



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE CLIENTES LIGEROS CON LTSP PARA
LA APLICACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA DE LINUX EN LA ENSEÑANZA
BÁSICA Y MEDIA DE LA EMPRESA “COMPU EXPRESS”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Redes y
Telecomunicaciones

Profesor Guía

Msc. Milton Neptali Román Cañizares

Autor

Gustavo Eliecer Pazmiño Galarza

Año

2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Milton Neptali Román Cañizares

Magister en Gerencia de Redes y Telecomunicaciones

CI: 0502163447

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Gustavo Eliecer Pazmiño Galarza
CI: 1719377275

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la vida, las oportunidades y rodearme de personas que me han apoyado en todo momento. Un agradecimiento especial a mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional y afecto. También al Ing. Milton Román por su dirección para culminar con éxito este proyecto.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios, a mis padres y hermanos, que con su apoyo, cariño y confianza han hecho posible que este sueño se haga realidad.

RESUMEN

El presente proyecto permite brindar una solución en el campo de las redes de computadores para las empresas e instituciones educativas con escasos recursos económicos, además contiene aplicaciones para el aprendizaje en las diversas áreas tanto para niños, como para jóvenes en forma general, para el caso de este proyecto se ha orientado en el aprendizaje del sistema operativo Linux. Se describe el diseño e implementación de la infraestructura de red LTSP (Linux Terminal Server Project), la cual utiliza un servidor en Linux que administra los recursos de los terminales ligeros (computadores básicos). Este servidor se conecta a los clientes mediante la interfaz de red, para gestionar sus recursos y enviar la señal de la interfaz gráfica del sistema operativo. Se realizarán los estudios necesarios para disponer de un sistema eficiente, que pueda cubrir las necesidades de los clientes conectados.

Como segunda parte del proyecto, se tiene el desarrollo de una aplicación de la guía didáctica para el aprendizaje de Linux. Este programa se basa en los contenidos de 7 libros que tiene la empresa “Compu Express”, para la enseñanza de Linux. Está aplicación se ha desarrollado utilizando la programación web, por la eficiencia que presentan las páginas web dinámicas hoy en día, permitiendo utilizar la aplicación mediante un servidor web hacia los usuarios a través de un navegador.

ABSTRACT

This project allows us to provide a solution in the field of computer networks for companies and educational institutions with limited financial resources, it also contains applications for learning in different areas for both children and for young people in general, for that matter this project has focused on learning the Linux operating system. The design and implementation of LTSP network infrastructure is described, which uses a Linux server that manages the resources of the light terminals (basic computers). This server connects to customers through the network interface to manage their resources and send the signal GUI operating system. The necessary studies will be made to have an efficient system that can meet the needs of the connected clients.

As the second part of the project, is developing an application tutorial for learning Linux. This program is based on the contents of 7 books that the company "Compu Express" for teaching Linux. This application was developed using the web programming efficiency by presenting dynamic web pages today, allowing use the application through a web server to users through a browser.

ÍNDICE

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. REDES DE DATOS.....	2
1.2.1. Definición	2
1.2.2. Clasificación de las redes.....	2
1.2.3. Modelo OSI	4
1.2.4. Modelo TCP/IP	5
1.2.5. Cableado Estructurado.....	6
1.2.6. Medios de transmisión de datos.....	10
1.2.7. Consideraciones del diseño de LAN	15
1.3. SISTEMAS OPERATIVOS	18
1.3.1. Componentes de un sistema operativo	18
1.3.2. Sistema operativo Windows	19
1.3.3. Sistema operativo Mac.....	21
1.3.4. Sistema operativo GNU/Linux	23
1.3.5. Comparación entre Windows y Linux.....	24
1.3.6. Principales distribuciones de Linux	26

1.3.7. EDUBUNTU	28
1.3.8. LTSP	30
1.4. ESCENARIOS EDUCATIVOS	32
1.5. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	33
1.5.1. Lenguajes más utilizados actualmente.....	34
1.5.2. Elementos para crear la aplicación web	35
2. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED	
LTSP PARA TERMINALES LIGEROS.	38
2.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	38
2.1.1. Datos generales	38
2.1.2. Plano físico de Compu Express	39
2.1.3. Plano físico de la Sala de Capacitación	40
2.1.4. Diagrama de topología lógica.....	41
2.1.5. Tabla de resumen de los dispositivos	42
2.2. REQUERIMIENTOS	42
2.2.1. Capa de acceso	43
2.2.2. Requerimiento de un switch de acceso	44
2.2.3. Requerimientos en la capa núcleo	44
2.2.4. Requerimientos en la red pasiva	44

