito eléctrico o equipo con la tierra, o algún cuerpo conductor que cumpla la misma función.

El propósito de un sistema de tierra es proteger al personal de los riesgos a los que se expone cuando se presentan sobrevoltajes o sobrecorrientes, proteger a las propiedades de daños y evitar la interrupción del servicio.

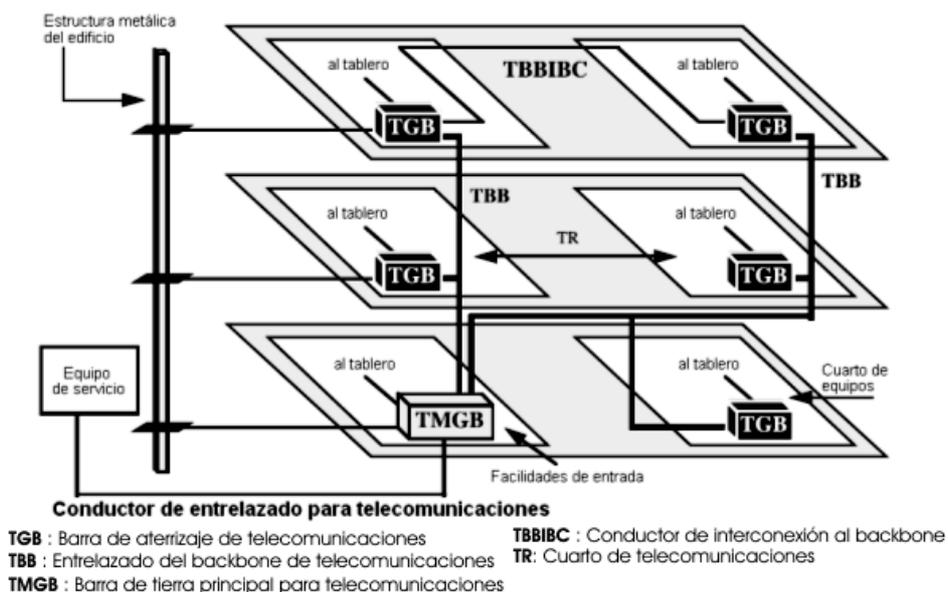
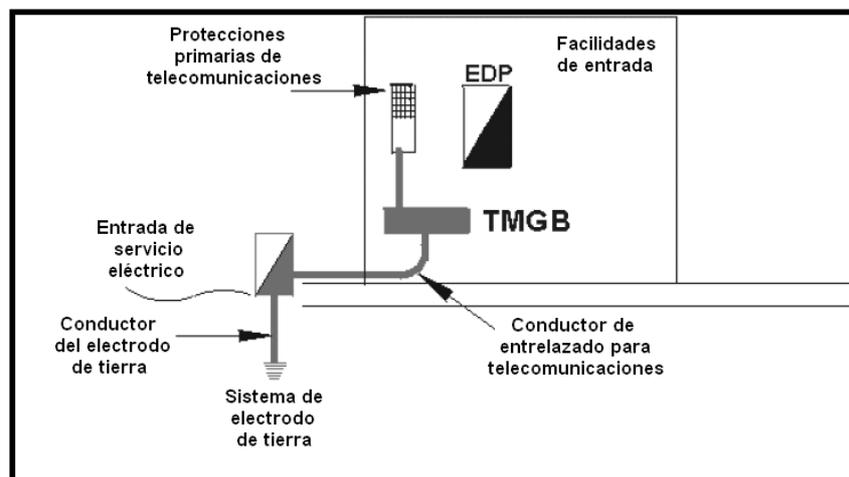


Figura 1.29. Ámbito de la norma ANSI/EIA/TIA 607.

El entrelazado (*Bonding*) es la conexión permanente de partes metálicas para formar una ruta eléctrica que asegure la conducción de corrientes indeseables.

El entrelazado en el sistema de cableado estructurado de un edificio protege a los circuitos eléctricos y las partes metálicas conductoras como los ductos conduit, canaletas, los racks, bandejas y equipo eléctrico.



**Figura 1.30.** Conductor de entrelazado para telecomunicaciones.

Las funciones básicas de los circuitos protectores de telecomunicaciones son evitar picos y sobrevoltajes así como proteger de sobrecorrientes. Pueden ser de tres puntos con tubos descargadores de gas que funcionan como arrestadores de picos, a los que corresponden dos polos y el tercer punto es la tierra. Los protectores de cinco puntos cuentan con resistencias para compensar el retraso disparando más rápido el tubo de descarga de gas, además de diodos, fusibles y varistores.



La barra de aterrizaje *Busbar* (*Telecommunications Grounding Busbar*, TGB) se sitúa en un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipos, funciona como un punto central de conexión común para sistemas de telecomunicaciones y equipos en el área servida por ese cuarto de telecomunicaciones o de equipos. La TGB se monta arriba del panel principal y se une a todas las canalizaciones metálicas.

El entrelazado del *backbone* de telecomunicaciones (TBB) es un conductor aislado usado para conectar todos los TGB's al TMGB. El TBB comienza en el TMGB y se extiende a través del edificio usando los recorridos del *backbone* de telecomunicaciones. La función principal del TBB es reducir las diferencias de potencial entre los sistemas de telecomunicaciones conectados a él.

El conductor de interconexión al backbone (*Telecommunications Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor*, TBBIBC) es un conductor que interconecta los TBB's en edificios de muchos pisos para igualar las diferencias de potencial entre closets.

Una barra de tierra principal para telecomunicaciones (*Telecommunications Main Grounding Busbar*, TMGB) sirve como una extensión dedicada al sistema de aterrizaje del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones. Actúa también como el punto central de conexión para el aterrizaje de cableado de *backbone* y de equipos.



Se toman en cuenta las siguientes consideraciones de diseño de la TMGB:

- Típicamente hay una TMGB por edificio. Puede extenderse siguiendo las reglas para las barras de tierra.
- La TMGB debe ser localizada en un área accesible para el personal de telecomunicaciones.

En edificios con marcos metálicos (acero estructural) aterrizados correctamente se une cada TGB (*Telecommunications Grounding Busbar*, TGB) al marco metálico adentro del cuarto usando un conductor No. 6 AWG.



Capítulo II

# Realidad Virtual



## **2.1 Definición de realidad virtual**

Se define como Realidad Virtual a la simulación generada por computadora para representar aspectos del mundo real en un ambiente sintético. Ofrece al usuario la posibilidad de interactuar con un ambiente virtual en el que puede realizar acciones sobre los elementos que en el se encuentran, experimentando situaciones semejantes a las de la realidad.

La tecnología de Realidad Virtual que consta tanto de hardware como de software hace posible sumergir a un usuario en un entorno tridimensional previamente construido para simular o representar una réplica exacta de lugares existentes o imaginarios, permitiendo la interacción en tiempo real con objetos virtuales mediante métodos específicos.

## **2.2 Objetivos de la realidad virtual**

El principal objetivo de la Realidad Virtual es crear un mundo posible, en el cual se puedan representar objetos y definir las relaciones entre ellos, así como la naturaleza de las mismas. Creando para ello un ambiente que sea indiferenciado de la realidad física, por lo que el realismo y la interacción son partes esenciales de la Realidad Virtual.



Debe proveer de la capacidad de interacción a varias personas en ambientes que no existen en la realidad y que han sido creados para distintos fines, facilitados por medios tecnológicos.

Al sustituir una parte del mundo físico por un modelo virtual con entrada y salida de información, asociado con un sistema visual y auditivo, este debe ser capaz de responder dinámicamente a los parámetros de entrada modificados por el usuario.

## **2.3 Clasificación de la realidad virtual**

En función de los mecanismos usados para hacer posible la interacción del usuario con el ambiente virtual, la Realidad Virtual se clasifica en los siguientes tipos:

### **2.3.1 Sistemas inmersivos**

Permiten al usuario introducirse en el mundo virtual por medio de cascos, guantes, trajes especiales y otros dispositivos que capturan la posición de diferentes partes del cuerpo, permitiéndole manipular elementos del ambiente tridimensional. Con estos elementos se crea una sensación altamente realista.

Los cascos HMD usados en los sistemas inmersivos cuentan con pantallas miniatura dispuestas para producir una visión estereoscópica, así como dispositivos para generar efectos acústicos tridimensionales. Este tipo de sistemas brindan al usuario un nivel de inmersión completo.



### **2.3.2 Sistemas semi-inmersivos**

También son llamados sistemas de proyección y están conformados por un espacio cerrado que consta de cuatro pantallas dispuestas en forma de cubo (tres en las paredes y una en el piso) en las que se proyecta el mundo virtual.

El usuario se introduce en la cabina y una imagen en movimiento de este es proyectada en las pantallas junto con otras imágenes. Usa lentes y otros dispositivos de seguimiento, de manera que al moverse el usuario las proyecciones de perspectiva para cada pared son calculadas por el sistema y enviadas a los proyectores conectados a la computadora.

Los sistemas de proyección permiten aplicaciones de visualización multiusuario además de la interacción con cabinas reales como simuladores de vuelo y entrenadores para la operación de equipos y maquinaria.

### **2.3.3 Sistemas no inmersivos**

Los sistemas no inmersivos o de escritorio utilizan un monitor de computadora como una ventana hacia el mundo virtual, el cual se proyecta en la pantalla. La interacción del usuario con el mundo virtual se logra por medio de periféricos como el teclado, el mouse, el joystick o el micrófono.



Este tipo de sistemas ofrecen ventajas sobre los sistemas inmersivos y semi-inmersivos como el bajo costo y mayor facilidad de adaptación para los usuarios, al estar familiarizados con los dispositivos usados para manipular los objetos del mundo virtual.

## **2.4 Áreas de aplicación**

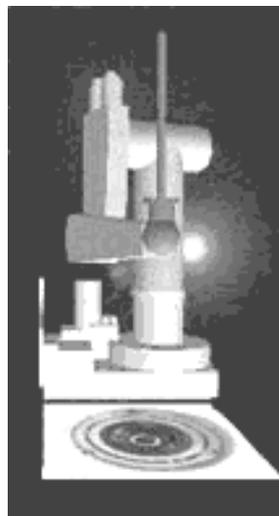
La Realidad Virtual tiene aplicaciones en diversas áreas que obtienen grandes beneficios de las ventajas que ofrece. Permite interactuar con el modelo otorgándole al usuario “presencia” en el mismo. Los avances en la tecnología han hecho que las gráficas interactivas de los Sistemas de Realidad Virtual se conviertan en una herramienta práctica. Las aplicaciones de estos sistemas permiten resolver problemas de gran complejidad, generando simulaciones tridimensionales de la solución antes de iniciar su implementación. Permiten el entrenamiento de personal especializado sin poner en peligro su integridad en actividades de alto riesgo. Las principales áreas de aplicación son:

### **2.4.1 Física**

Dentro del área de la física se requiere el análisis de grandes cantidades de información y el estudio del comportamiento de ciertos procesos a partir de lo cual se formulan hipótesis. Una aplicación muy común se encuentra en los laboratorios virtuales de física.



En un laboratorio virtual los usuarios pueden realizar experimentos que no son posibles en el mundo real. El usuario provisto de un guante de control puede observar en el dispositivo de despliegue una imagen de su mano, la cual duplica el movimiento de la mano real. La mano virtual puede manipular el equipo presente en el laboratorio virtual. El usuario puede controlar parámetros en el cuarto como gravedad y fricción. Los efectos de los cambios en las variables modifican el movimiento de instrumentos en el laboratorio tales como el péndulo o esferas suspendidas. Es fácil ver los efectos de la gravedad sin ninguna interferencia de la fricción. El principal objetivo de un laboratorio virtual de física es facilitar a los alumnos la correcta comprensión de las leyes de la física.



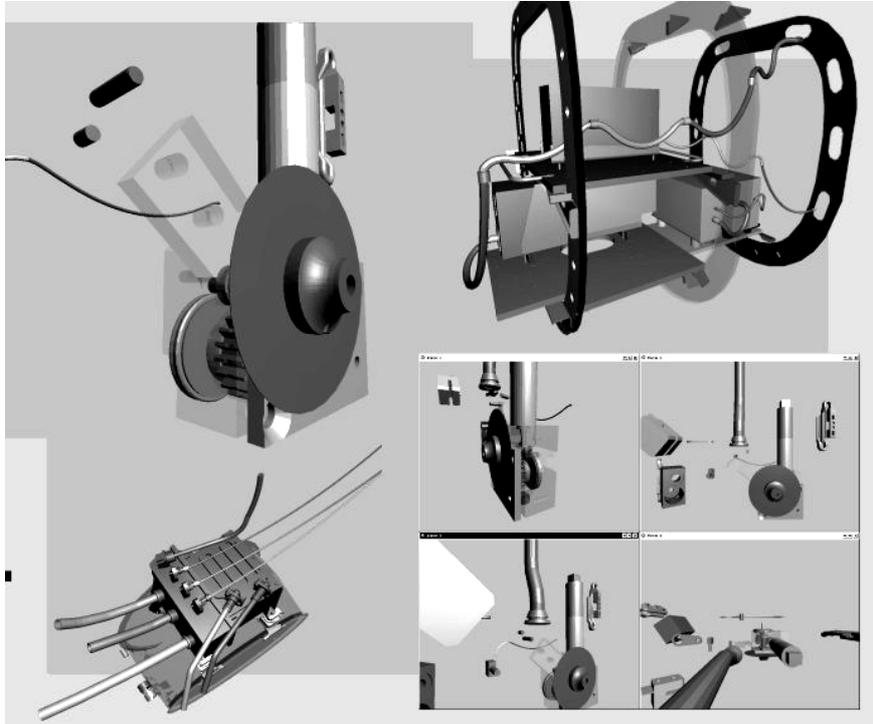
**Figura 2.1.** Imagen del equipo artificial en el laboratorio de realidad virtual de la Universidad de Buffalo.



## 2.4.2 Ingeniería

En las áreas de la ingeniería se hace un uso importante de las graficas por computadora, especialmente en procesos de diseño en los que se requiere la manipulación de robots y equipo de ensamblado. La automatización de esos procesos se facilita con el desarrollo de prototipos virtuales que permiten una planeación eficaz así como la manipulación remota de los dispositivos reales a través de sus equivalentes virtuales.

En los procesos de ensamblado el uso de modelos tridimensionales puede reflejar los efectos de las fuerzas que actúan durante el ciclo de manufactura produciendo distintos acontecimientos como las deformaciones del plástico, la absorción y fenómenos termales mediante el uso de modelos de elementos finitos. De esta manera se pueden plantear cambios en la tolerancia de los valores con base en las condiciones de las máquinas, herramientas y requerimientos de diseño para evitar errores de dimensión y forma en el producto final.



**Figura 2.2.** Simulación de los procesos de ensamblado en un sistema de realidad virtual.

En el diseño de prototipos se usan modelos virtuales que permiten al diseñador realizar múltiples cambios en los parámetros de sus diseños en un ambiente computarizado en el que puede determinar inmediatamente el efecto de esos cambios. De esta forma, trabajando con las especificaciones de los productos se puede garantizar su funcionamiento antes de haberlos construido, completando el análisis en un tiempo más corto y con mayor exactitud.



### 2.4.3 Medicina

La Realidad Virtual tiene uno de sus campos mas importantes de aplicación en el área de la medicina que se ha convertido en una industria de alta tecnología computacional integrada. Se aplica en una diversidad de disciplinas de la medicina.

Las herramientas avanzadas de modelado tridimensional permiten el desarrollo de modelos del cuerpo humano y diseño de órganos artificiales. De este modo es posible estudiar el cuerpo navegando un modelo virtual del mismo. Una simulación del movimiento de las piernas en un modelo tridimensional puede ser usada para observar la dinámica de los músculos. Un sistema de Realidad Virtual puede proveer al cirujano una herramienta con la cual pueda practicar diferentes procedimientos quirúrgicos en un ambiente artificial, permitiéndole observar los resultados.

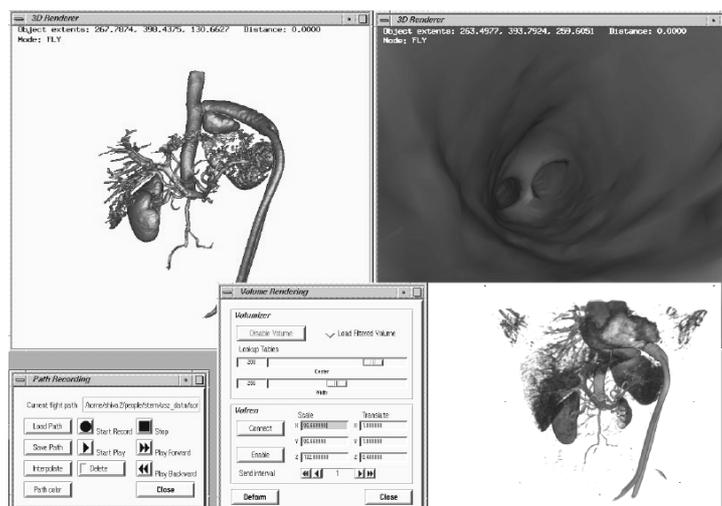


Figura 2.3. Herramienta para el modelado y análisis de órganos virtuales.



Otra disciplina que se ve beneficiada con el uso de la Realidad Virtual es la Psicología, en la cual el uso de modelos virtuales en el tratamiento de fobias aumenta la confianza y seguridad de los pacientes al saber que están en una situación libre de peligro y que pueden detener en el momento que lo deseen.

#### **2.4.4 Arte**

La Realidad Virtual se ha convertido en una herramienta con la cual se pueden crear formas de arte interactivas y surrealistas: una aplicación común de la Realidad Virtual en este campo es aquella en la que el usuario es guiado por un recorrido virtual en el que puede observar e interactuar con lugares relacionados con el arte.

Las aplicaciones en museos y planetarios incluyen exposiciones virtuales de colecciones de arte y objetos históricos a través de la red, de modo que es posible además, realizar visitas virtuales a lugares históricos o templos antiguos que no están disponibles al usuario físicamente.



**Figura 2.4.** Recorrido virtual de un museo.



## 2.4.5 Arquitectura

En la arquitectura se facilita la comprensión de información compleja y se obtienen ventajas al combinar el diseño tridimensional con la simulación de un recorrido a través de un espacio virtual antes de comenzar la costosa construcción de la estructura física. Con esta técnica los arquitectos pueden mostrar a sus clientes de una manera mas clara los diseños, permitiendo así resolver malentendidos y explorar opciones.

La tecnología que soporta estas aplicaciones es una extensión de las técnicas de diseño asistido por computadora. En este caso, la creación de entornos tridimensionales se complementa con el uso de mapeado de texturas e iluminación dinámica para crear simulaciones realistas de las estructuras arquitectónicas.



**Figura 2.5.** Diseño de interiores usando realidad virtual.



## **2.5 Dispositivos de entrada y salida**

Los componentes de hardware de un sistema de Realidad Virtual permiten la interacción del usuario con el mundo virtual. Pueden ser desde periféricos sencillos para usarse con una computadora personal hasta equipo altamente especializado para sistemas inmersivos.

### **Dispositivos de entrada:**

Los periféricos de entrada consisten en dispositivos de localización que definen la posición y orientación del usuario, y los de control que transmiten las órdenes del usuario al sistema.

Los dispositivos de localización pueden ser rastreadores o digitalizadores que son sujetos al objeto o al usuario de modo que la posición y movimiento de la cabeza o las manos puedan ser detectados y representados en el mundo virtual. Los medios que utilizan son electromagnéticos u ópticos por lo que son críticos el campo de actuación, las interferencias y los retardos introducidos.

Existen diferentes dispositivos de control, desde los mas simples como teclados, ratones 3D y joysticks hasta electroguantes o sistemas bioeléctricos.



Un ratón 3D es un dispositivo de control de alta precisión que cuenta con seis grados de libertad que dan al usuario completa movilidad dentro del espacio virtual. Puede configurarse diseñando formas simples de interacción con los mundos virtuales.

Los guantes contienen sensores que recogen información sobre los movimientos de la mano y su interacción con el mundo virtual. Determinan la posición de la mano y el grado de flexión de los dedos. La capacidad para manipular objetos en el mundo virtual se incrementa con el uso de este tipo de dispositivos.

### **Dispositivos de salida:**

Los dispositivos de salida son periféricos de representación visual y auditiva que permiten la retroalimentación del usuario con el mundo virtual. En estos dispositivos, la formación de escenas en tiempo real le da al usuario una sensación de realidad mayor.

Los cascos HMD (*Head Mounted Display*) utilizados en sistemas inmersivos contienen sensores que detectan el movimiento de la cabeza y envían esa información al sistema. La imagen resultante de los datos procesados es desplegada en las pantallas montadas en el casco de manera que se produzca la retroalimentación con el usuario.



**Figura 2.6.** Casco HMD.

Los lentes estereoscópicos LCD reciben por medio de un fotosensor información de la computadora que le indica a los anteojos cual de los dos lentes, izquierdo o derecho, dejará pasar la luz mostrando esa parte de la escena al ojo correspondiente del usuario. Este dispositivo no proporciona un efecto de inmersión ya que el usuario puede ver el ambiente real mientras enfoca su vista en el monitor de una computadora.



**Figura 2.7.** Lentes estereoscópicos de cristal líquido.



# Capítulo III

# Desarrollo del sistema



## **3.1 Diseño del sistema**

Este capítulo describe las etapas que conforman el desarrollo del sistema. Es importante establecer una metodología específica así como una definición puntual y clara de los requerimientos para llevar a cabo un proceso eficiente del diseño y elaboración del sistema.

Las etapas del proceso de diseño consisten en:

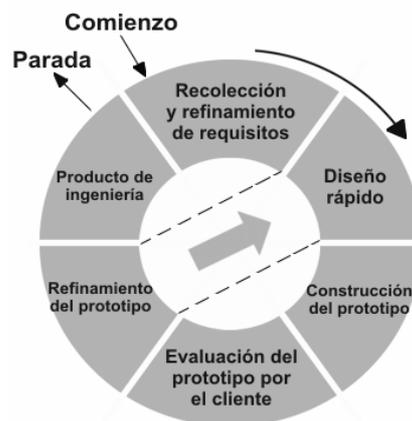
- **Análisis de requerimientos y diseño:** En esta etapa se recolectará información necesaria o requerida.
- **Elección de la herramienta de desarrollo:** En este punto se realiza una evaluación de las herramientas de codificación y librerías de utilidades a fin de elegir la mejor opción de software.
- **Programación del sistema:** En la etapa final del proceso se lleva a cabo la codificación del sistema y la integración de módulos funcionales para el desarrollo del producto final.

### **3.1.1 Método de desarrollo**

La metodología de desarrollo del sistema contempla el modelo de ciclo de vida de prototipos para la realización de las actividades. En dicho modelo se comienza determinando y desarrollando los requerimientos básicos del sistema, de ese modo se obtiene un prototipo. El sistema se genera al obtener retroalimentación de cada prototipo creado consiguiendo así avances en el proyecto, el cual finaliza

cuando el prototipo cumple todos los requerimientos primarios, así como aquellos que se presentaron durante el desarrollo del sistema.

Este método se emplea comúnmente cuando se requiere desarrollar con gran velocidad un sistema o cuando los requerimientos o los detalles de la aplicación cambian durante el desarrollo del sistema. Sin embargo no es posible conocer al inicio del proyecto el tiempo exacto que se requerirá para obtener el producto final.



**Figura 3.1.** Modelo de ciclo de vida de prototipos.

El primer paso del método consiste en realizar un prototipo inicial usando los requerimientos principales y la información disponible. A partir del prototipo inicial se realizan las modificaciones necesarias para cubrir los requerimientos totales y necesidades del usuario.

Durante el desarrollo del proyecto se llevan a cabo varias modificaciones al diseño inicial, conforme se implementan características que satisfagan los requisitos más importantes o se descubren nuevos requisitos.



### 3.1.2 Identificación de requerimientos

El sistema debe cumplir con ciertos requerimientos para lograr su objetivo. Esos requerimientos se enlistan a continuación:

- Ofrecer al usuario herramientas para la creación de espacios de oficinas virtuales.
- Poder seleccionar, manipular y colocar equipo de cómputo virtual.
- Poder seleccionar, manipular y colocar mobiliario virtual.
- Poder seleccionar, manipular y colocar componentes virtuales de cableado estructurado.
- Los componentes virtuales de cableado deben incluir las canalizaciones por superficie y techo.
- Los componentes virtuales del cuarto de telecomunicaciones deben incluir racks, bandejas, organizadores de cables, paneles de parcheo, cordones de parcheo, unidades de suministro de energía, servidores y equipo activo.
- Poder seleccionar, manipular y colocar conectores y cables del área de trabajo.
- Ofrecer al usuario herramientas para la implementación del cableado medular y horizontal.
- Tener la capacidad para verificar las restricciones en las características del cableado y las áreas definidas por los estándares de cableado estructurado.



## 3.2 Especificaciones del sistema

El uso de las herramientas, la manipulación y colocación de elementos arquitectónicos, de cómputo y de redes, así como la selección de objetos se realiza por medio del ratón. La navegación y recorrido por el espacio virtual de oficinas se realiza por medio de las teclas de dirección y numéricas del teclado. En ese modo de exploración se dispone de tres tipos de vista o sistema de cámaras:

- **Cámara giratoria:** A partir del centro del espacio tridimensional de edición se rota el escenario mediante las teclas de dirección izquierda o derecha. Con las teclas arriba y abajo se varía la distancia o radio de la cámara hasta el punto central.

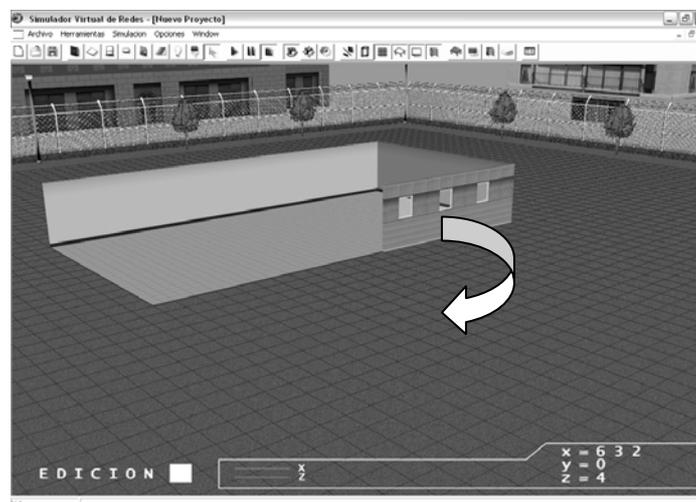
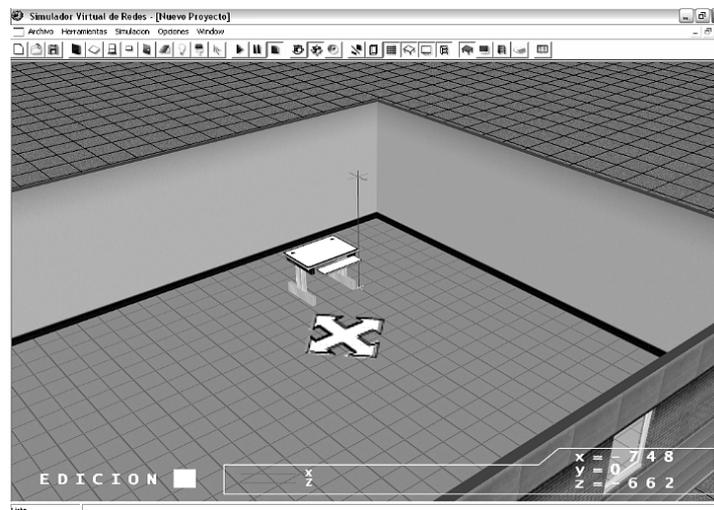


Figura 3.2. Cámara giratoria.

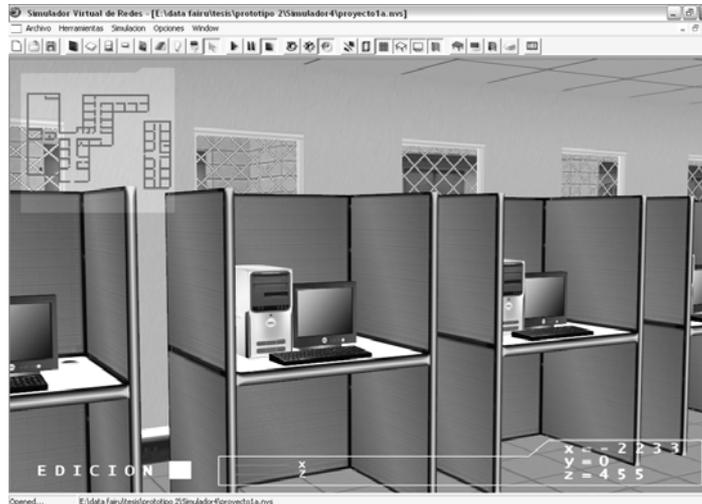


- **Cámara libre:** El usuario se puede desplazar libremente por el espacio virtual controlando el desplazamiento, ángulo de giro y altura de la cámara mediante las teclas de dirección.



**Figura 3.3.** Cámara libre.

- **Vista en primera persona:** El usuario puede recorrer el espacio virtual con una perspectiva de cámara que corresponde a la posición de un observador móvil que se desplaza en el mundo virtual. Se avanza, gira y enfoca la parte superior o inferior del escenario mediante las teclas de dirección y numéricas.



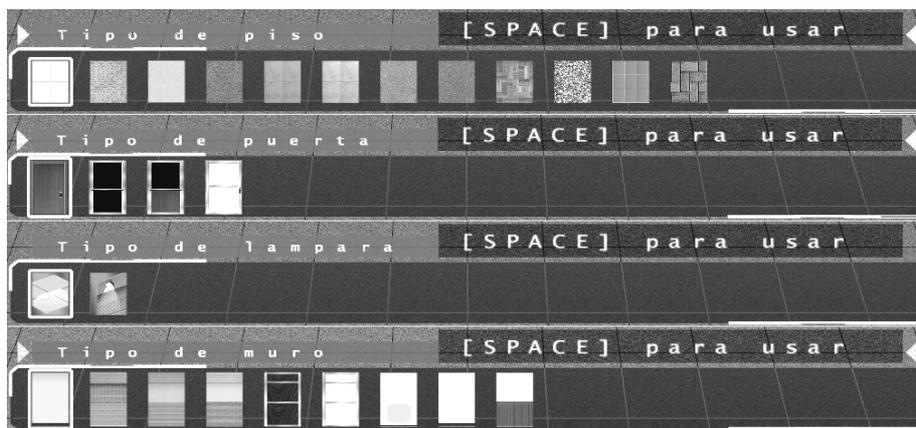
**Figura 3.4.** Vista de primera persona.

La barra de herramientas principal proporciona fácil acceso a las herramientas para la creación del espacio virtual de oficinas y sistema de cableado estructurado. Los botones se agrupan en funciones para guardar, cargar y crear nuevos proyectos, herramientas para la creación de objetos arquitectónicos y espacios, modos de exploración, modos de visualización, herramientas para la colocación de mobiliario, herramientas para la colocación de equipo de cómputo, herramientas para la visualización, selección y colocación de equipo pasivo y activo de redes y componentes diversos.



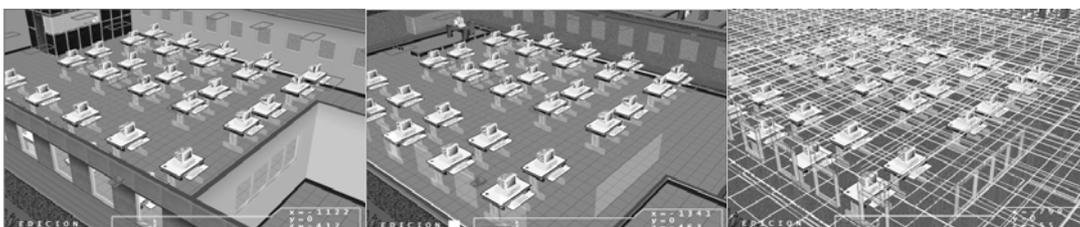
**Figura 3.5.** Barra de herramientas.

Las herramientas para la creación de espacios de oficinas incluyen la colocación de muros, pisos, ventanas, puertas y lámparas, así como la selección de diferentes texturas para cada uno de esos componentes.



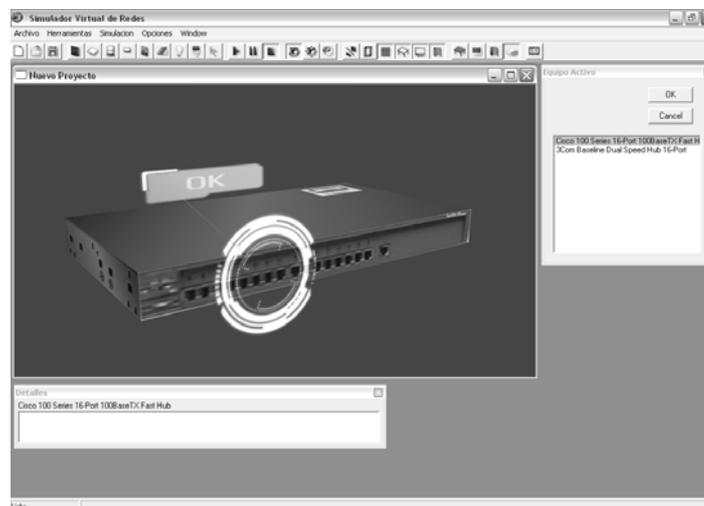
**Figura 3.6.** Herramientas para la creación de espacios de oficinas.

Las herramientas de visualización permiten ocultar o mostrar los muros, elegir una vista alambrada de los espacios de oficinas u ocultar distintos tipos de objetos para tener una visión mas clara de los sistemas de cableado y facilitar su colocación.



**Figura 3.7.** Distintos tipos de visualización.

Las herramientas para colocación de mobiliario y equipo permiten la selección de distintos tipos de muebles, equipo de computo y comunicaciones, componentes de cableado y canalizaciones, así como equipo activo. Además es posible conocer las características y funciones de distintos tipos de equipos y accesorios.



**Figura 3.8.** Selección de equipo activo.

Una vez que el espacio virtual de oficinas ha sido creado y el sistema de cableado estructurado ha sido implementado, el sistema realiza la verificación de las normas aplicables al proyecto, presentando un reporte con la relación de requisitos que se cumplieron y aquellos que no lo hicieron.



### **3.3 Herramientas de desarrollo**

Durante el desarrollo de este sistema se usaron herramientas para su codificación, así como librerías gráficas para la creación de los objetos y espacios tridimensionales y editores gráficos para la elaboración de texturas. A continuación se describen brevemente las características de dichas herramientas:

#### **Visual C++:**

Es un entorno de desarrollo integrado, parte de Microsoft Visual Studio, para la codificación de programas en lenguaje C y C++. Cuenta con características especiales para resaltar la sintaxis del código, depuración avanzada y distintos tipos de compilación. Permite el manejo de proyectos grandes y complejos generando aplicaciones potentes y estables.

#### **OpenGL:**

Para el desarrollo de este sistema se eligió el API de gráficos OpenGL por su facilidad de manejo y alta portabilidad, además de ser una herramienta de software libre.

OpenGL (Open Graphics Library) es una API portable para desarrollar aplicaciones gráficas interactivas 2D y 3D. Fue desarrollada por Silicon Graphics y actualmente es un estándar abierto controlado por diversas compañías. Su mayor ventaja es su



portabilidad, es decir que puede ser usada en una gran cantidad de plataformas de hardware, desde dispositivos móviles hasta súper computadoras, además de distintos sistemas operativos y tarjetas aceleradoras 3D. Es relativamente fácil de usar.

Las operaciones que se pueden realizar con OpenGL son las siguientes:

- Modelado de figuras a partir de primitivas básicas, mediante la creación de descripciones geométricas de los objetos (puntos, líneas, polígonos y mapas de bits).
- Situar los objetos en el espacio de una escena tridimensional y seleccionar el punto de vista desde el que se quiere observar.
- Determinar el color de los objetos. El color puede asignarse a cada pixel, o calcularse a partir de las condiciones de iluminación o asignarse por medio de una textura mapeada sobre los objetos.
- Convertir la representación matemática de los objetos y la información de color y textura asociada, en pixeles de la pantalla, en una imagen virtual tridimensional.

Además de estos procesos, OpenGL realiza otras operaciones complejas como la eliminación de líneas y caras de los objetos que quedan ocultas para el usuario al ser cubiertas por otros objetos de la escena.



### **Corel Photo Paint:**

Es un editor gráfico de mapas de bits para la manipulación de imágenes con calidad fotográfica y gráficos para aplicaciones *Web*. Permite modificación de colores, brillo, texturizado, uso de máscaras, recorte, efectos artísticos, desenfoque y desperfilado entre otras características. Este programa fue utilizado, por su variedad de herramientas y facilidad de uso, para crear las texturas usadas en los objetos tridimensionales del sistema.

## **3.4 Programación del sistema**

El diseño del sistema comprende la organización y relación de los componentes que conforman la estructura global, así como el tipo de datos y la forma en que son usados por el programa. El enfoque de programación empleado para la codificación del sistema determina el grado y facilidad con que se cumplen los requerimientos. Para la elaboración de este software se eligió el enfoque orientado a objetos, el cual permite realizar un diseño flexible, modular y robusto.

### **3.4.1 Arquitectura del sistema**

La arquitectura define la estructura y topología del sistema, distribuyendo las operaciones de este en módulos funcionales interconectados entre sí, encargados de tareas específicas para los procesos del programa. A continuación se muestra la arquitectura del sistema Vecsim con los módulos que lo conforman.

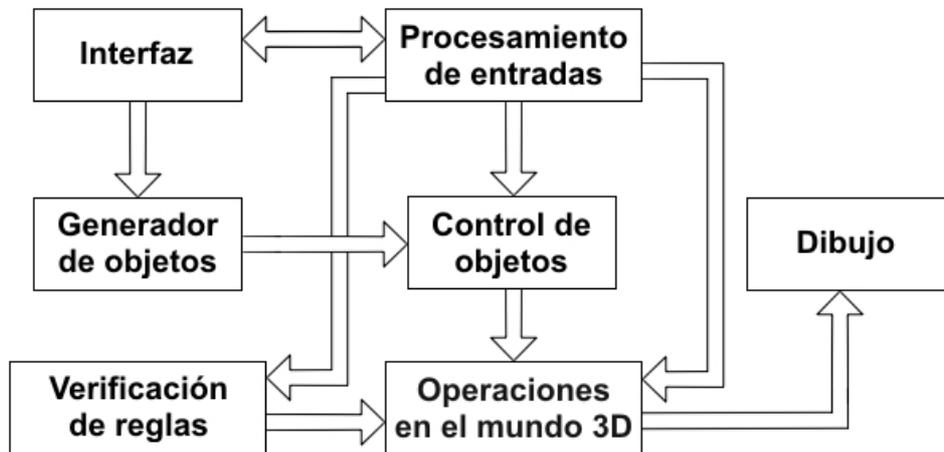


Figura 3.9. Arquitectura del sistema.

### 3.4.2 Módulos del sistema

Cada módulo se especializa en una función determinada dentro del ciclo del programa. Los principales módulos que componen el sistema son:

- Módulo de interfaz principal.
- Módulo generador de objetos.
- Módulo de procesamiento de entradas de usuario.
- Módulo de control de objetos.
- Módulo de operaciones en el mundo 3D.
- Módulo de dibujo.
- Módulo de verificación de reglas de cableado.



### **Módulo de interfaz principal:**

Se encarga de crear la interfaz principal que proporciona acceso a las herramientas y funciones del sistema enlazándose al módulo de procesamiento de entradas a eventos de usuario. También inicializa las variables de control y opciones de configuración del sistema, determina la ruta del proyecto para operaciones auxiliares e invoca al módulo generador de objetos que construye los modelos virtuales de equipo y mobiliario.

### **Módulo generador de objetos:**

Carga la información de modelos desde archivos externos y las texturas necesarias para generar los objetos tridimensionales del mundo virtual que se almacenan en listas de despliegue que son usadas por el módulo de control de objetos.

### **Módulo de procesamiento de entradas de usuario:**

Captura y procesa la entrada desde el teclado o el Mouse determinando el tipo de evento que se lleva a cabo. Si se utilizan las funciones de exploración del escenario o selección del modo de despliegue, el proceso sobre esos parámetros de control es realizado por el módulo de visualización. Cuando el usuario selecciona alguna de las herramientas para creación de escenarios virtuales, colocación de mobiliario o de equipo, el control del proceso pasa al módulo de operaciones sobre objetos.



### **Módulo de control de objetos:**

Esté módulo realiza diversas operaciones sobre el tipo de objeto seleccionado por el usuario como detectar posibles colisiones con otros objetos, establecer restricciones de movimiento y posición, operaciones de rotación, colocación, eliminación de objetos y registro del estado del escenario almacenando las posiciones y tipos de objetos presentes en el espacio de trabajo.

### **Módulo de operaciones en el mundo 3D:**

Controla los diferentes sistemas de cámara y modos de despliegue del escenario realizando los cálculos necesarios para determinar la posición de la cámara y su objetivo en cada caso. También es responsable de la actualización de los parámetros para el control de la velocidad de actualización del escenario y captura de eventos. El módulo de visualización además provee de un mecanismo de optimización que determina que elementos del escenario deben dibujarse dentro del campo de visión del sistema de cámaras.

### **Módulo de dibujo:**

Explora la matriz de registro del estado del escenario determinando las posiciones y tipos de objetos presentes en las distintas capas de componentes e invocando para estas la correspondiente función de dibujo de los modelos previamente generados. Selecciona el tipo de información que debe mostrarse en pantalla para cada herramienta empleada o modo de despliegue, así como los menús auxiliares de componentes para espacios de oficinas.



### **Módulo de verificación de reglas de cableado:**

El módulo de verificación utiliza la información generada por el módulo de control de objetos sobre el estado del escenario y las propiedades de algunos elementos como longitud del cableado, llenado de canaletas e interconexión de equipos para elaborar una lista de los subsistemas existentes indicando cuales de estas propiedades cumplen las reglas establecidas en la inicialización del sistema.

### **3.4.3 Funcionamiento del sistema**

El primer paso del sistema lo realiza el módulo de interfaz que crea la ventana principal con el menú y barra de herramientas para acceso a las funciones, En esta misma etapa se inicializan diversos aspectos, como la carga y generación de modelos, las estructuras que almacenan el estado del escenario, las variables de control, las reglas de cableado y los valores de configuración.

Cuando el usuario crea o abre un proyecto se establece el estado actual del escenario y se crea la ventana de dibujo de opengl inicializando todos los parámetros de visualización e iluminación.