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	44
2.3.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR LTSP	44
2.3.2. Pruebas experimentales con el servidor virtualizado con clientes físicos	45
2.3.3. Pruebas de funcionamiento.....	45
2.3.4. Análisis de los resultados de las pruebas	53
2.3.5. Dimensionamiento del equipo de red (switch).....	55
2.3.6. Dimensionamiento de la red pasiva	55
 2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE CLIENTES LIGEROS CON LTSP	 56
2.4.1. Diagrama lógico general de la red de datos.....	56
2.4.2. Diagrama físico de la red de acceso	57
2.4.3. Diagrama físico del armario de distribución	58
2.4.4. Implementación del servidor LTSP.....	58
2.4.1. Seguridad.....	62
 3. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA PARA LINUX EN LA ENSEÑANZA BÁSICA Y MEDIA	 63
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS	

UTILIZADAS EN LA APLICACIÓN	64
3.1.1. Lenguaje HTML.....	64
3.1.2. Hojas de estilos CSS.....	67
3.1.3. Programación JavaScript	71
3.2. CONTENIDOS Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA	74
3.2.1. Componentes de la pantalla inicial.....	74
3.2.2. Contenidos de los niveles	76
3.2.3. Desarrollo de las actividades	77
3.3. DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO	78
3.3.1. Código fuente HTML de la página principal	80
4. ANÁLISIS DE COSTOS DE LA INFRAESTRUCTURA	83
4.1. ANÁLISIS DE COSTOS CON LA INFRAESTRUCTURA LTSP	83
4.2. ANÁLISIS DE COSTOS SIN LTSP	85
4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS	87
4.4. ANÁLISIS FINANCIERO	87

4.4.1. Costos de producción.....	87
4.4.2. Factibilidad del proyecto.....	89
4.4.3. Análisis del costo beneficio cualitativo	90
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
5.1. CONCLUSIONES.....	92
5.2. RECOMENDACIONES.....	94
Referencias	96
ANEXOS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES POR LA TOPOLOGÍA FÍSICA.	4
FIGURA 2. MODELO OSI.....	5
FIGURA 3. MODELO TCP/IP	6
FIGURA 4. ESTÁNDARES TIA/EIA PARA EDIFICIOS	8
FIGURA 5. CABLE STP	13
FIGURA 6. CABLE COAXIAL.....	13
FIGURA 7. DISEÑO JERÁRQUICO DE LA RED.	16
FIGURA 8. DISEÑO DE NÚCLEO CONTRAÍDO.	18
FIGURA 9. COMPONENTES DEL SISTEMA OPERATIVO.	19
FIGURA 10. VENTANA PRINCIPAL DE EDUBUNTU	28
FIGURA 11. ESQUEMA DE UNA RED EDUBUNTU.....	29
FIGURA 12. AMBIENTE MAINFRAME.	30
FIGURA 13. PLANO FÍSICO DE COMPU EXPRESS	40
FIGURA 14. PLANO FÍSICO DE LA SALA DE CAPACITACIÓN.....	41
FIGURA 15. DIAGRAMA DE TOPOLOGÍA.....	42
FIGURA 16. ARRANQUE DE UN CLIENTE LTSP POR ETHERNET UTILIZANDO DHCP. ...	46
FIGURA 17. PAQUETES DE TRANSFERENCIA POR EL PROTOCOLO TFTP.....	47
FIGURA 18. FINALIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE TRANSFERENCIA TFTP.	47

FIGURA 19. TRANSMISIÓN DE LOS DATOS ENTRE CLIENTE Y SERVIDOR.	48
FIGURA 20. RECURSOS DEL SISTEMA CON 1 CLIENTE ACTIVO.....	49
FIGURA 21. RECURSOS DE LOS PROTOCOLOS CON 1 CLIENTE ACTIVO.	49
FIGURA 22. RECURSOS DEL SISTEMA CON 1 CLIENTE ACTIVO.....	51
FIGURA 23. TRÁFICO POR PROTOCOLOS CON 1 CLIENTE.	52
FIGURA 24. DIAGRAMA DE TOPOLOGÍA LÓGICA DE LA RED IMPLEMENTADA.....	56
FIGURA 25. DIAGRAMA FÍSICO DE LA RED IMPLEMENTADA.	57
FIGURA 26. DIAGRAMA FÍSICO DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN.....	58
FIGURA 27. ELEMENTOS DE LAS CAJAS CSS.....	69
FIGURA 28. PANTALLA INICIAL DE LA APLICACIÓN.	76
FIGURA 29. DIAGRAMA DEL CONTENIDO EN FORMA GENERAL.....	77
FIGURA 30. ACTIVIDAD 2 DEL BLOQUE 1 Y DEL NIVEL 1.....	78
FIGURA 31. DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.	79
FIGURA 32. ETIQUETA HEAD DE LA PÁGINA PRINCIPAL.	80
FIGURA 33. ETIQUETAS DEL CONTENIDO CENTRAL Y EL MENÚ LATERAL.....	81
FIGURA 34. ETIQUETAS DEL MENÚ INFERIOR.	81
FIGURA 35. ETIQUETAS DE REFERENCIA DE LA EMPRESA.....	82
FIGURA 36. PUNTO DE EQUILIBRIO.	89

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CATEGORÍAS DEL CABLE PAR TRENZADO UTP.....	11
TABLA 2. VERSIONES DE WINDOWS.....	20
TABLA 3. VERSIONES DE SISTEMAS OPERATIVOS MAC.....	22
TABLA 4. COMPARACIÓN ENTRE LINUX Y WINDOWS.....	25
TABLA 5. RESUMEN DE DISPOSITIVOS.	42
TABLA 6. PROYECCIÓN DE USUARIOS DE ACUERDO A ESTADÍSTICAS.....	43
TABLA 7. RESUMEN DE RECURSOS DEL SERVIDOR CON RESPECTO AL NÚMERO DE CLIENTES EN EL ESCENARIO 1.	50
TABLA 8. RESUMEN DE RECURSOS DEL SERVIDOR CON RESPECTO AL NÚMERO DE CLIENTES EN EL ESCENARIO 2.	53
TABLA 9. DATOS DE CONSUMO POR EQUIPO.	53
TABLA 10. CONSUMO DE RECURSOS DEL SERVIDOR RESPECTO AL NÚMERO DE CLIENTES CON PROYECCIÓN A 12 USUARIOS.	54
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS PARA EL SERVIDOR.....	55
TABLA 12. ELEMENTOS DE LA RED PASIVA.....	55
TABLA 13. COSTOS DIRECTOS CON LTSP.....	83
TABLA 14. COSTOS INDIRECTOS CON LTSP.....	84
TABLA 15. RESUMEN DE COSTOS CON LTSP.	85
TABLA 16. COSTOS DIRECTOS SIN LTSP.	85
TABLA 17. COSTOS INDIRECTOS SIN LTSP.	86

TABLA 18. RESUMEN DE COSTOS SIN LTSP.....	86
TABLA 19. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS.....	87
TABLA 20. ANÁLISIS DE LOS COSTOS E INGRESOS.....	88

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas informáticos, son un factor clave en las empresas y en la educación porque permiten realizar una gran cantidad de actividades como: documentos, hojas de cálculo, presentaciones, juegos, aplicaciones interactivas en la educación, entre otras.

El continuo desarrollo tecnológico permite que la mayoría de personas disponga de computadores en sus hogares, obteniendo así un mayor acceso a la información, con diversos contenidos que nos facilita el internet. Este desarrollo permite que la educación continúe de la mano con la tecnología, creando aplicaciones donde los estudiantes pueden aprender de una manera entretenida.

El aprendizaje de sistemas operativos debe ser desde una temprana edad en los centros de enseñanza para familiarizar al estudiante con la tecnología y su uso correcto, presentando un contenido entretenido para atraer la atención hacia los contenidos impartidos.

El centro de capacitación de Compu Express dedicado a la enseñanza del sistema operativo Linux a particulares y también para empresas, consta de pocos computadores con bajas características, lo cual en las circunstancias actuales no permite brindar el servicio con la calidad adecuada para sus usuarios. Siguiendo con la misma línea y con la finalidad de mejorar la atención se plantea introducir un servidor LTSP (*Linux Terminal Server Project*) con capacidad de administrar diez terminales como propuesta inicial. Se considerará una proyección de crecimiento a tres años.