Posteriormente se inicia el ciclo principal en el cual se capturan las entradas del usuario para determinar si la ejecución del programa debe continuar o si se ha realizado alguna acción que requiera de la actualización del escenario. En este

caso se determina el valor del parámetro de velocidad para mantener una relación constante de la frecuencia de actualización de las imágenes en pantalla.

En este punto, el módulo de procesamiento de entradas determina el tipo de evento que habrá de realizarse, seleccionando la función adecuada para las operaciones sobre objetos del escenario o actualizaciones de visualización requeridas por la exploración en el modo de cámara elegido.

Una vez que se ha realizado la tarea solicitada se actualizan los parámetros del escenario y se llama al método de dibujo requerido y se vuelve al principio del ciclo.

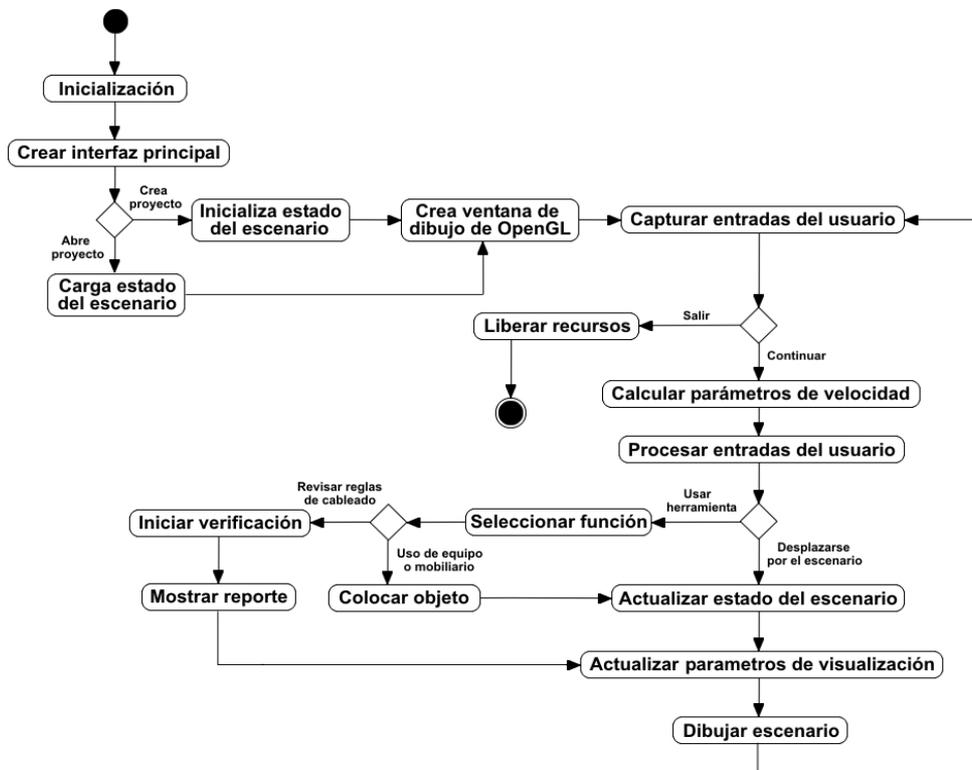


Figura 3.10. Eventos del sistema.



En la siguiente figura se muestran los procesos involucrados en el funcionamiento del sistema descrito anteriormente. Cada uno de estos procesos es ejecutado por un módulo específico que tiene dependencias con otros módulos que interactúan para llevar a cabo las actividades del ciclo del programa.

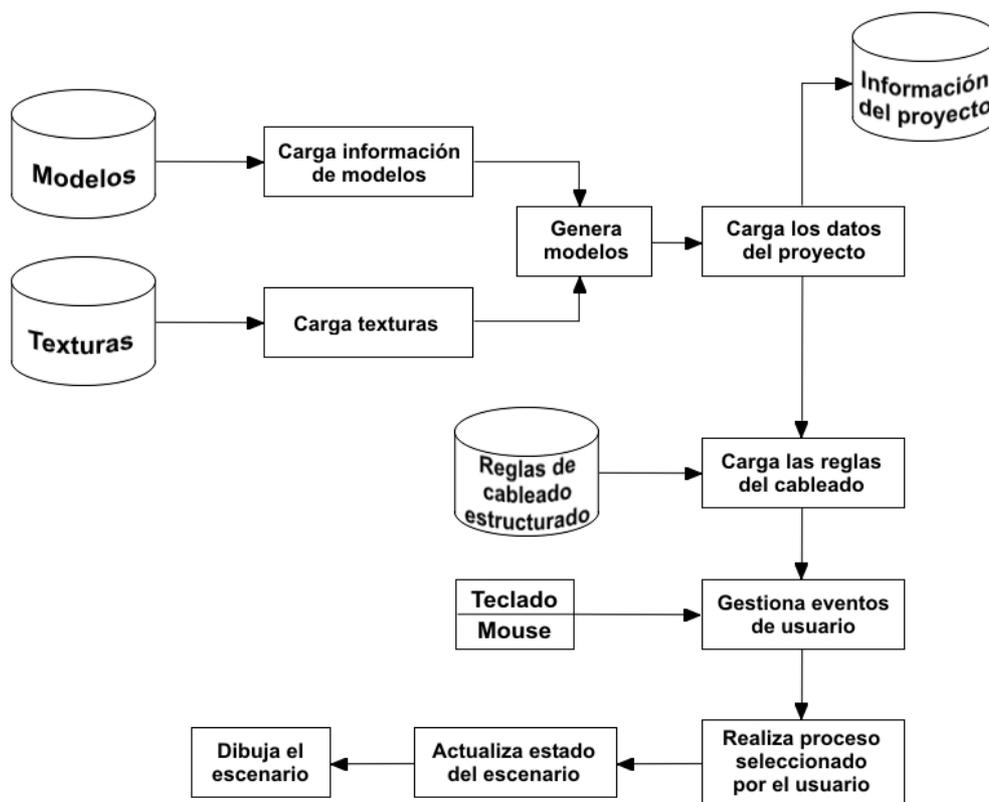


Figura 3.11. Procesos del sistema.



# Capítulo IV

Elaboración de una práctica:

**“Diseño de un sistema de cableado estructurado con el simulador VECSIM”**



## **4.1 Objetivo**

- El alumno observará la aplicación de los estándares ANSI/EIA/TIA 568 y ANSI/EIA/TIA 569 para el diseño de una red de datos con cableado estructurado mediante el uso del simulador de realidad virtual Vecsim.
- Familiarizar al alumno con el uso de las herramientas para implementación de cableado estructurado que posee el software Vecsim.

## **4.2 Introducción**

Un sistema de cableado estructurado puede proporcionar soluciones a las necesidades de comunicación de una organización. Estos sistemas de cableado pueden soportar múltiples ambientes de cómputo y aplicaciones, simplificar las tareas de administración, ahorrar costos y permitir la migración transparente a nuevas tecnologías y topologías sin necesidad de realizar costosas actualizaciones en la infraestructura de comunicaciones.

El cableado estructurado permite la implementación planeada y ordenada de la infraestructura de cable que conecta equipo de cómputo, teléfonos, conmutadores, equipo de procesamiento y sistemas de control de calefacción, ventilación, iluminación, etc.



## 4.3 Requerimientos

- Computadora con sistema operativo Windows 2000/XP, con el simulador VECSIM instalado.
- Un mínimo de 512 MB RAM
- Procesador Pentium III a 1.0 GHz o superior
- Tarjeta aceleradora de gráficos

## 4.4 Desarrollo de la práctica

### 4.4.1 Implementación de un sistema de Cableado Estructurado.

En este ejercicio el alumno pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en la clase teórica sobre los distintos subsistemas que componen un sistema de cableado estructurado, aplicando las normas y utilizando los componentes que requiere cada subsistema para su implementación en un espacio de oficinas virtual.

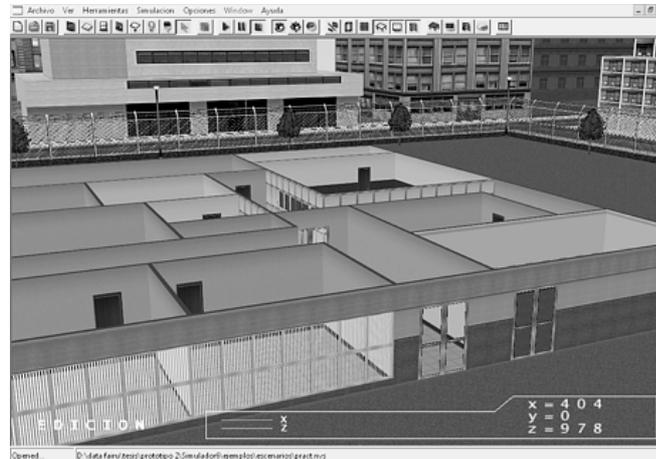
### 1. Manejo general del ambiente

1. Ejecute el programa Vecsim.exe. Para ello haga doble clic en el acceso directo que

está en el escritorio. 

2. En la barra de herramientas haga clic en **Abrir**. 

a) Seleccione el archivo ejemplos/escenarios/practica1.nvs



**Figura 4.1.** Escenario para la práctica 1.

b) El escenario cargado corresponde al que se muestra en la figura 4.1.

Para conocer con detalle el uso de las herramientas puede consultar la ayuda en cualquier momento seleccionando en el menú **Ayuda -> Contenidos**.

Puede ver el escenario en tres perspectivas diferentes, la que se muestra al abrir el proyecto es el modo de cámara giratoria  que se muestra en la figura 4.2. En este modo de vista puede desplazarse alejándose o acercándose desde el centro del escenario mediante las teclas de dirección **arriba** y **abajo**. También puede girar en torno al centro con las teclas de dirección **izquierda** y **derecha**.

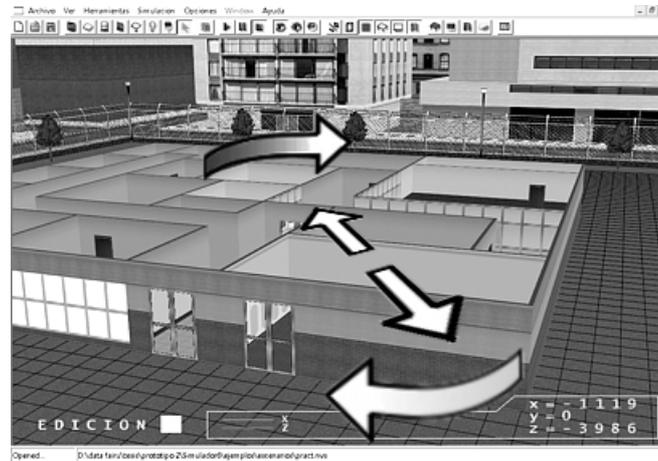


Figura 4.2. Movimientos para la cámara giratoria.

El segundo tipo de vista es el modo de cámara libre que se muestra en la figura 4.3.

Para activar este modo de vista presione el botón **Cámara libre**  en la barra de herramientas. Puede desplazarse por el escenario mediante las teclas de dirección **arriba**, **abajo**, **izquierda** y **derecha**. Para girar desde la posición actual utilice las teclas **+** y **-** del teclado numérico. Además puede hacer ascender o descender la posición de la cámara para tener una vista general del escenario mediante las teclas **Re. Pág.** y **Av. Pág.**

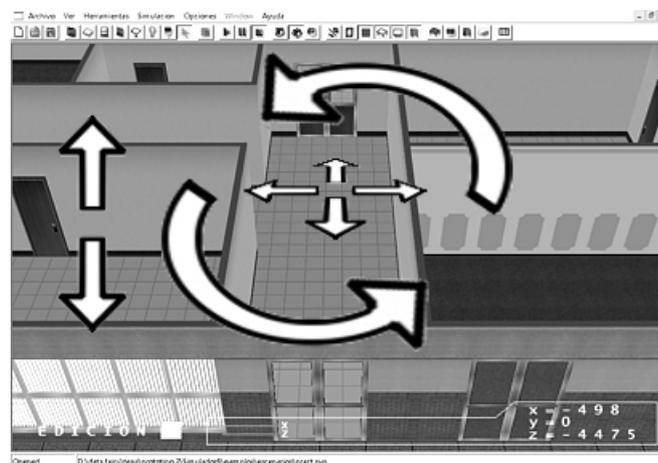
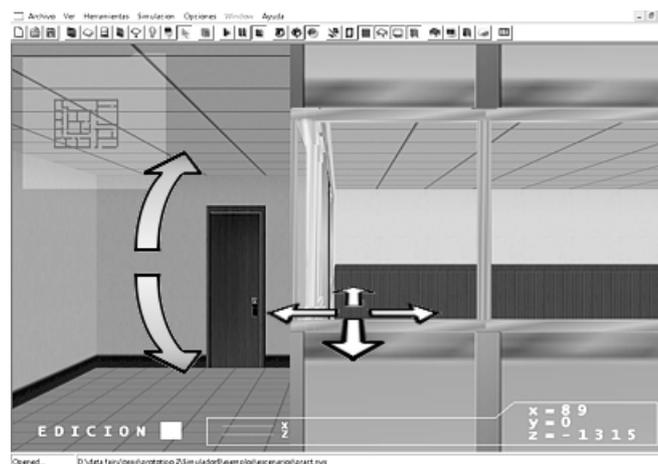


Figura 4.3. Movimientos para la cámara libre.

El sistema cuenta también con un modo de vista en primera persona que le permite ver los objetos con mayor detalle explorando el escenario desde la perspectiva de un observador que recorre el mismo. Para activar esta modalidad haga clic en **Vista en primera persona**  de la barra de herramientas. En la figura 4.4 se muestran los modos de desplazamiento que se pueden realizar con este tipo de cámara. Puede moverse hacia el frente o atrás mediante las teclas de dirección **arriba** y **abajo** o girar con las teclas **izquierda** y **derecha**. Para girar la vista hacia arriba o abajo verticalmente use las teclas **-** y **+** del teclado numérico.



**Figura 4.4.** Vista en primera persona.

En la parte superior izquierda de la pantalla se muestra un plano con la localización del observador. Para tener el plano presente en pantalla con cualquier tipo de vista seleccione el menú **Ver -> Mapa**. Como se puede ver en la figura 4.5, la pantalla se divide en tres partes, mostrando en la primera el escenario, en la segunda el plano del espacio de oficinas y en la parte inferior una serie de indicadores de posición, herramienta seleccionada, teclas de desplazamiento presionadas y rendimiento del

equipo sobre el que se ejecuta el sistema. Para volver al modo anterior elija **Ver -> Espacio de edición.**

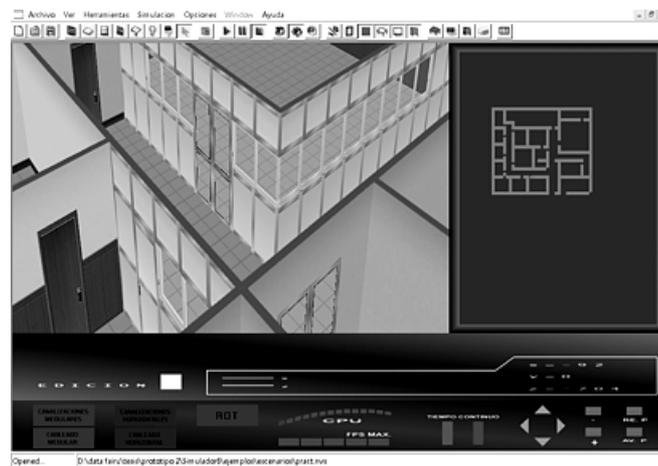


Figura 4.5. Mapa del escenario.

En la siguiente figura se muestran las teclas usadas para la exploración del escenario y sus funciones.

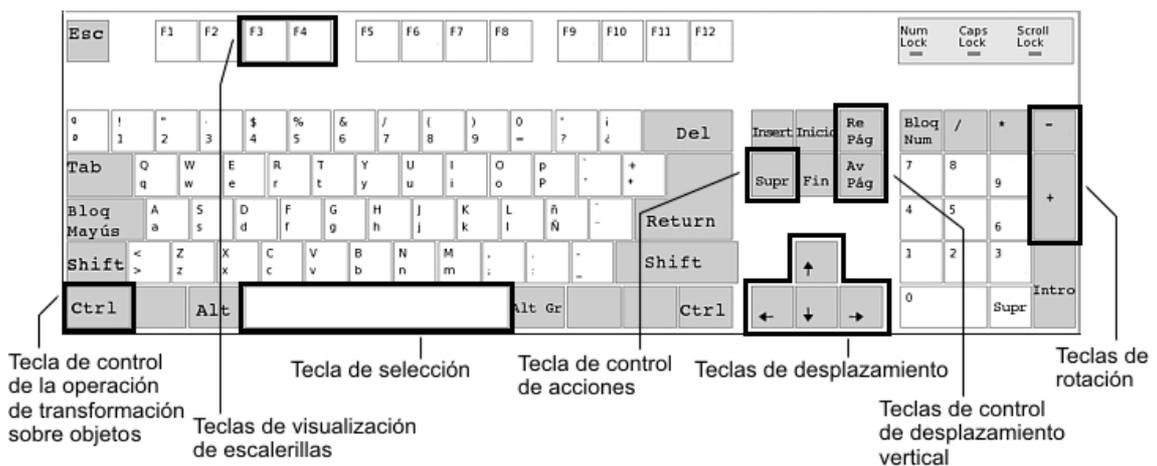


Figura 4.6. Función de las teclas.

**Teclas de desplazamiento:** Permiten al usuario definir la dirección en la que se moverá la cámara. Cuando se activa el modo de cámara giratoria, mediante las teclas



de dirección **arriba** y **abajo** se controla la distancia desde el centro del escenario a la cámara.

**Teclas de control de desplazamiento vertical:** Permiten controlar la altura de la cámara en el modo de cámara libre.

**Teclas de rotación:** Controlan la rotación de la cámara en el modo de cámara libre y la altura del punto de observación cuando se encuentra activo el modo de vista en primera persona.

También se controlan otras acciones por medio del teclado. A continuación se describen las funciones de esos grupos de teclas:

**Tecla de control de la operación de transformación sobre objetos:** Activa o desactiva el modo de rotación que permite aplicar dicha transformación a objetos de mobiliario y diversos equipos.

**Tecla de selección:** Permite confirmar la selección de un tipo específico de objeto dentro de la herramienta activa, como tipos de puertas, ventanas, muros o luces.

**Tecla de control de acciones:** Permite deshacer la última acción, eliminando nodos, cuando se encuentra activa la herramienta para colocación de cableado horizontal.

**Teclas de visualización de escalerillas:** Por medio de estas, se pueden ocultar o mostrar las escalerillas del sistema de canalizaciones horizontales por techo.

Las acciones sobre objetos se llevan a cabo por medio del ratón. El botón izquierdo se utiliza para colocar objetos como componentes de mobiliario y equipos. El botón derecho se utiliza para eliminar dichos objetos.



Figura 4.7. Función de los botones del ratón.

En secciones posteriores de la práctica se colocarán objetos como escritorios, computadoras, racks, canaletas, etc. Para facilitar estas tareas en espacios pequeños en donde los muros obstruyen la visibilidad puede ocultarlos cuando se requiera como se ve en la figura 4.8 haciendo clic en el botón **Ocultar / Mostrar muros**  en la barra de herramientas.

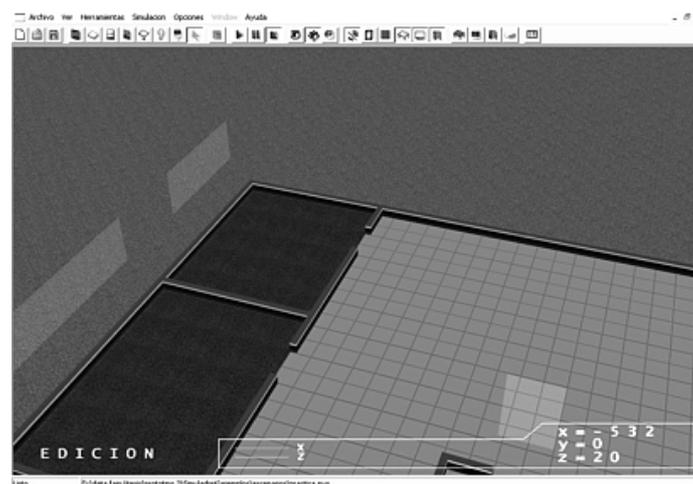


Figura 4.8. Función ocultar muros.

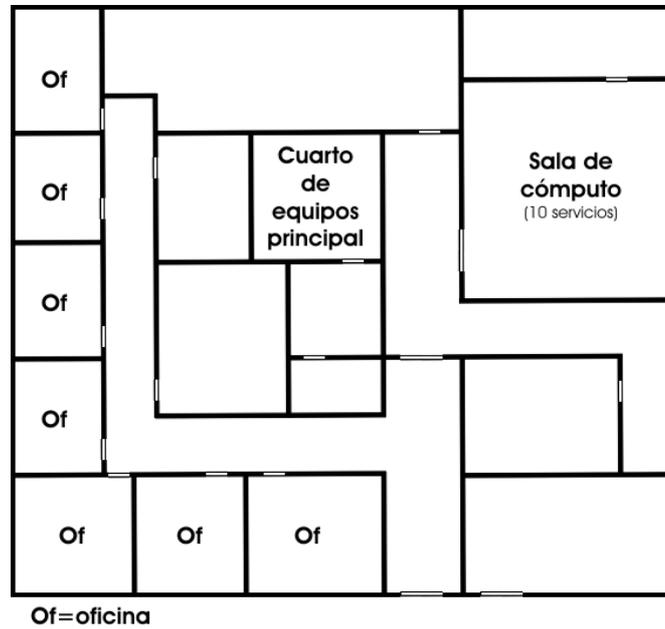


El botón  mantiene desactivadas todas las herramientas impidiendo que el usuario accidentalmente modifique los objetos en el escenario. También permite conocer las coordenadas en el espacio tridimensional del punto sobre el que se sitúa el puntero, mostrando su valor en la parte inferior derecha de la pantalla.