Los equipos informáticos tienen la particularidad de volverse obsoletos en poco tiempo, por lo que las instituciones y empresas deben renovar todos sus equipos cada cierto período de tiempo que puede ser entre 3 y 5 años. El sistema LTSP permite la reutilización de los equipos existentes y de equipos

que se encuentren en bodega para repotenciarlos y continuar utilizándolos. Esta solución es posible debido a que los requerimientos de hardware y software son bajos.

Con la ayuda de las TIC's se logra un aprendizaje entretenido y dinámico, como no sucedía en el pasado donde el profesor no disponía de herramientas tecnológicas y utilizaba su tiempo dictando la clase, mientras los estudiantes eran receptores pasivos de lo que el profesor decía. Hoy en día se puede desarrollar aplicaciones donde el estudiante relacione sus conocimientos e indague las respuestas y el programa además muestre los progresos alcanzados para que el estudiante se esfuerce en realizar todas las actividades correctamente.

1.2. REDES DE DATOS

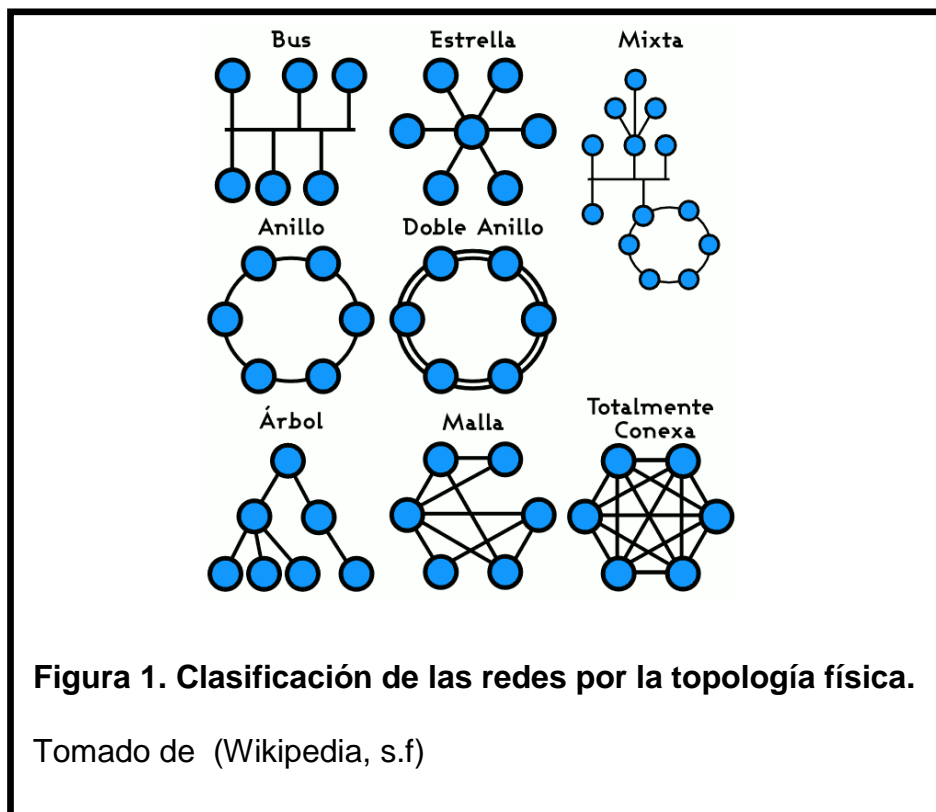
1.2.1. Definición

La red de computadores es un conjunto de equipos que se conectan utilizando medios como: cables, señales, ondas o medios que transportan los datos. Se comparte información, como también recursos y servicios. (Gallegos, 2014)

1.2.2. Clasificación de las redes

- Por alcance:
 - Red de área personal (PAN), se refiere a un área reducida (residencia).
 - Red de área local (LAN), comunica en un espacio menor a los 200m², como son los departamentos de un edificio.
 - Red de área de campus (CAN), permite la comunicación en una limitada área geográfica, como el campus de la universidad.
 - Red de área metropolitana (MAN), comunica equipos informáticos en un área amplia como puede ser una provincia.
 - Red de área amplia (WAN), permite la comunicación entre países y continentes.

- Por el acceso de sus usuarios:
 - Red pública: Puede usar cualquier persona. Se interconectan computadores para compartir la información y ayuda a la comunicación entre usuarios de diferentes lugares.
 - Red privada: La utilizan solo algunas personas y tiene configurada seguridad con clave personal.
- Por método de la conexión:
 - Medios no guiados, como pueden ser redes inalámbricas, radio, microondas.
 - Medios guiados, dentro de los cuales se destaca la fibra óptica, el cable de par trenzado y el cable coaxial.
- Por topología física
 - Red en bus: se basa en la conexión de diversos dispositivos a través de un único canal de datos.
 - Red en anillo (ring): en este tipo de red cada equipo se conecta al siguiente hasta el último. Y el último equipo se conecta con el primero.
 - Red en estrella (star): todos los equipos se conectan directo con un punto central y las comunicaciones dependen de este porque pasan a través de él.
 - Red en malla (mesh): todos los dispositivos están conectados entre ellos.
 - Red en árbol (tree) o Red jerárquica: la interconexión de equipos tiene la forma de un árbol y topológicamente parecería un conjunto de redes en estrella sin un nodo central.
 - Red híbrida o Red mixta: puede estar conformada por cualquiera de las combinaciones anteriores.



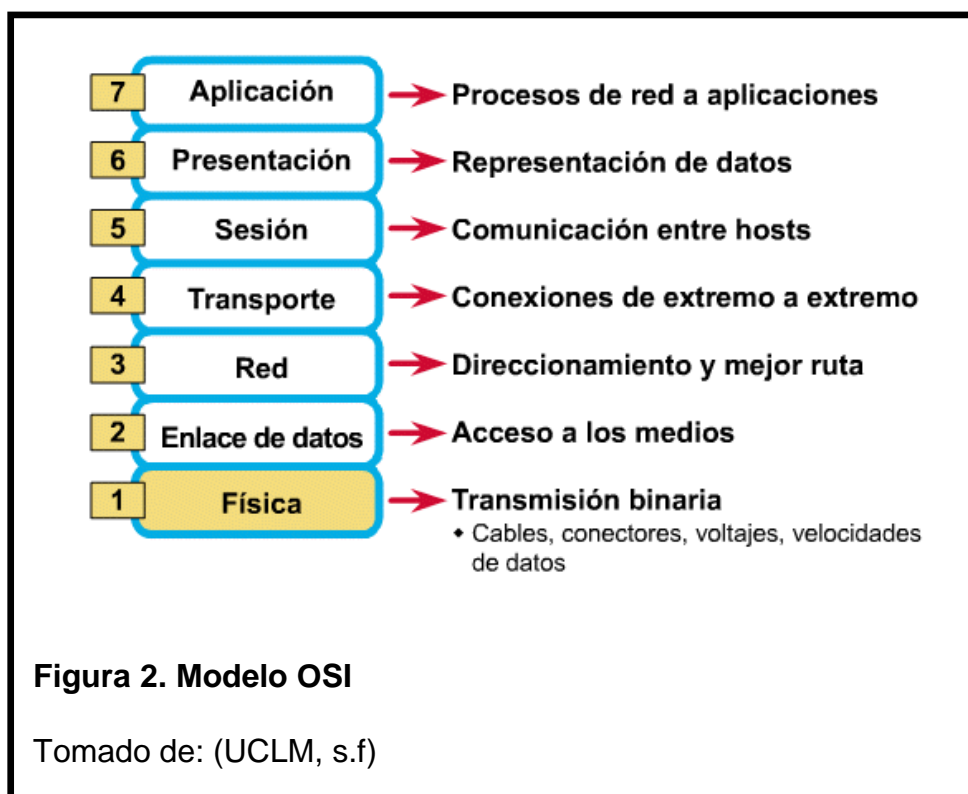
- Por el método de transmisión
 - Unicast: El envío de datos es de uno a uno. En este entorno los usuarios se conectan a un servidor y este les responde a cada uno.
 - Multicast: La transmisión es de uno a muchos. Se transmite a un grupo específico. En el caso de enviar grandes cantidades de datos se obtiene un ahorro de ancho de banda, porque hay un solo envío.
 - Broadcast: Este método envía de uno a todos. El envío se lo realiza hacia todos al mismo tiempo. Es usado generalmente por ARP (*Address Resolution Protocol*) para la resolución de direcciones.