## **2. Implementación de un sistema de cableado estructurado**

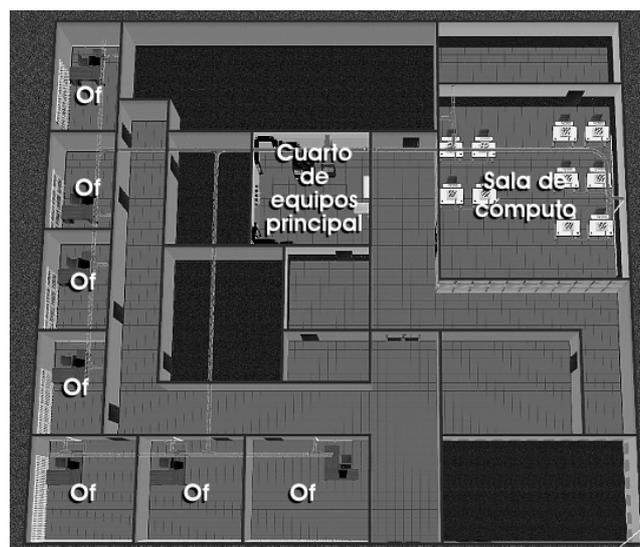
En este ejercicio se realizará la instalación del sistema de cableado estructurado en el espacio virtual de oficinas cargado en el primer paso de la sección anterior. Para la realización de la práctica se utilizará este escenario construido previamente con las herramientas de que dispone el sistema para la creación de espacios de oficinas virtuales. Se deja como ejercicio adicional para el alumno la construcción de otros escenarios auxiliándose de las instrucciones para el uso de las herramientas necesarias que puede consultar en la ayuda del programa.

En el plano de la figura 4.9 se muestran los requerimientos para la red de datos que se implementará en esta práctica. En el mapa se muestran los espacios sugeridos para colocar cada subsistema de cableado estructurado.



**Figura 4.9.** Localización de servicios.

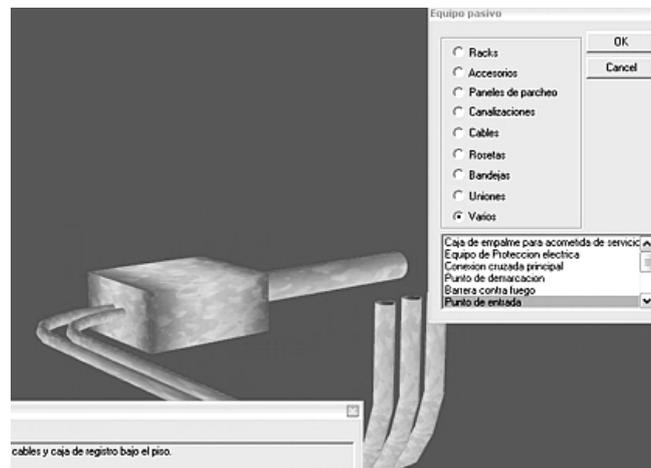
Si se requiere de mas información, el resultado final de la instalación del sistema de cableado estructurado de acuerdo a las especificaciones del plano en la figura 4.9 se puede consultar abriendo el archivo ejemplos/escenarios/practica1\_fase8.nvs que se muestra en la figura 4.10.



**Figura 4.10.** Vista aérea del escenario.

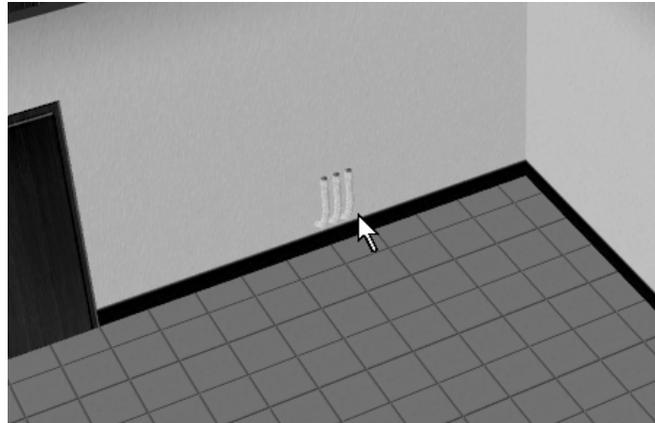


1. El área marcada como “**Cuarto de equipos principal**” en el plano de la figura 4.9 comprende los componentes correspondientes al cuarto de entrada de servicios, cuarto de equipos y cuarto de telecomunicaciones. Coloque los elementos de esas tres áreas. Desplace la vista hasta el área que se indica en la figura 4.9. Haga clic en la herramienta **Equipo pasivo**  de la barra de herramientas para activarla. En el cuadro de diálogo del lado derecho de la pantalla seleccione la opción **Varios**. A continuación seleccione de la lista de equipos “**Punto de entrada**” y haga clic en **OK**.



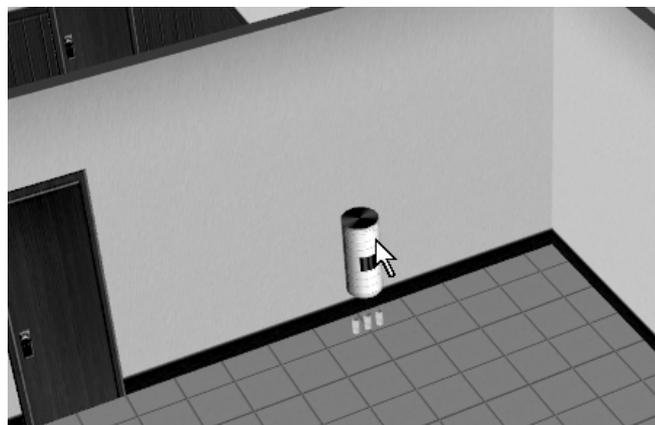
**Figura 4.11.** Selección de equipo pasivo.

Coloque el puntero del ratón sobre el muro que se muestra en la figura 4.12 y presione el botón izquierdo para colocar el punto de entrada de servicios. Presione el botón  para desactivar la herramienta.



**Figura 4.12.** Colocación del punto de entrada.

Vuelva a presionar  y elija **Varios -> Caja de empalme**. Acerque el puntero al muro, sobre la posición en la que colocó el punto de entrada y presione el botón izquierdo para colocar el objeto. Desactive la herramienta.



**Figura 4.13.** Colocación de la caja de empalme.

Seleccione **Varios -> Equipo de protección eléctrica**. Coloque el puntero sobre el muro y presione el botón izquierdo del ratón.

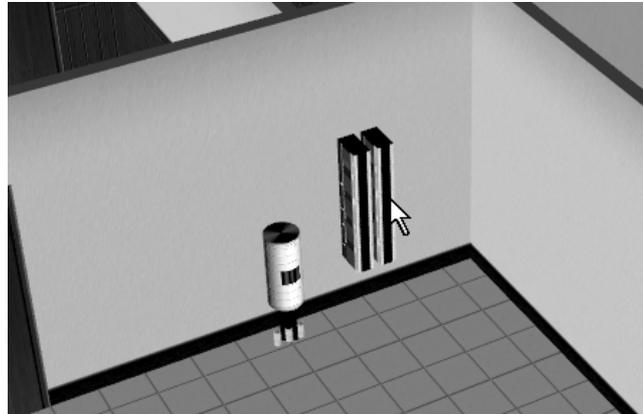


Figura 4.14. Colocación de la protección eléctrica.

Repita el procedimiento para colocar la **Conexión cruzada principal**, el **Punto de demarcación**, la **Caja de terminación**, la **Protección secundaria**, el **UPS**, el **Aire acondicionado** y el **Control de acceso** en las posiciones que se muestran en la siguiente figura.

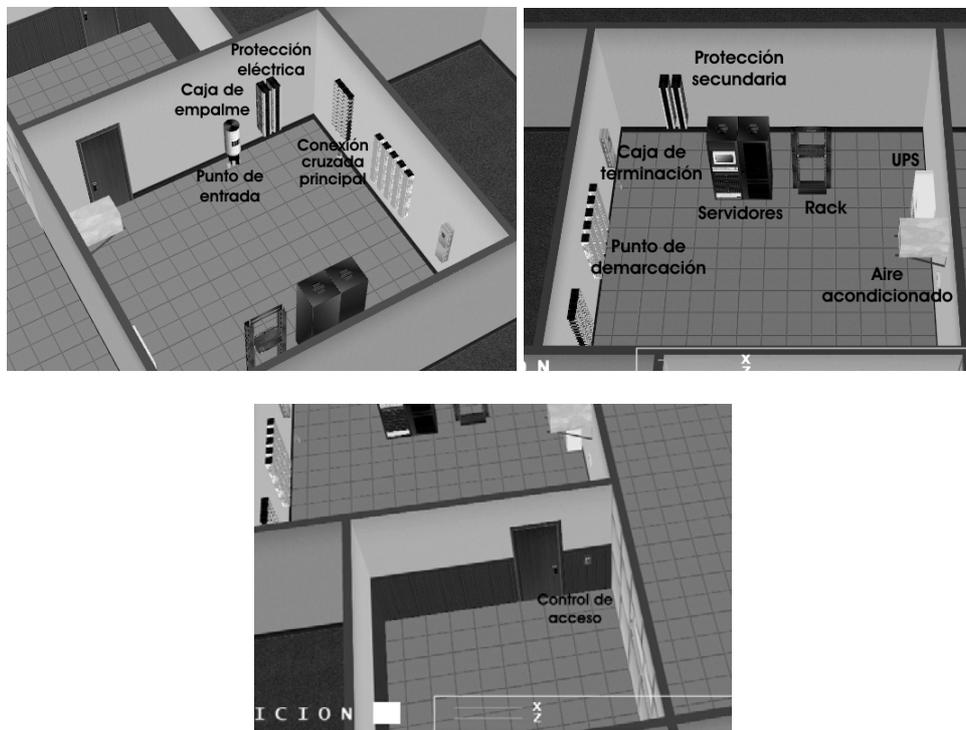
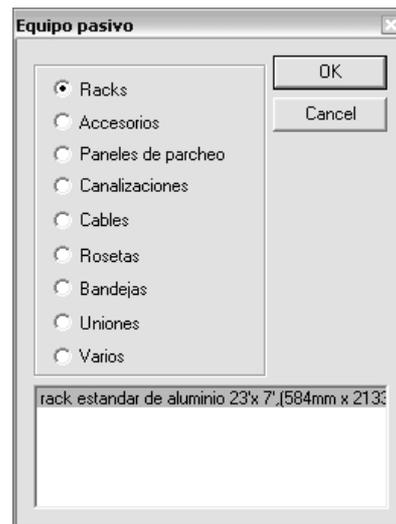


Figura 4.15. Disposición de componentes en el cuarto de equipos.

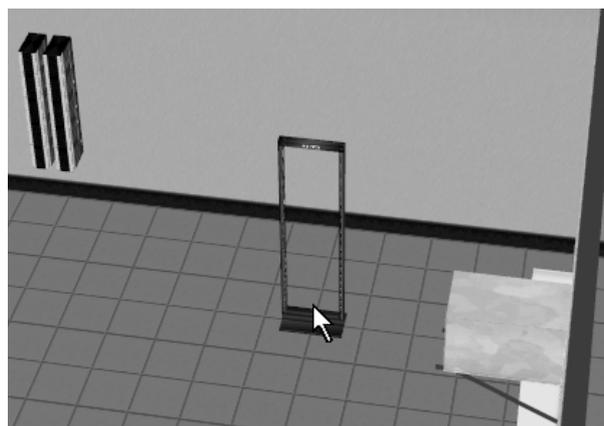


Para colocar el rack active la herramienta  y seleccione **Racks -> rack estándar de aluminio 23' x 7'**.



**Figura 4.16.** Selección del rack de telecomunicaciones.

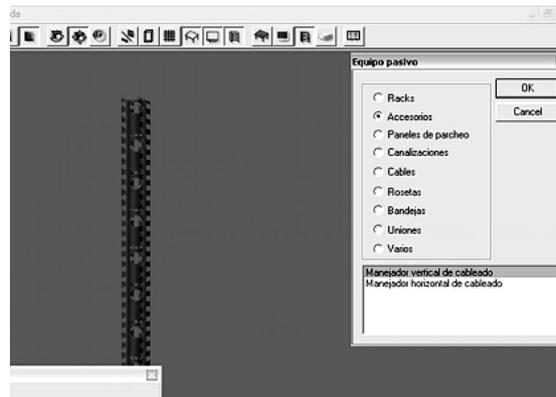
Mueva el rack mediante el ratón hasta el lugar en el que desea colocarlo. Presione el botón izquierdo del ratón para colocar el rack.



**Figura 4.17.** Colocación del rack.

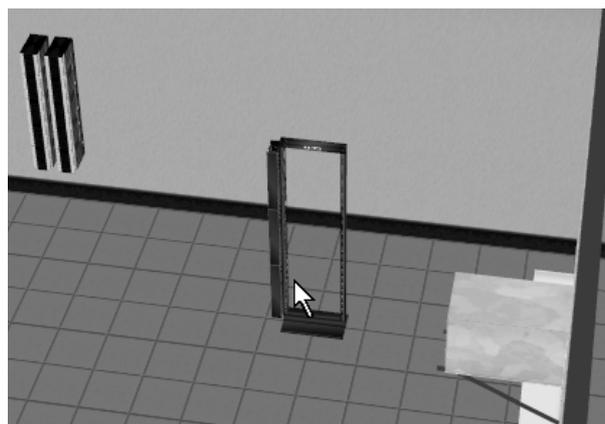
Coloque los accesorios y el equipo activo en el rack. Para colocar las terminaciones de los cables en el rack, previamente se deben colocar sobre este los organizadores verticales de cableado a los costados del rack, el organizador de cableado horizontal,

el panel de parcheo y el switch. Para colocar los organizadores verticales presione  y seleccione **Accesorios -> manejador vertical de cableado**.



**Figura 4.18.** Selección de accesorios para el rack.

Coloque el puntero del ratón en uno de los costados del rack hasta que el manejador vertical se ajuste a la posición del rack como se muestra en la figura 4.19. Presione el botón izquierdo del ratón para colocarlo. Repita el procedimiento para colocar el segundo organizador vertical en el otro lado del rack. Desactive .

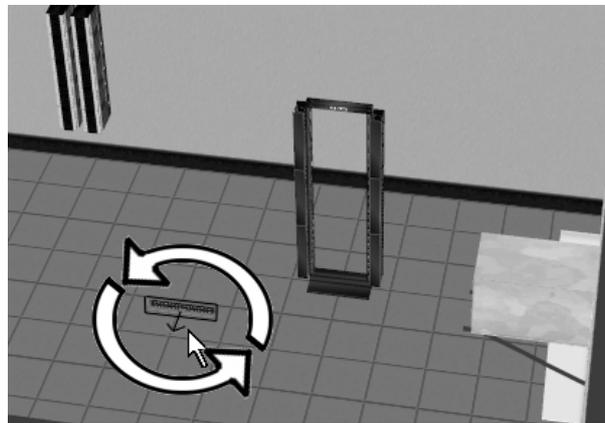


**Figura 4.19.** Colocación de los manejadores verticales de cableado.

Para colocar el panel de parcheo presione  y seleccione **Paneles de parcheo -> Panel de parcheo de 32 puertos** y presione el botón **OK** para confirmar la selección.

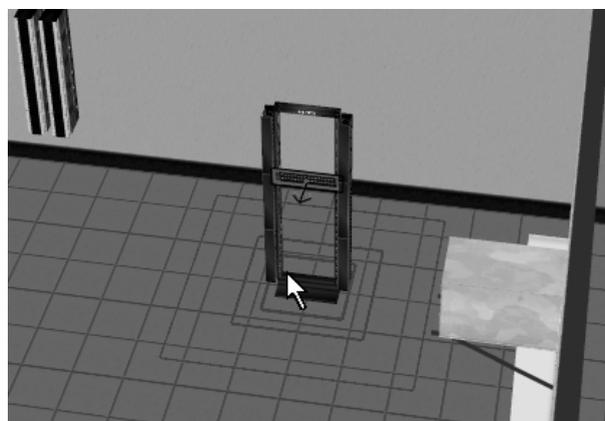


Si es necesario rote el panel de parcheo presionando primero la tecla **Ctrl** para activar el modo de rotación. El indicador “**ROT**” aparece en la parte izquierda inferior de la pantalla. Mueva el ratón mientras mantiene presionado el botón izquierdo hasta que la flecha indicadora de la cara frontal del panel de parcheo apunte hacia el exterior de la cara frontal del rack como se muestra en la figura 4.20. Presione nuevamente **Ctrl** para desactivar el modo de rotación.



**Figura 4.20.** Ajuste de la posición del panel de parcheo.

Coloque el puntero del ratón en la base del rack. Cuando aparezca el indicador en el piso como el que se muestra en la figura 4.21 presione el botón izquierdo del ratón.



**Figura 4.21.** Colocación del panel de parcheo.



La vista de la cámara cambia a un acercamiento del rack, desplace verticalmente el panel de parcheo mediante las teclas de dirección hasta la posición deseada. Presione el botón izquierdo del ratón sobre el panel para colocarlo. Presione de nuevo  para desactivar la herramienta.

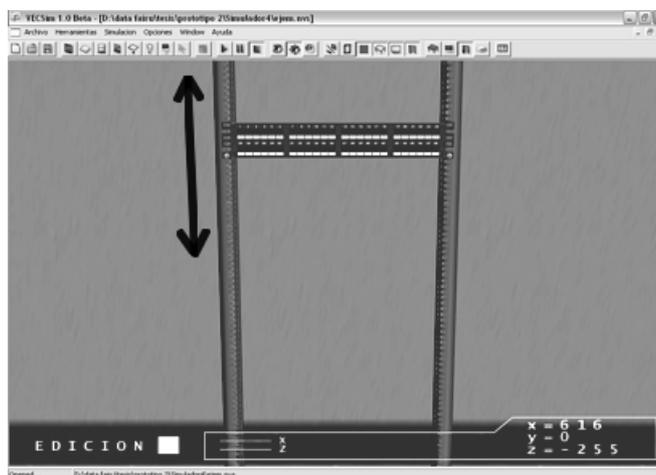
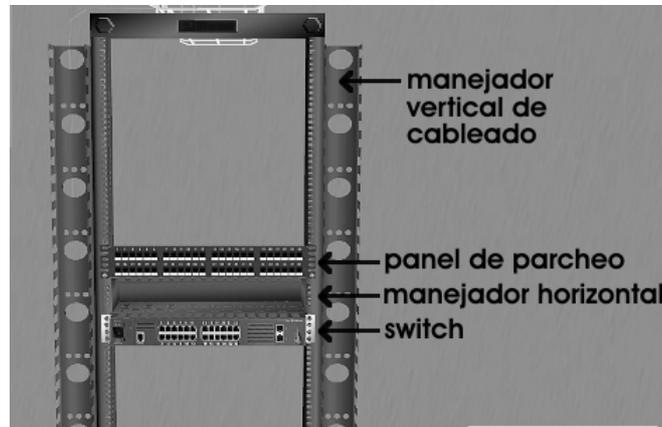


Figura 4.22. Desplazamiento vertical en el rack.

Para colocar el organizador de cableado horizontal presione  y seleccione **Accesorios → Manejador horizontal de cableado**. Después repita el procedimiento que usó para colocar el panel de parcheo.

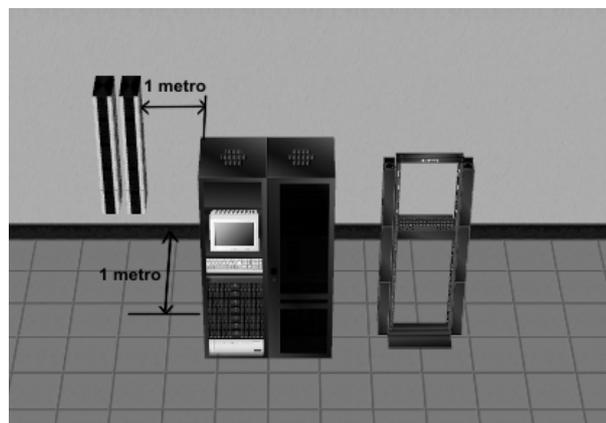
Coloque el equipo activo. Para ello active la herramienta **Equipo Activo**  y seleccione **Ethernet 24-Port 100BaseTx Switch**. Repita el procedimiento del panel de parcheo para colocar el switch en el rack. No debe haber espacios entre los tres componentes. El orden en el que deben estar colocados los equipos en el rack se muestra en la siguiente figura.



**Figura 4.23.** Disposición de los componentes en el rack.

Para borrar cualquiera de estos elementos siga el mismo procedimiento de colocación pero usando el botón derecho del ratón.

El gabinete con servidores se coloca igual que un rack, se puede usar el modo de rotación para girarlo y debe colocarse junto al rack y a una distancia de por lo menos un cuadro (1 metro) de separación entre el muro y la cara trasera, también debe existir una separación de un cuadro con el equipo de protección eléctrica como se muestra en la siguiente figura.



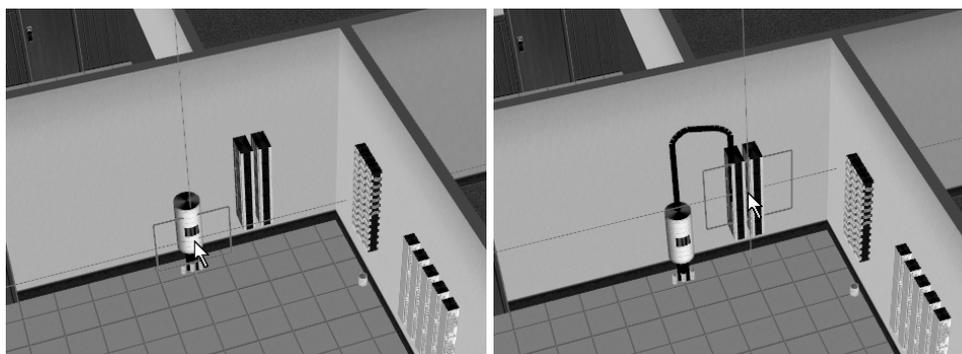
**Figura 4.24.** Colocación de los servidores.



El resultado de la etapa implementada con las indicaciones del paso 1 se puede consultar en el archivo ejemplos/escenarios/practica1\_fase1.nvs

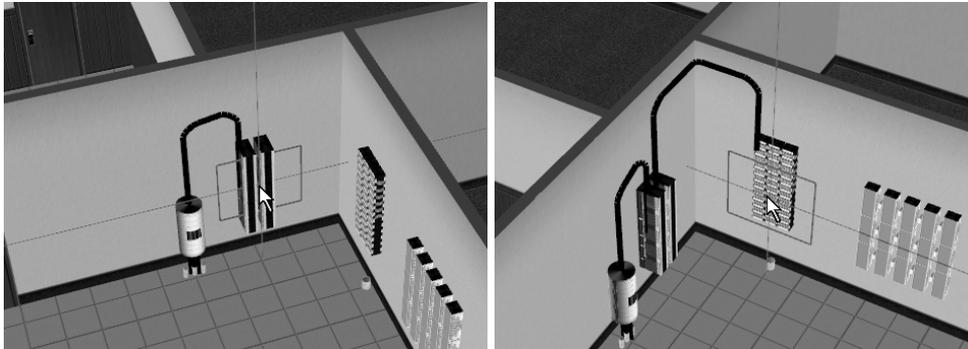
2. Una vez que ha colocado todos los componentes del cuarto de equipos principal se procederá a implementar el cableado de interconexión de esos equipos. Para ello presione  en la barra de herramientas y seleccione Cables -> Cable de conexión a equipo diverso.

Desplace la cámara hasta el cuarto de equipos principal y coloque el puntero del ratón sobre la caja de empalme. Cuando aparezca el indicador que se muestra en la figura presione el botón izquierdo. Coloque el puntero sobre el equipo de protección eléctrica y en la posición del ratón que aparezca el indicador presione el botón izquierdo para colocar el segundo extremo del cable.



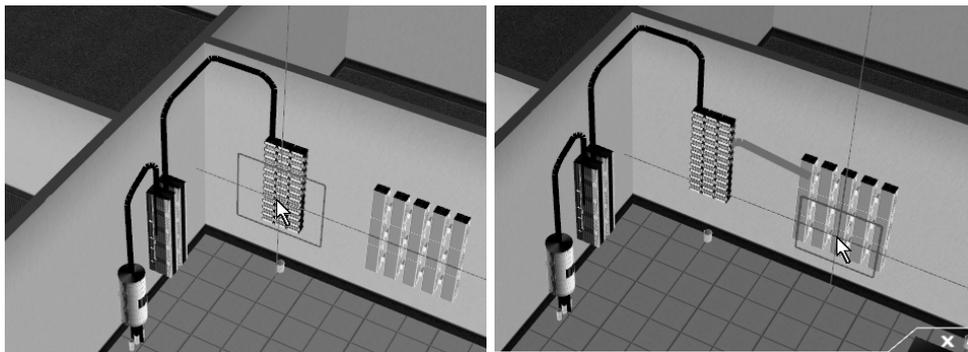
**Figura 4.25.** Conexión de la caja de empalme a la protección primaria.

Repita el procedimiento para conectar el equipo de protección eléctrica a la conexión cruzada principal.



**Figura 4.26.** Conexión de la protección primaria a la conexión cruzada principal.

Coloque un cable de conexión entre la conexión cruzada principal y el punto de demarcación.



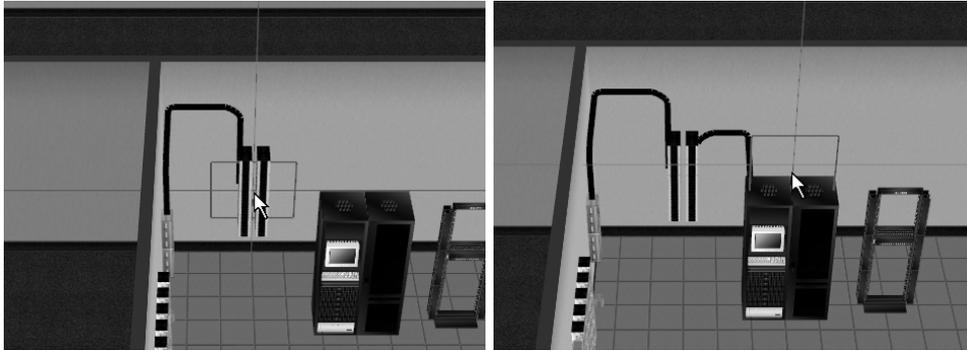
**Figura 4.27.** Conexión de la conexión cruzada y el punto de demarcación.

Conecte la caja de terminación al equipo de protección eléctrica.



**Figura 4.28.** Caja de terminación y protección secundaria.

Conecte el equipo de protección eléctrica al gabinete con servidores.



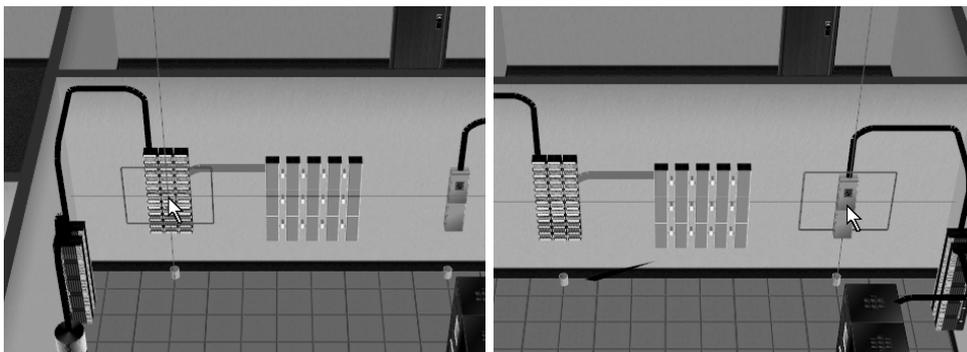
**Figura 4.29.** Conexión protección secundaria - servidores.

Puede borrar cualquier cable utilizando el botón derecho del ratón. Haga clic el botón



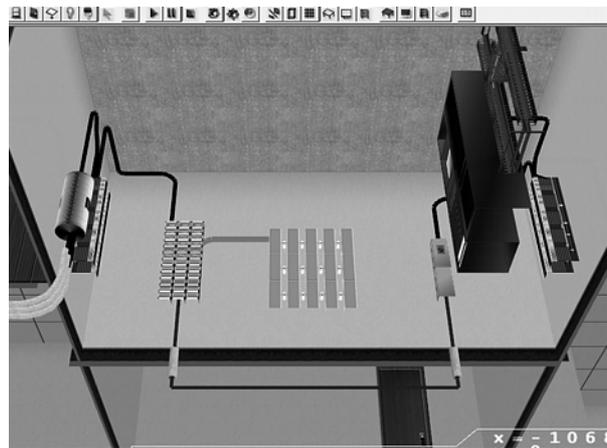
para desactivar la herramienta.

Haga clic en la herramienta  y seleccione **Cables -> Cableado vertical**. Posicione el puntero del ratón sobre la conexión cruzada principal y presione el botón izquierdo cuando aparezca el indicador mostrado. Posteriormente presione sobre la caja de terminación en el cuarto de equipos.



**Figura 4.30.** Conexión cruzada principal a la caja de terminación.

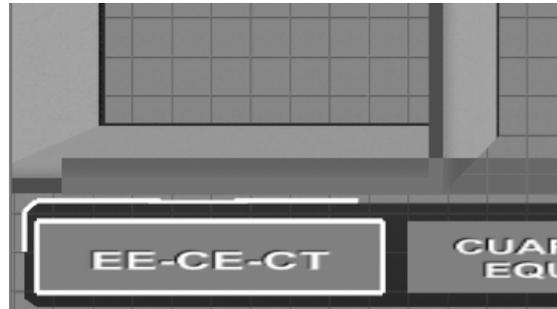
Ambos componentes quedan enlazados como se ve en la siguiente figura. Desactive la herramienta.



**Figura 4.31.** Detalle de las conexiones.

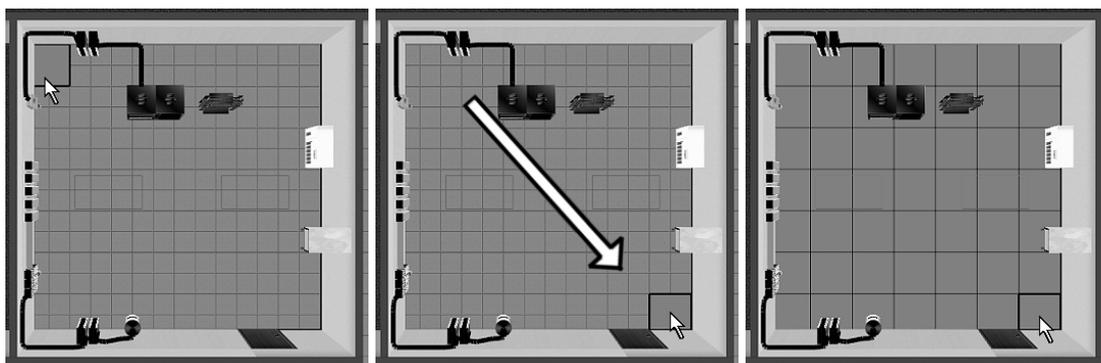
Puede obtener la vista de la figura anterior activando cámara libre  en la barra de herramientas y haciendo descender la posición de la cámara mediante la tecla Av. Pág.

Marque el área utilizada como cuarto de equipos principal. En la barra de herramientas haga clic en **Establecer Áreas** . Se muestra una vista desde la parte superior del escenario. En el menú que aparece en la parte inferior de la pantalla seleccione la opción **EE-CE-CT** (Entrada al edificio - Cuarto de equipos - Cuarto de telecomunicaciones) desplazándose horizontalmente con las teclas de dirección y presione la barra espaciadora para confirmar la selección.



**Figura 4.32.** Selección del tipo de área.

Desplace la vista hasta el área que ocupa el cuarto que usará como cuarto de equipos principal y marque esa zona con el color seleccionado presionando el botón izquierdo del ratón sobre una esquina del cuarto y arrastrando hasta la esquina contraria manteniendo presionado el botón y sin rebasar el límite de los muros. Al soltar el botón izquierdo del ratón el área es marcada con el color correspondiente al tipo de subsistema seleccionado. Presione el botón  para desactivar la herramienta.



**Figura 4.33.** Estableciendo el tipo de subsistema.

Si rebasa el límite de los muros, elimine el color del área marcada en su totalidad repitiendo el procedimiento pero usando el botón derecho del ratón e intente marcar el área de nuevo.

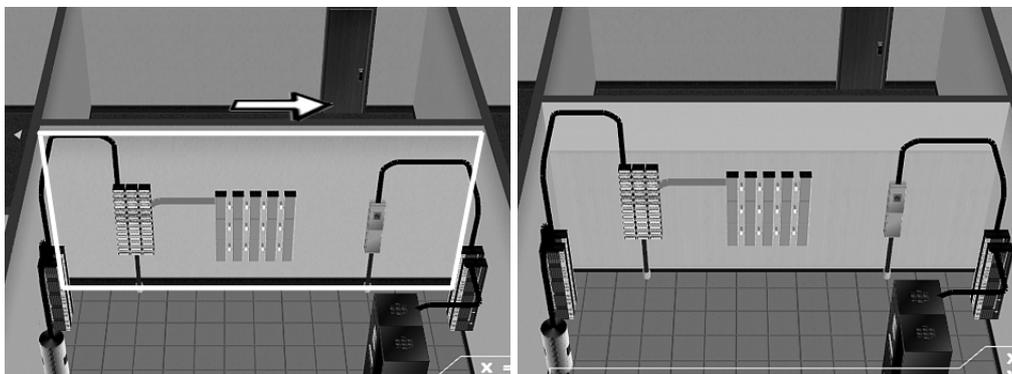


Coloque plywood en al menos dos muros del cuarto de equipos principal sobre los que se encuentren instalados equipos. En la barra de herramientas haga clic en **Pintar muro**  y seleccione plywood en el menú de la parte inferior de la pantalla. Presione la barra espaciadora para confirmar la selección.



**Figura 4.34.** Selección del material del muro.

Coloque el puntero del ratón sobre el extremo del muro desde el cual comenzara a colocar el plywood. Presione el botón izquierdo del ratón y arrastre hasta el extremo contrario. Suelte el botón izquierdo para aplicar el cambio al muro.



**Figura 4.35.** Colocación de plywood.

Presione  para desactivar la herramienta.

Si tiene dudas puede ver el resultado de la implementación de esta etapa en el archivo ejemplos/escenarios/practica1\_fase2.nvs

3. Coloque las canalizaciones por techo para el sistema de cableado horizontal siguiendo la ruta que se muestra de color blanco en la figura 4.36.

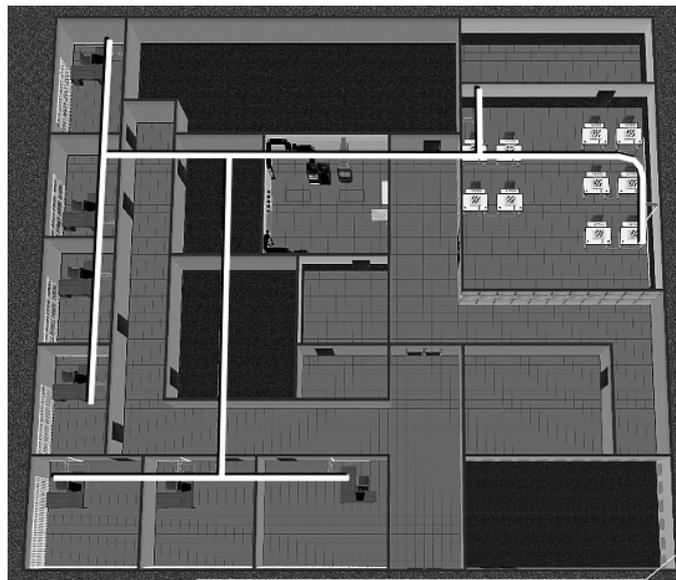


Figura 4.36. Recorrido de las canalizaciones por techo.

Presione el botón  y seleccione **Canalizaciones -> Escalerilla para canalización por techo**.

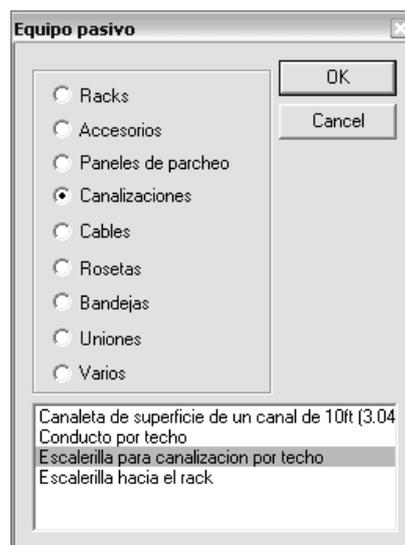
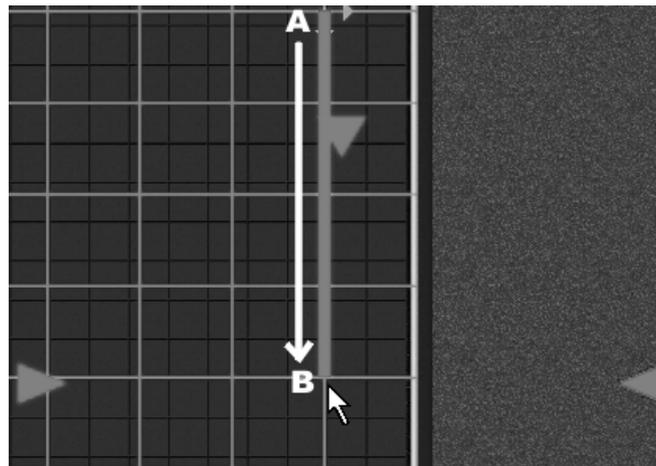


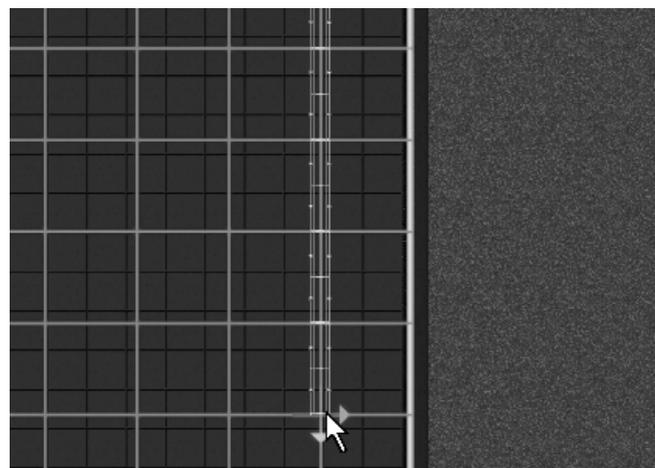
Figura 4.37. Selección de escalerillas para canalizaciones.

El modo de cámara muestra una vista de planta en donde se puede desplazar con las teclas de dirección. Presione el botón izquierdo del ratón sobre un punto de la cuadrícula y arrastre hasta el punto en donde concluirá el segmento de escalerilla.



**Figura 4.38.** Definiendo la longitud del segmento.

Se muestra una línea que indica el recorrido de la canalización, al soltar el botón se dibuja la escalerilla. Si necesita borrar un segmento de escalerilla repita el procedimiento pero usando el botón derecho del ratón. Presione nuevamente  para desactivar la herramienta.



**Figura 4.39.** Colocación de la escalerilla.

Si se requiere modificar la dirección del recorrido de la escalerilla puede utilizarse una unión curva en L o una unión T. Para usar una unión L tiene que existir una separación entre los segmentos a unir como se muestra en la siguiente figura.

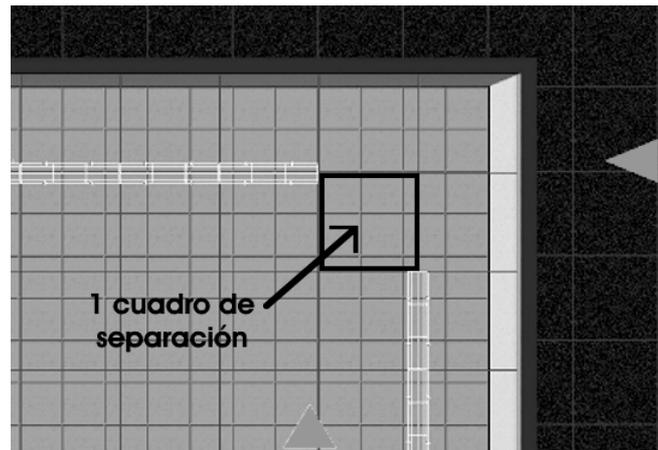


Figura 4.40. Cambio de dirección en el recorrido.

Presione el botón  y seleccione **Uniones -> Unión L escalerilla**.

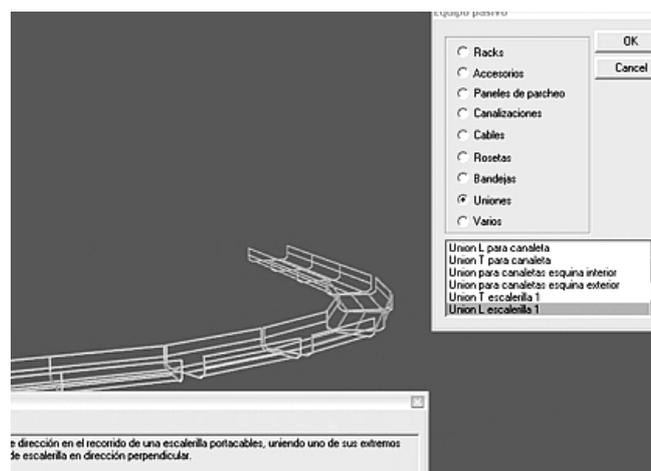
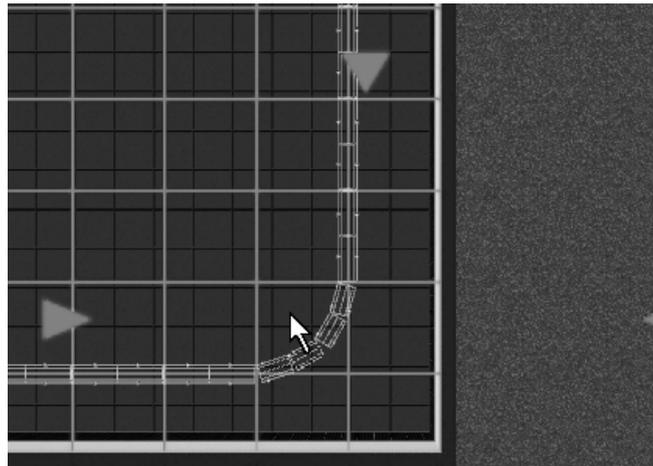


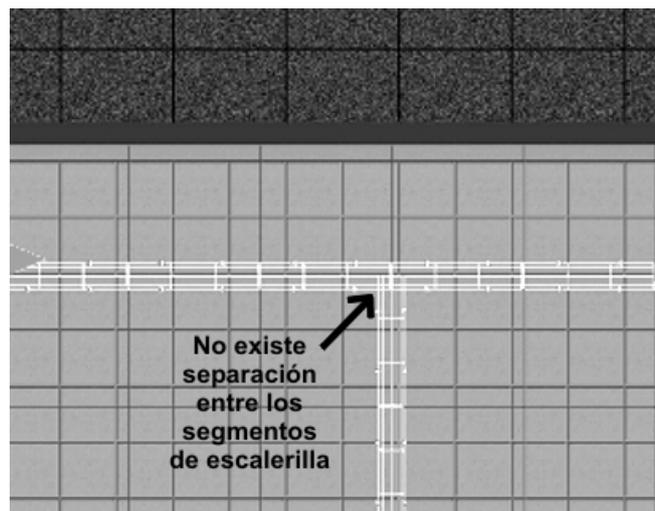
Figura 4.41. Selección de uniones.

Desplace el puntero del ratón hasta el espacio entre las escalerillas a unir. Mueva el puntero hasta que la unión tome la posición adecuada para unir ambos segmentos y presione el botón izquierdo para colocarla.



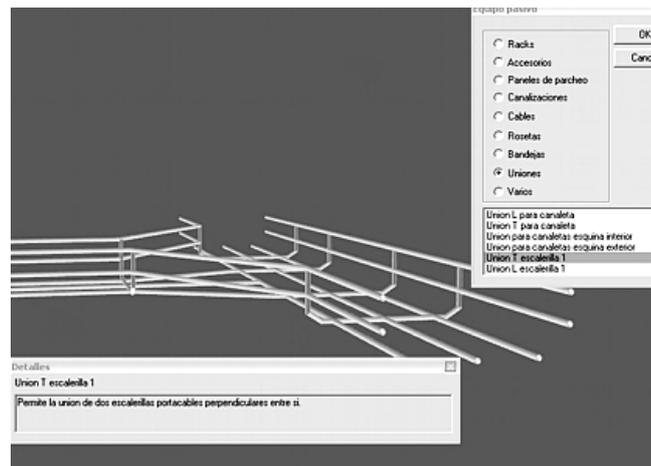
**Figura 4.42.** Colocación de la unión para escalerillas.

Una unión T se puede colocar entre dos segmentos de escalerilla perpendiculares con la posición que se muestra en la figura 4.43. No debe existir separación entre los segmentos.



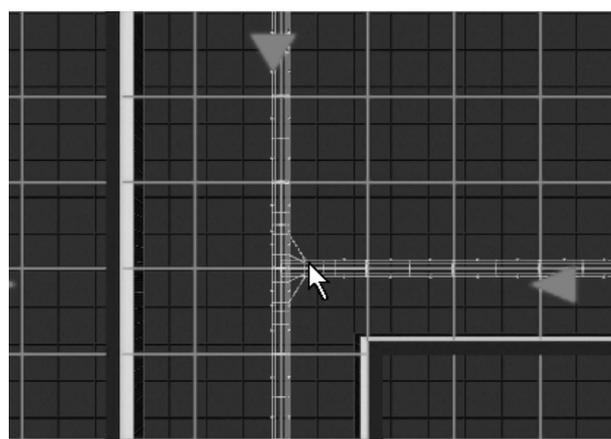
**Figura 4.43.** Cruce de segmentos.

Para usar la unión T presione el botón  de la barra de herramientas y seleccione **Uniones -> Unión T escalerilla**.



**Figura 4.44.** Selección de unión tipo T.

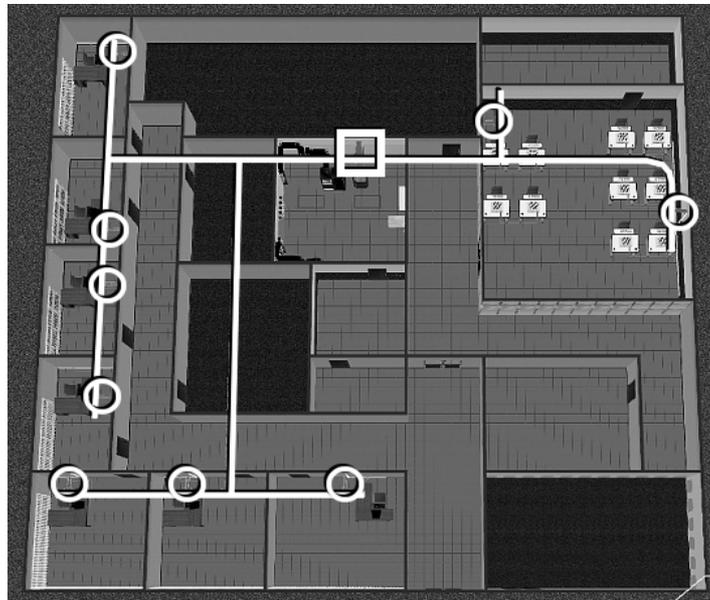
Coloque el puntero del ratón en el punto de unión entre los segmentos de escalerilla. La unión toma la posición adecuada de manera automática. Presione el botón izquierdo para colocar la unión. Presione de nuevo el botón  para desactivar la herramienta.



**Figura 4.45.** Colocación de la unión tipo T.

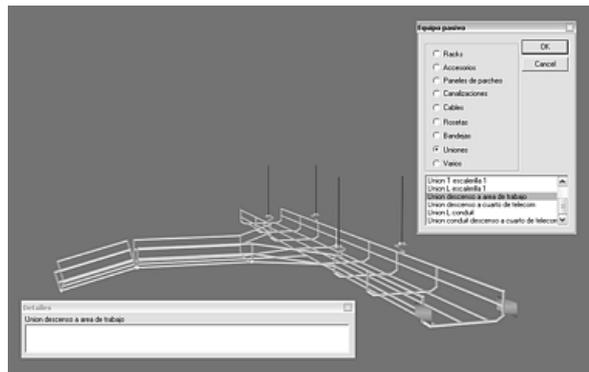
Para borrar una unión tipo L o T active la herramienta **Equipo Pasivo**  y seleccione el tipo de unión que desea borrar. Repita el procedimiento que usó para colocar la unión pero empleando el botón derecho del ratón. Si requiere borrar una unión junto con los segmentos de escalerilla que conecta, elimine primero la unión y después los segmentos.

Enseguida coloque las uniones de descenso al área de trabajo y cuarto de telecomunicaciones en los puntos que se indican en la figura 4.46. Los círculos corresponden a las posiciones de las uniones de descenso al área de trabajo y el cuadro indica la posición de la unión de descenso al cuarto de telecomunicaciones.



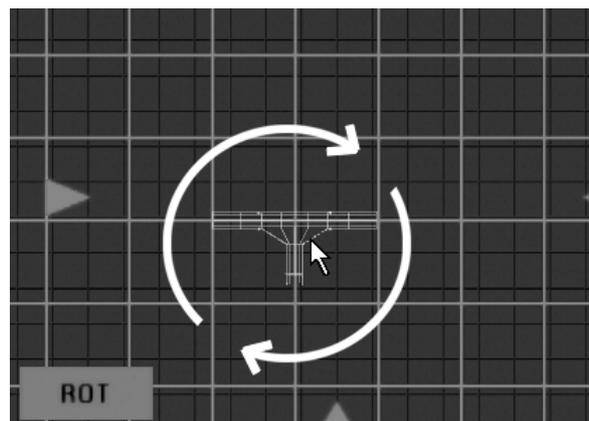
**Figura 4.46.** Localización de los puntos de descenso.

Active la herramienta  y seleccione **Uniones -> Unión descenso a área de trabajo**.



**Figura 4.47.** Selección de accesorio para descenso de cables.

El modelo de la unión de descenso hacia el área de trabajo sigue la posición del puntero del ratón. Si necesita cambiar su orientación active el modo de rotación mediante la tecla **Ctrl** y mueva el ratón manteniendo presionado el botón izquierdo hasta obtener la posición deseada de la unión. Desactive el modo de rotación presionando nuevamente la tecla **Ctrl** para poder colocarla en la escalerilla.



**Figura 4.48.** Rotación de la unión.



Para colocar la unión mueva el puntero del ratón hasta un segmento de escalerilla que se encuentre paralelo al muro, a una distancia de un cuadro como se muestra en la figura 4.49. Posteriormente presione el botón izquierdo del ratón para colocar la unión.

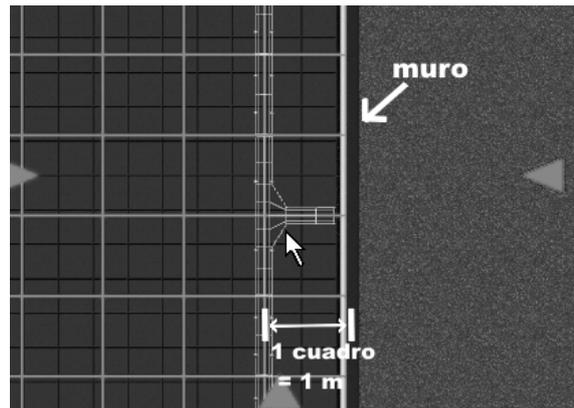


Figura 4.49. Colocación de la unión de descenso.

Coloque la escalerilla en el muro que unirá la unión de descenso al cuarto de telecomunicaciones con el rack en el cuarto de equipos principal. Presione el botón



de la barra de herramientas y seleccione **Canalizaciones - > Escalerilla hacia el rack**.

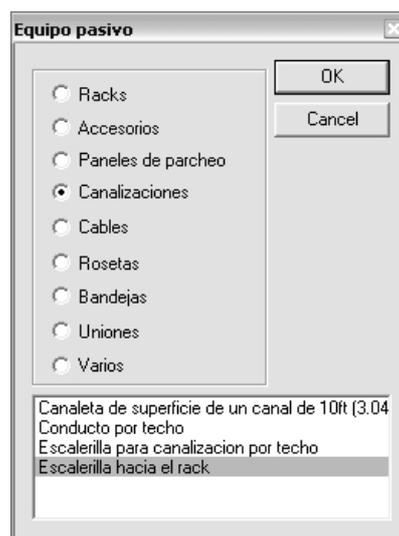
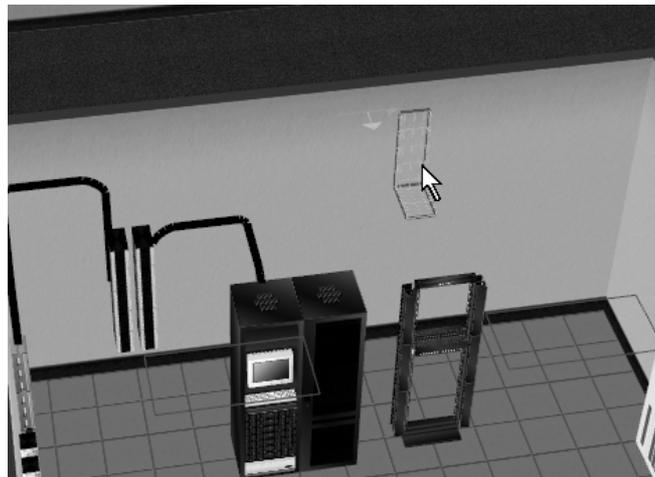


Figura 4.50. Selección de canalizaciones.

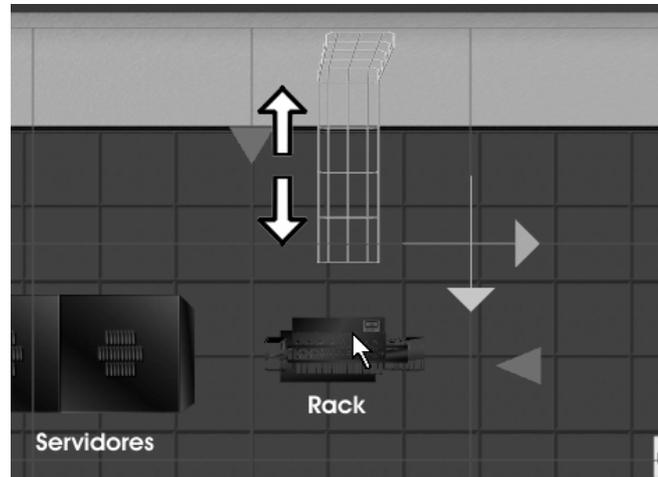


Coloque el puntero del ratón sobre el muro detrás del rack en el cuarto de equipos principal como se muestra en la figura 4.51.



**Figura 4.51.** Colocación de la unión hacia el rack.

Presione el botón izquierdo del ratón, al hacerlo el modo de cámara cambia mostrando una vista desde la parte superior del escenario. Mueva el puntero del ratón para modificar la longitud de la parte horizontal de la escalerilla desde la pared como se muestra en la figura 4.52. Presione el botón derecho del ratón en un punto sobre el rack o cercano a este para fijar la escalerilla al muro. Posteriormente la cámara regresa al modo anterior. Presione el botón  para desactivar la herramienta.



**Figura 4.52.** Ajuste de la longitud de la escalerilla.

Si necesita borrar la escalerilla hacia el rack seleccione nuevamente **Canalizaciones - > Escalerilla hacia el rack**. Posteriormente acerque la escalerilla al muro haciéndola coincidir con la que desea eliminar y presione el botón derecho del ratón. Haga clic en  para desactivar la herramienta.

Coloque la unión para el descenso del cableado hacia la habitación que se usará como cuarto de telecomunicaciones como se muestra en la figura 4.53 haciéndola coincidir con la posición de la escalerilla de descenso hacia el rack, para eso seleccione esta vez **Uniones -> Unión descenso a cuarto de telecomunicaciones** y repita el procedimiento que se usó para colocar las uniones de descenso al área de trabajo.

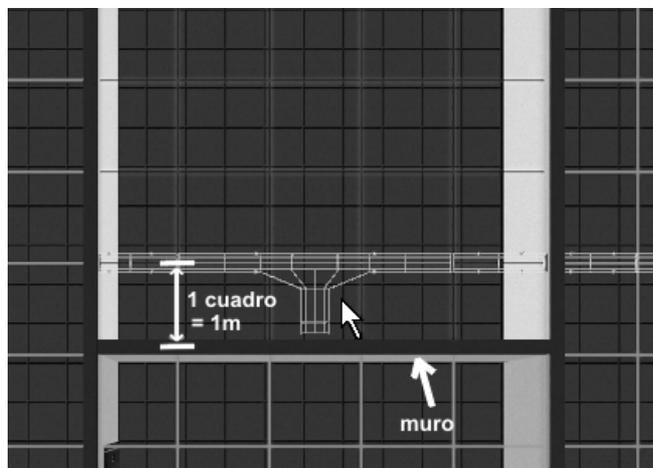


Figura 4.53. Colocación de la escalerilla de descenso al rack.

Si necesita borrar una unión de descenso a cuarto de telecomunicaciones o área de trabajo repita el procedimiento de colocación pero usando el botón derecho del ratón.

Haga clic en  para desactivar la herramienta y volver al modo de vista normal.

Coloque barreras contra fuego en todos los muros que sean atravesados por una escalerilla. Para ello haga clic en  y seleccione **Varios -> Barrera contra fuego**.

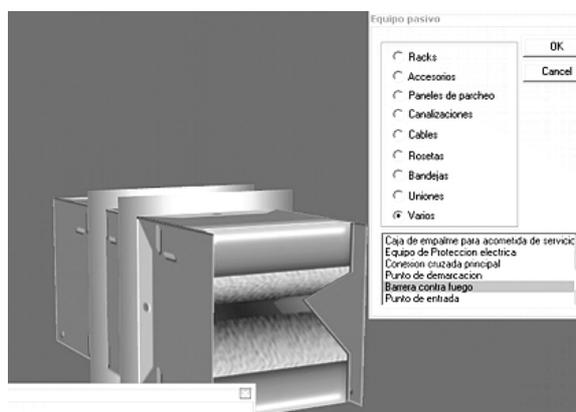
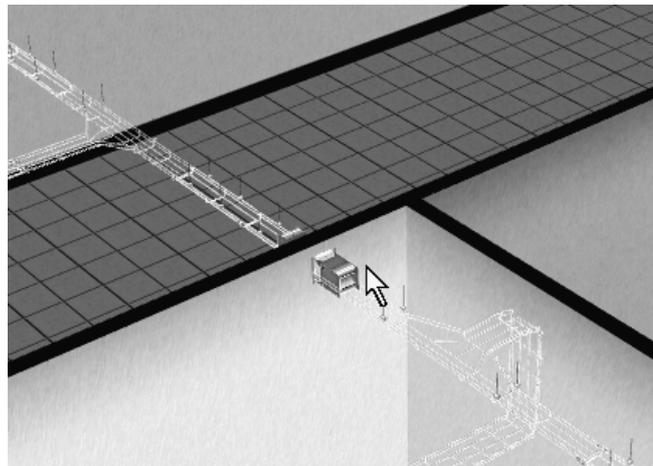


Figura 4.54. Selección de barrera contra fuego.

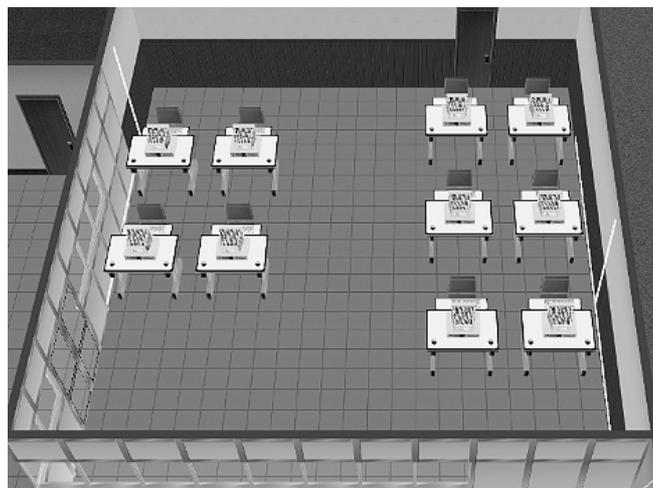
Acerque el puntero del ratón al punto en el que la escalerilla o ducto atraviesa el muro y presione el botón izquierdo del ratón para colocar la barrera.



**Figura 4.55.** Colocación de la barrera contra fuego.

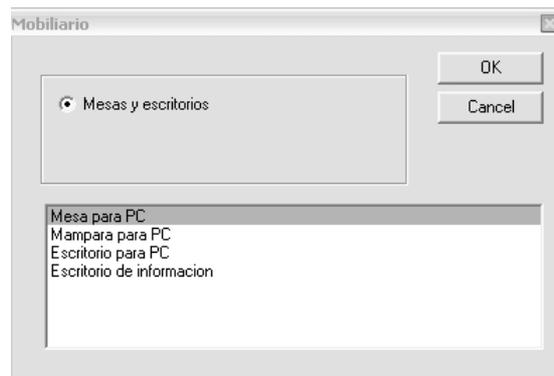
Puede consultar los detalles de la instalación de las canalizaciones horizontales por techo en el archivo `ejemplos/escenarios/practica1_fase3.nvs`

4. Coloque mesas en el área designada como sala de cómputo en la siguiente figura.



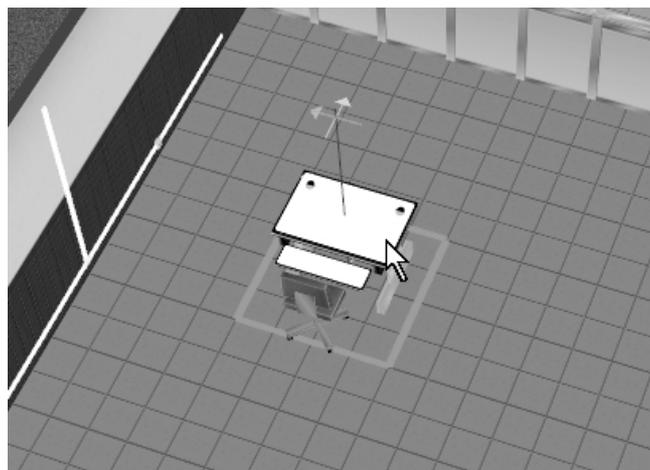
**Figura 4.56.** Disposición de las estaciones de trabajo.

Para eso haga clic en la herramienta **Mobiliario** . En el cuadro de dialogo de mobiliario seleccione **Mesa para PC** y presione el botón **OK** para confirmar la selección.



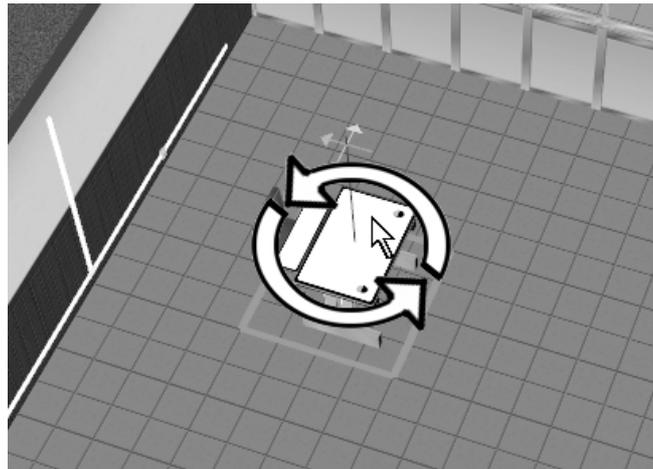
**Figura 4.57.** Selección de mesas.

Como se muestra en la siguiente figura, el modelo de la mesa sigue la posición del puntero del ratón.



**Figura 4.58.** Colocación de la mesa.

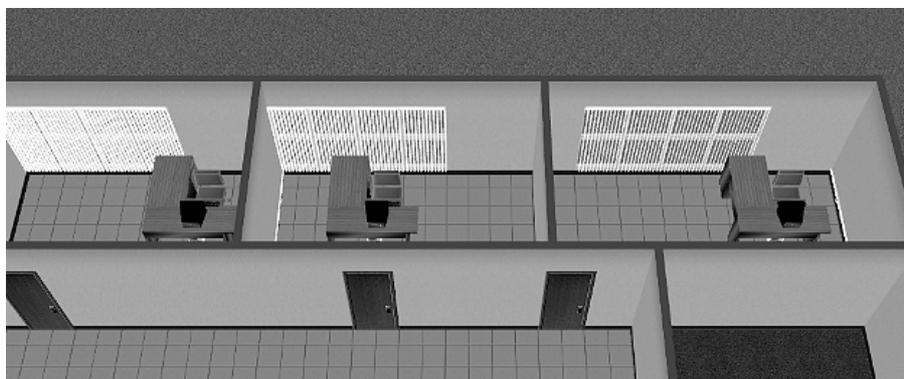
Si se requiere cambiar la orientación de la mesa, presione la tecla **Ctrl**, y suéltela para activar el modo de rotación. Mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras lo mueve en la dirección hacia donde quiera que la mesa gire.



**Figura 4.59.** Rotación de la mesa.

Al obtener la orientación deseada, presione nuevamente la tecla **Ctrl** para desactivar el modo de rotación y presione el botón izquierdo del ratón sobre el lugar en el que quiere colocar la mesa.

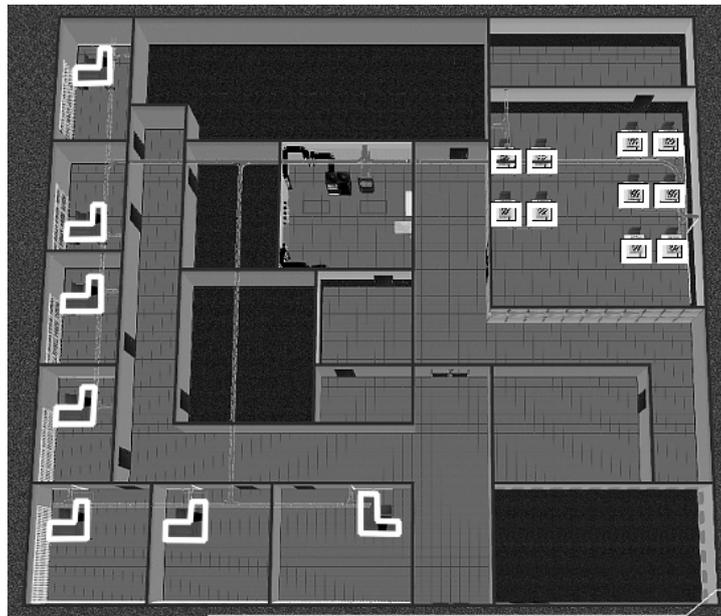
Coloque escritorios en los espacios marcados como oficina, para ello active  y seleccione **Escritorio para PC**.



**Figura 4.60.** Escritorios en la oficinas.



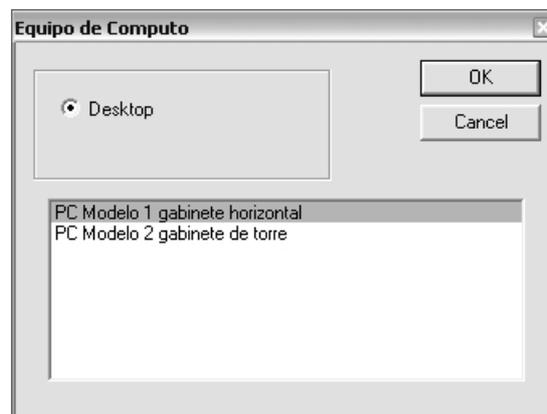
En la siguiente figura se muestra la localización de todas las mesas y escritorios en el escenario.



**Figura 4.61.** Localización de las áreas de trabajo.

Coloque computadoras en las mesas y escritorios. Para ello haga clic en el botón

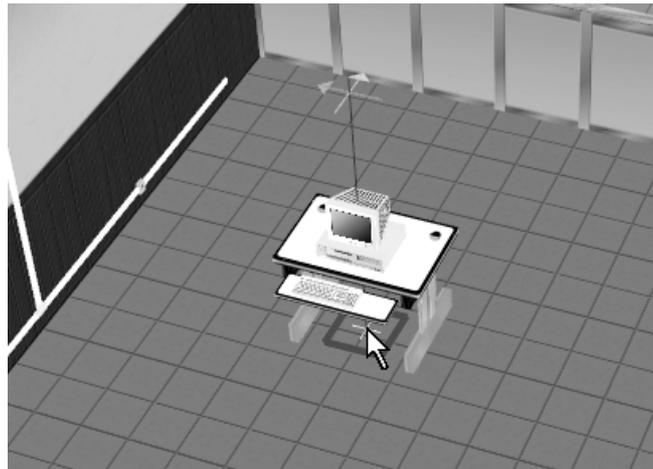
**Equipo de Cómputo**  y seleccione el modelo de PC en la ventana que aparece.



**Figura 4.62.** Selección de computadoras.



Coloque el puntero del ratón en el cuadro rojo que aparece debajo de la mesa. Al hacer esto la posición de la computadora se ajusta a la mesa. Presione el botón izquierdo para colocar la computadora.

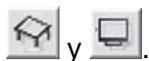


**Figura 4.63.** Colocación de la computadora.

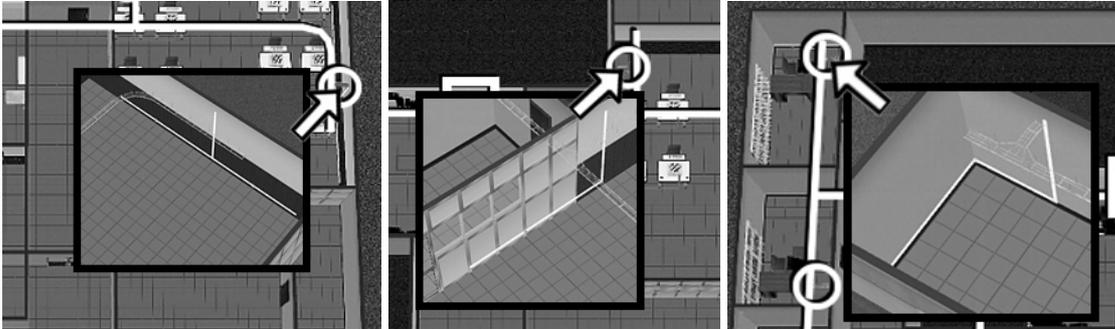
Para borrar una mesa o una computadora siga el mismo procedimiento pero usando el botón derecho del ratón y borrando primero la computadora y después la mesa.

La etapa de este paso se encuentra implementada en el archivo con la ruta ejemplos/escenarios/practica1\_fase4.nvs

5. Coloque las canalizaciones perimetrales en el área de trabajo tomando como modelo los ejemplos de trayectorias mostradas en la figura 4.64. Si las mesas o escritorios dificultan la colocación de las canaletas puede ocultarlos con los botones



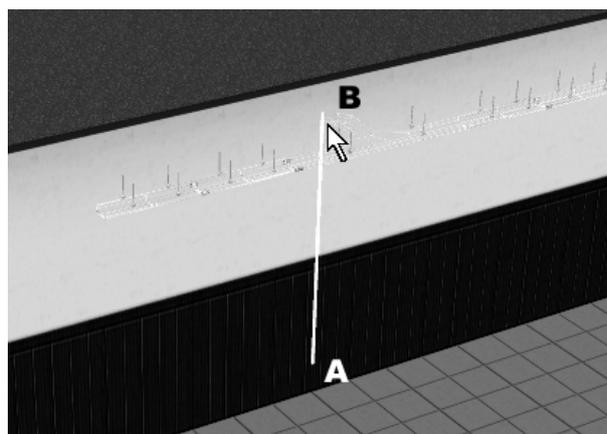
y



**Figura 4.64.** Localización de las canaletas verticales.

Presione el botón  de la barra de herramientas. En el dialogo de equipos seleccione **Canalizaciones -> Canaleta de superficie** y presione el botón **OK** para confirmar la selección.

Para trazar una canaleta vertical coloque el puntero del ratón en la parte inferior del muro a la altura de la unión de descenso al área de trabajo, presione el botón izquierdo y arrastre hasta la parte superior del muro, entonces suelte el botón para trazar la canaleta.



**Figura 4.65.** Colocación de canaletas verticales.

Presione el botón izquierdo del ratón sobre la parte inferior de algún muro en donde comenzará a trazar la canaleta. Mantenga presionado el botón del ratón y arrastre hasta el punto en el que concluirá el segmento de canaleta en el mismo muro. Suelte el botón del ratón para colocar la canaleta. Presione de nuevo el botón  para desactivar la herramienta.

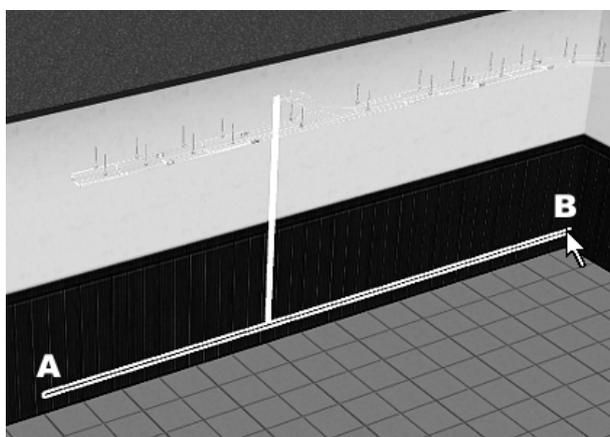


Figura 4.66. Colocación de canaletas sobre el muro.

Coloque uniones para los segmentos de canaleta en los que sea necesario. Para ello active  y seleccione **Uniones**. Enseguida elija **Unión L para canaleta**, **Unión T para canaleta** o **Unión para canaletas esquina interior**. Desplácese hasta el lugar en donde se encuentran los segmentos de canaleta a unir y presione el botón izquierdo del ratón sobre el punto de unión.

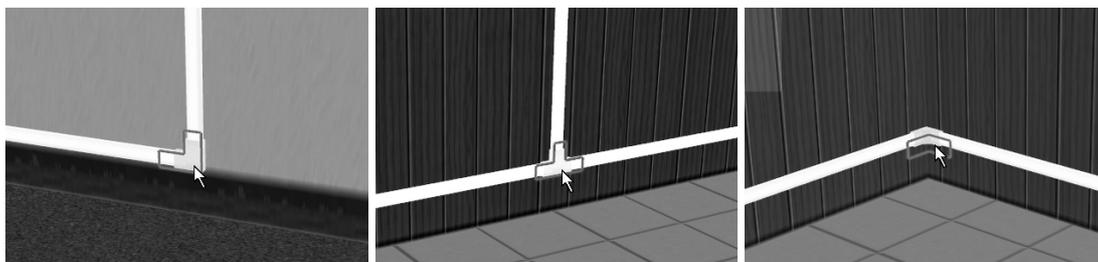


Figura 4.67. Uniones para segmentos de canaletas.



Para borrar una canaleta o una unión repita el procedimiento de colocación usando el botón derecho del ratón. Primero borre las uniones y después las canaletas.

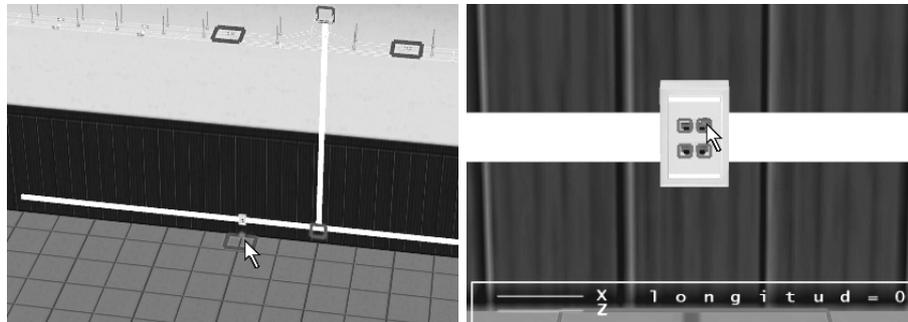
Para colocar las salidas en el área de trabajo haga clic en  y seleccione **Rosetas - > Roseta de 4 salidas RJ45**. Para colocar la roseta sitúe el puntero del ratón sobre una canaleta y presione el botón izquierdo.

Para las rosetas y uniones de canaletas no se utiliza el modo de rotación ya que ajustan su posición automáticamente al acercarse a la canaleta.

Para aclarar dudas sobre este paso puede consultar el archivo con la ruta `ejemplos/escenarios/practica1_fase5.nvs`

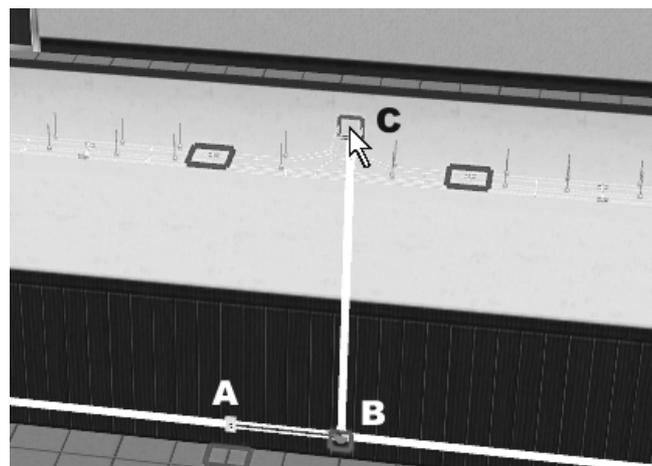
**6.** Coloque el cableado horizontal desde las salidas en el área de trabajo hasta el panel de parcheo en el armario de telecomunicaciones. Presione el botón  de la barra de herramientas y seleccione **Cables -> Cable UTP Cat 5e**.

Presione el botón izquierdo del ratón sobre el cuadro azul que aparece debajo de la roseta desde la que desea colocar el cable. Se produce un acercamiento de la roseta. Presione nuevamente el botón izquierdo del ratón sobre la salida de la roseta que desea utilizar. Las salidas enmarcadas en azul son las terminales libres. Una vez que se ha colocado un cable el marco cambia a color rojo.



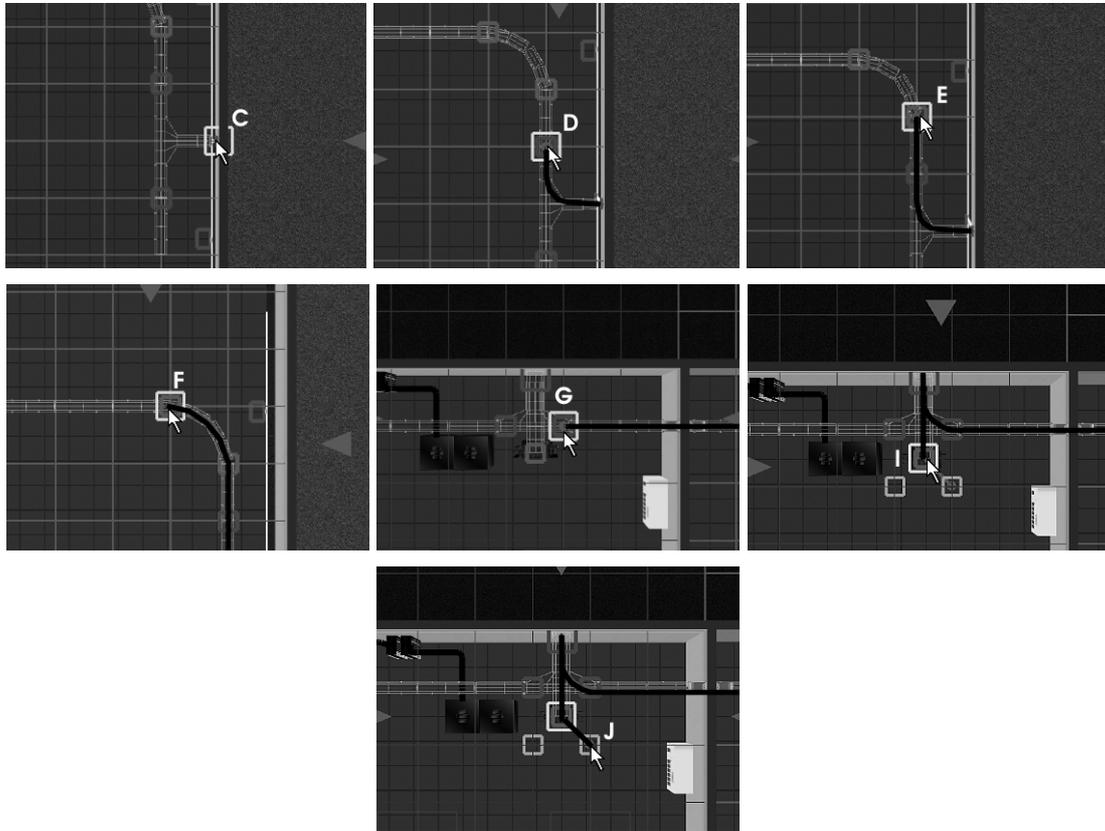
**Figura 4.68.** Colocación del cableado horizontal.

Presione sobre los puntos marcados en rojo sobre la canaleta para crear nuevos nodos. Para llevar el cable hasta las escalerillas en el techo cree un nodo en la parte superior de una canaleta vertical.



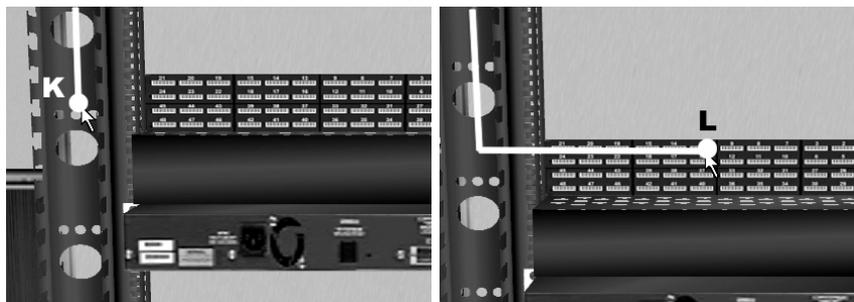
**Figura 4.69.** Creación de nodos.

Al hacer esto se muestra la vista de planta. Continúe creando nodos sobre los puntos marcados con cuadros en las uniones de escalerilla hasta llegar al rack de telecomunicaciones como se ve en la siguiente figura. Si se equivoca al colocar un nodo puede deshacerlo con la tecla **Supr.**



**Figura 4.70.** Trayectoria del cableado horizontal.

Al crear el nodo J que se muestra en la figura anterior la vista cambia a un acercamiento de la parte trasera del rack. Mediante las teclas de dirección arriba y abajo desplace el extremo del cable hasta la altura del panel de parcheo y presione el botón izquierdo del ratón para crear el nodo K. Presione nuevamente sobre algún puerto para crear el último nodo.

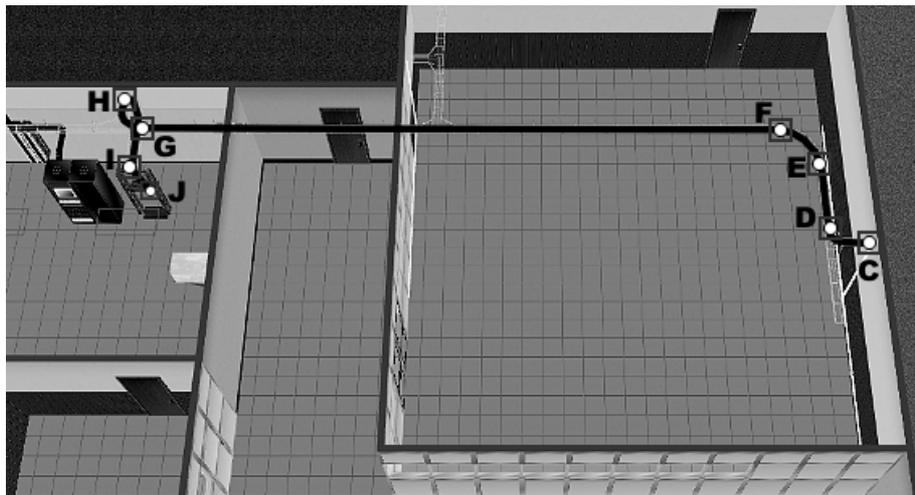


**Figura 4.71.** Terminación en el panel de parcheo.



Puede borrar un cable horizontal presionando con el botón derecho del ratón sobre la terminal que ocupa en la roseta.

En la figura 4.72 se muestra el recorrido completo del cable colocado.



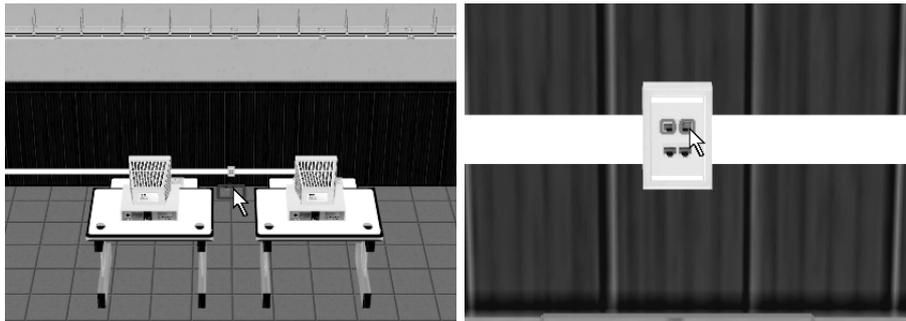
**Figura 4.72.** Cable horizontal.

De manera similar coloque todos los cables que sean necesarios según el número de servicios solicitados para cada área de trabajo.

El cableado horizontal de todo el escenario se encuentra implementado en el archivo ejemplos/escenarios/practica1\_fase6.nvs

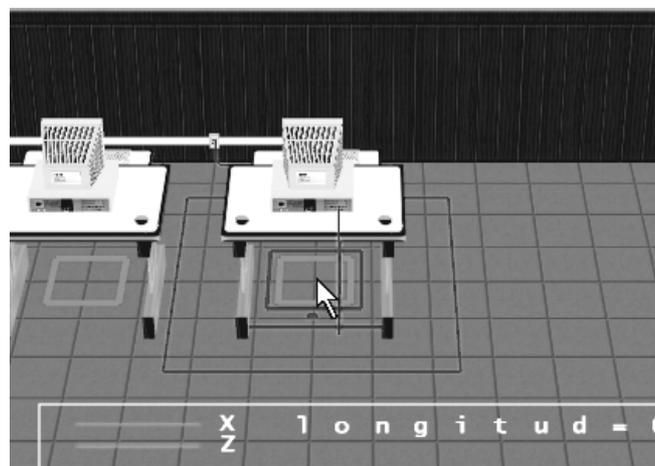
7. Coloque los cables de conexión en el área de trabajo desde las salidas de las rosetas hacia las PC's. Para poder conectar el cable de conexión a PC en una terminal de la roseta debe haberse conectado previamente un cable hacia el rack desde esa salida. Active la herramienta  y seleccione **Cables -> Cable de conexión a PC**.

Haga clic sobre el cuadro verde que aparece debajo de la roseta para comenzar a colocar el cable. Al mostrarse el acercamiento de la roseta presione el botón izquierdo del ratón sobre una de las salidas enmarcadas en verde.



**Figura 4.73.** Elección de la roseta y la salida.

Posteriormente, al volver al modo de cámara normal acerque el puntero del ratón al cuadro que aparece debajo de la mesa con la PC y presione el botón izquierdo cuando en el piso aparezca el indicador que se muestra en la figura 4.74.



**Figura 4.74.** Elección de la computadora.

Se muestra un acercamiento de la parte posterior del CPU. Mueva el puntero del ratón sobre el puerto de red hasta que aparezca un indicador como el mostrado en la figura 4.75. Presione el botón izquierdo del ratón para colocar el extremo del cable.



**Figura 4.75.** Colocación del cable en el área de trabajo.

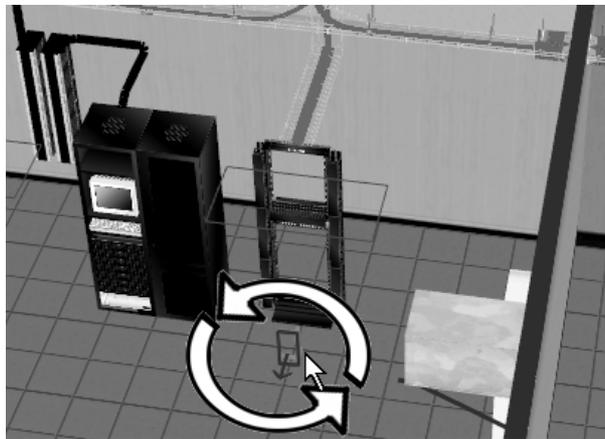
Para borrar un cable de conexión a PC active  y seleccione **Cables -> Cable de conexión a PC**. Después de eso presione el botón derecho del ratón sobre el cuadro verde bajo la canaleta. Al producirse el acercamiento presione de nuevo el botón derecho del ratón sobre la terminal en donde se encuentra el cable.

Si se quiere borrar un cable horizontal que parte de una terminal en la que se ha conectado un cable a PC, primero borre este último y después el cable horizontal.

Siguiendo el mismo procedimiento conecte todas las computadoras de las áreas de trabajo.

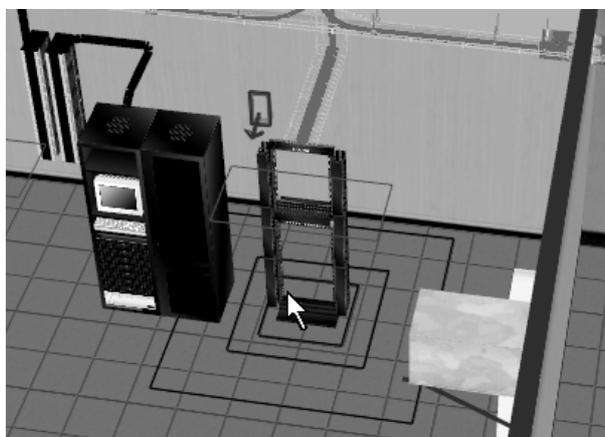
Si tiene dudas puede consultar el archivo ejemplos/escenarios/practica1\_fase7.nvs.

8. Coloque los cables de parcheo en el rack de telecomunicaciones. Active la herramienta  y seleccione **Cables -> Cable de Parcheo**. Si es necesario rote el cable de parcheo presionando primero la tecla **Ctrl** y moviendo el ratón mientras mantiene presionado el botón izquierdo hasta que la flecha indicadora de la cara frontal del cable de parcheo apunte en dirección normal a la cara frontal del rack como se muestra en la figura 4.76.



**Figura 4.76.** Posición del cable de parcheo.

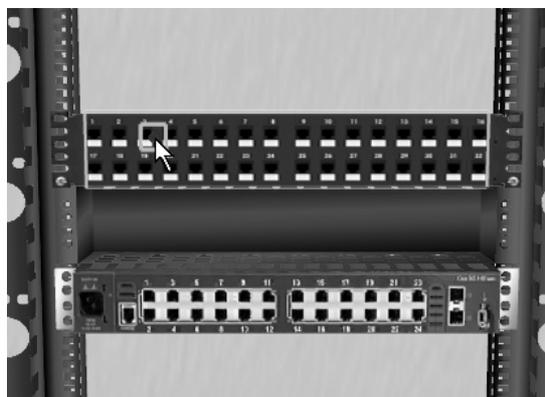
Coloque el puntero del ratón en la base del rack. Cuando aparezca el indicador en el piso como el que se muestra en la figura 4.77 presione el botón izquierdo del ratón.



**Figura 4.77.** Posicionamiento en el rack.



La vista de la cámara cambia a un acercamiento del rack, desplace verticalmente el marco azul mediante las teclas de dirección haciéndolo coincidir con el panel de parcheo. Coloque el puntero del ratón sobre el puerto del panel en el que desea colocar el cable de parcheo. Presione el botón izquierdo del ratón sobre el centro del cuadro verde que aparece a un lado del puerto para colocar el extremo del cable.



**Figura 4.78.** Colocación en el panel de parcheo.

Desplace verticalmente el marco azul mediante las teclas de dirección haciéndolo coincidir con el switch. Coloque el puntero del ratón sobre el puerto del switch que desea conectar con el cable de parcheo. Presione el botón izquierdo del ratón sobre el centro del cuadro verde que aparece a un lado del puerto para colocar el segundo extremo del cable como se muestra en la siguiente figura.

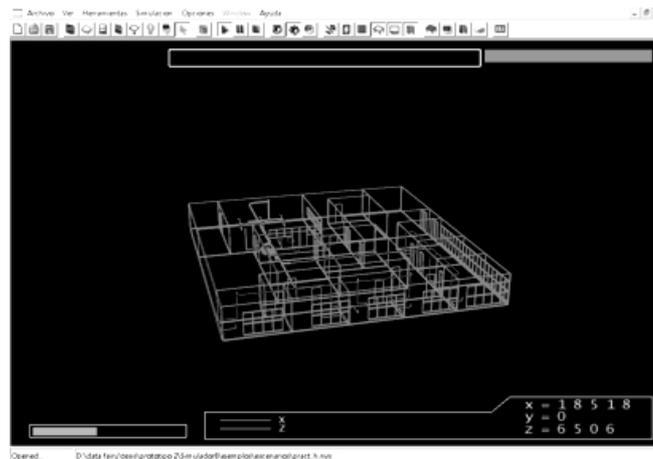


**Figura 4.79.** Colocación de terminal en el switch.



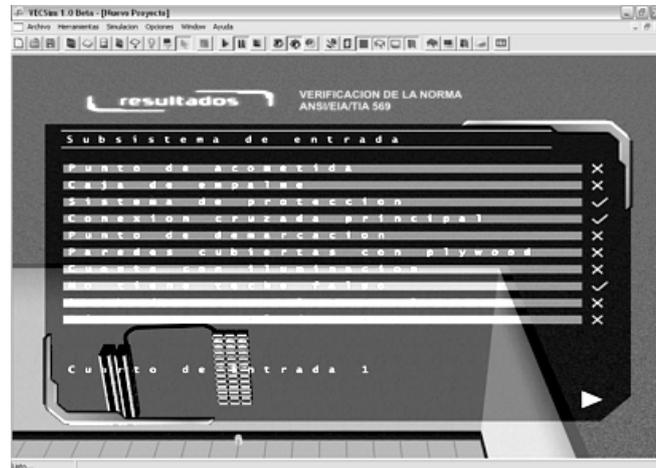
Presione de nuevo  para desactivar la herramienta. Para borrar un cable de parcheo repita el procedimiento y presione con el botón derecho sobre el puerto en el panel de parcheo.

9. Verifique el cumplimiento de las reglas de cableado estructurado. En la barra de herramientas presione el botón **Iniciar Verificación**  y espere. Se muestra una vista general del escenario en la que se indica con los códigos de colores cada subsistema que se revisa.



**Figura 4.80.** Modo de verificación.

Después de unos segundos se presentará un reporte con los resultados de la revisión. Observe las reglas que se cumplen para cada área. Presione el botón **Detener Verificación**  para ocultar el reporte.



**Figura 4.81.** Reporte de resultados.

Adicionalmente se crea un reporte mas detallado en C:/Vecsim/reporte[fecha][hora].txt



## **4.5 Cuestionario**

De acuerdo con los resultados obtenidos conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cuales son los requisitos que debe cumplir el cableado horizontal?
2. ¿Que requisitos debe cumplir el cuarto de telecomunicaciones?
3. ¿Cuál es la máxima capacidad de llenado para las canalizaciones por superficie?
4. Elabore una tabla con los requisitos cumplidos y no cumplidos que presenta el reporte de resultados del programa. (Ejercicio 2, paso 9).
5. ¿Qué se puede hacer con este software?
6. Anote sus conclusiones.



## **4.6 Cuestionario previo**

### **PRÁCTICA: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO CON EL SIMULADOR VECSIM**

#### *Cuestionario previo*

1. ¿Qué es un sistema de cableado estructurado?
2. ¿Cuales son los subsistemas que define el estándar ANSI/EIA/TIA 568?
3. ¿Cuales son los medios para canalizaciones admitidos por el estándar ANSI/EIA/TIA 569?
4. ¿Qué componentes se encuentran en un cuarto de telecomunicaciones?
5. ¿Qué topología usa un sistema de cableado estructurado?
6. ¿Qué ventajas ofrece un simulador de realidad virtual?



## Conclusiones

Se han analizado las características de los sistemas de cableado estructurado que son reguladas por un conjunto de estándares. Las prácticas de instalación de estos sistemas establecidas por los estándares garantizan un funcionamiento correcto de las aplicaciones de telecomunicaciones en un periodo de diez años.

El sistema Vecsim permite al usuario familiarizarse con los estándares para el diseño de redes de datos con cableado estructurado, mediante la creación de espacios de oficinas y la manipulación de equipo pasivo y activo de redes en un ambiente tridimensional de realidad virtual en el que puede realizar acciones y experimentar situaciones semejantes a las del mundo real que le permitan conocer el uso y las características de los equipos que conforman una red de datos.

El uso de las tecnologías de realidad virtual facilita a los estudiantes la comprensión de los conceptos abstractos al ser apoyados con representaciones gráficas en un entorno en el que el usuario puede manipular e interactuar con los objetos del mundo virtual.



Un sistema de este tipo permite el análisis y desarrollo requeridos para la implementación de una red de computadoras real. Las herramientas que posee hacen posible la construcción de los espacios necesarios para la estructura de cableado de la red. La verificación de los estándares de cableado estructurado facilita la detección de errores en el diseño que incrementarían los costos de instalación de la red en un espacio real.

La interactividad del sistema hace que este responda a las acciones del usuario, permitiéndole moverse libremente en el mundo virtual observando desde varios puntos de vista y manipulando componentes virtuales de red, proporcionando una herramienta que hace más natural el proceso de aprendizaje y desarrollo de habilidades en el alumno para el diseño de sistemas de cableado estructurado.

Se desarrolló una práctica para el laboratorio de Redes y Seguridad mediante la cual se realizaron las pruebas para verificar el funcionamiento de las herramientas de Vecsim. Se probaron diversas funciones del sistema sobre un escenario virtual, como la colocación de canalizaciones, cableado, equipos de redes, verificación de normas y generación de reportes. De esta manera se comprobó el valor didáctico de este software y se cumplió el objetivo de proporcionar una herramienta de apoyo para la enseñanza de la asignatura Redes de Datos.



Se pueden mencionar algunas de las mejoras que pueden realizarse al sistema a futuro:

- Importación de modelos y escenarios elaborados con herramientas especializadas de modelado 3D.
- Actualización e incorporación de parámetros y estándares desde la red.
- Posibilidad de construir espacios virtuales de oficinas de varios pisos.
- Reporte de resultados más detallado.
- Herramientas para la edición del aspecto y las propiedades de mobiliario y equipos.
- Calculo del costo de la implementación del sistema de cableado estructurado.



# Apéndice A

## Glosario

**API:** Una API (del inglés Application Programming Interface - Interfaz de Programación de Aplicaciones) es un conjunto de especificaciones de comunicación entre componentes software. Es el conjunto de llamadas al sistema que proporcionan acceso a los servicios de este desde los procesos y representa un método para conseguir abstracción en la programación, generalmente entre las capas inferiores y superiores del software. Proporcionar un conjunto de funciones de uso general.

**Backbone:** Es el cableado principal de una red de datos. La palabra backbone también se refiere a las principales conexiones troncales de Internet. Se compone de un gran número de routers de gran capacidad interconectados que llevan los datos entre países.

**CAD:** CAD (Computer Aided Design), es el uso de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus actividades. Varían desde aplicaciones basadas en vectores y sistemas de dibujo en 2 dimensiones (2D) hasta modeladores en 3 dimensiones (3D).



**Campus:** Zona de influencia geográfica que delimita el alcance de la red de datos y servicios de la misma.

**Conmutador:** Dispositivo que realiza la labor de reencaminar líneas de transporte punto a punto uniendo líneas de entrada a líneas de salida. En informática, un conmutador de paquetes asocia señales discretas de una entrada con una salida para cada elemento.

**Estándar:** Es una especificación que regula la realización de un proceso o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad y el acoplamiento de elementos construidos independientemente.

**Host:** Es una máquina conectada a una red de ordenadores y que tiene un nombre de equipo. Puede ser un ordenador, un servidor de archivos, un dispositivo de almacenamiento por red, una máquina de fax, impresora, etc.

**Interfaz:** Una interfaz de usuario es la parte del programa informático que permite el flujo de información entre aplicaciones o entre el programa y el usuario. También se habla de interfaz gráfica de usuario, que es un método para facilitar la interacción del usuario con la computadora a través del uso de un conjunto de imágenes además de texto.



**ISDN:** Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN en inglés) es una red que facilita las conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar servicios, tanto de voz como de otros tipos, a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados.

**Joystick:** Es un dispositivo de control de dos o tres ejes que se usa desde una computadora o consola de juegos para controlar elementos de un programa.

**Jumper:** Elemento para interconectar dos terminales de manera temporal sin tener que realizar una operación que requiera herramienta adicional.

**Mapeado de texturas:** También conocido con el nombre de texturizado. Es el proceso de desarrollar y asignar atributos al material de un objeto para mostrar una apariencia real. El mapeado, le da al objeto un color, definición o textura específica.

**PBX:** Acrónimo de Private Branch eXchange o Private Business eXchange. Es el servicio ofrecido por una empresa de telecomunicaciones, por el cual una cantidad n de líneas o números son agrupadas en un único número que se muestra al público y al cual pueden llamar. Es el servicio de un número virtual que administra llamadas entrantes a 2 o más líneas telefónicas físicas.

**Plywood:** Llamado también contrachapado es un material que está compuesto de chapas pegadas de madera sobrepuestas en capas impares con la veta



perpendicular entre ellas, proporcionándole mayor resistencia mecánica que madera sólida. También es conocido con el nombre de triplay, triplay o triplex.

**Rack:** Bastidor metálico con un ancho normalizado de 19 pulgadas destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Cuenta con guías horizontales donde puede apoyarse el equipamiento.



# Bibliografía

*Forouzan, Behrouz A.*  
**COMMUNICATIONS AND NETWORKING**  
McGrawHill Higher Education, 2004

*Harris, Dennis*  
**COMPUTER GRAPHICS AND APPLICATIONS**  
Chapman and Hall, 1984

*Hearn D., and M.P. Baker*  
**GRÁFICAS POR COMPUTADORA**  
Prentice-Hall, México, 1995. (2ª Edición)

*KME Sistemas*  
**ACADEMIA DE NETWORKING DE CISCO SYSTEMS: GUIA DEL PRIMER AÑO**  
Pearson Educación, 2002

*León García, Alberto*  
**REDES DE COMUNICACIÓN: CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y  
ARQUITECTURAS BÁSICAS**  
Mc Graw Hill, 2002

*Pressman R.*  
**INGENIERÍA DE SOFTWARE. UN ENFOQUE PRÁCTICO.**  
Mc Graw Hill, 1993

*Semenov, Andrey B., Strizhakov S.K., Suncheley I.R.*  
**STRUCTURED CABLE SYSTEMS**  
Springer, 2002



*TIA/EIA 568-A*  
**COMMERCIAL BUILDING WIRING STANDARD**

*TIA/EIA 569*  
**BUILDING TELECOMMUNICATIONS WIRING STANDARDS**

**Paginas web:**

Cableado estructurado. Extraído el día 11 de abril de 2006 desde  
<http://www.arqhys.com/arquitectura/cableado-normas.html>

Conectividad de redes. Extraído el día 20 de abril de 2006 desde  
<http://www.osmosislatina.com/conectividad/index.htm>

Estándares de cableado estructurado. Extraído el día 19 de abril de 2006 desde  
<http://www.axioma.co.cr/index.html>

Estándares de cableado estructurado. Extraído el día 25 de mayo de 2006 desde  
<http://mx.groups.yahoo.com/group/redesfi>

Infraestructura de red. Extraído el día 28 de mayo de 2006 desde  
<http://new-phone.com/soluciones/wired.html>

Realidad virtual. Extraído el día 16 de junio de 2006 desde  
<http://www.idg.es/pcworld/articulo.asp?idart=116049>



Realidad virtual. Extraído el día 20 de junio de 2006 desde

<http://www.redcientifica.com/cgi-bin/buscar/buscar.pl?tipo=temas&clave=&email=&nick=&foro=&tema=Realidad%20Virtual>

Redes de ordenadores. Extraído el día 23 de mayo de 2006 desde

[http://www.wikilearning.com/internet\\_redes\\_de\\_ordenadores-wkc-4841.htm](http://www.wikilearning.com/internet_redes_de_ordenadores-wkc-4841.htm)

Redes locales. Extraído el día 23 de mayo de 2006 desde

[http://ayudatecnica.solodrivens.com/manuales\\_comunicacion\\_redes.htm](http://ayudatecnica.solodrivens.com/manuales_comunicacion_redes.htm)

Sistemas de transporte de información. Extraído el día 12 de julio de 2006 desde

<http://www.infochannel.com.mx/default6.asp>

Standards & Protocols. Extraído el día 28 de mayo de 2006 desde

<http://www.caba.org/standard/tia.html>

The Encyclopedia of Virtual Enviroments. Extraído el día 19 de junio de 2006 desde

<http://www.hitl.washington.edu/sciww/EVE/index.html>