1.2.3. Modelo OSI

El modelo OSI (*Open System Interconnection*) o modelo de interconexión de sistemas abiertos, fue creado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y se utiliza como un modelo de referencia en la

arquitectura de capas de los protocolos de red y fue publicado como estándar en 1984. (Wikipedia, Modelo OSI, 2016)

El modelo OSI se desarrolló para permitir la creación de protocolos estandarizados, para así tener una red internacional independiente de sistemas monopolistas. Presenta la funcionalidad y prestación de servicios de cada capa, así como también la interacción entre ellas. La principal característica de cada capa del modelo se muestra en la figura 2.



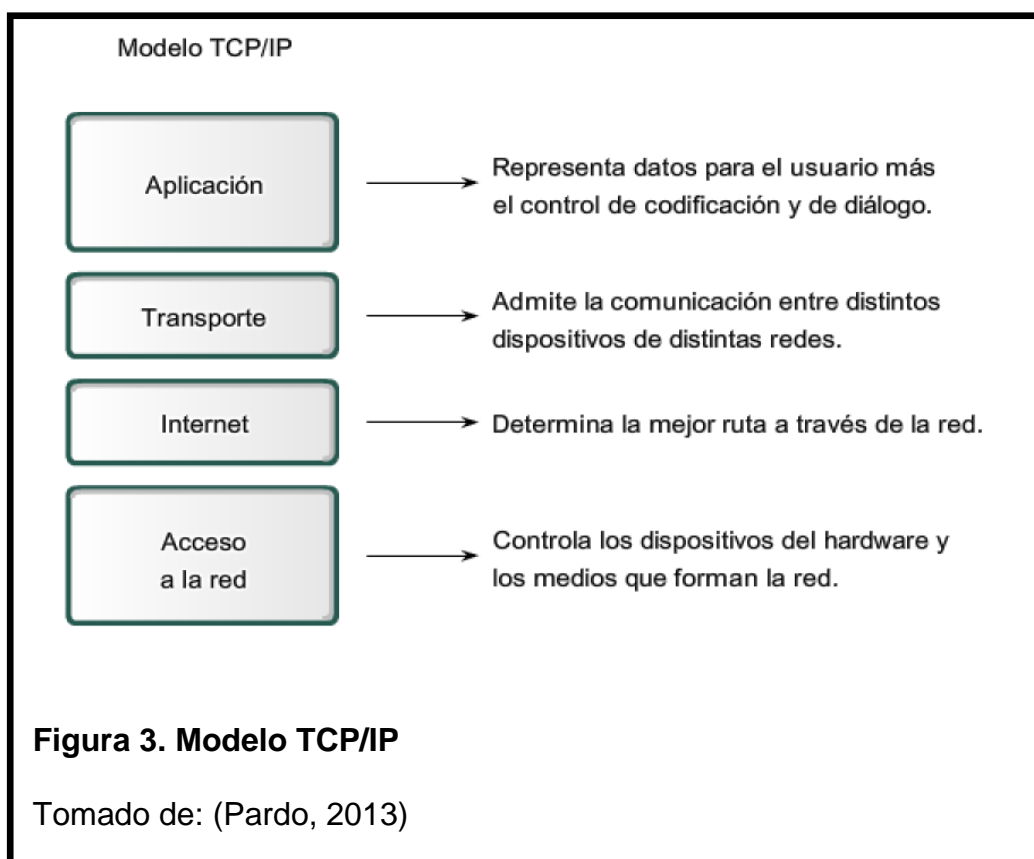
1.2.4. Modelo TCP/IP

Es un proyecto de investigación militar de los Estados Unidos, que lo financia la DARPA (Agencia de Proyectos Avanzados de Investigación en Defensa). Apareciendo como una red experimental funcional llamada ARPANET a mediados de 1975, que posteriormente se convirtió en Internet.

El modelo TCP/IP para comunicaciones de internet define cuatro categorías de funciones para que la comunicación sea adecuada. La arquitectura del conjunto

de protocolos TCP/IP lleva la estructura de este modelo. TCP/IP es un estándar abierto y sus protocolos se definen en los documentos llamados RFC, los cuales son de acceso público.

Las RFC disponen de información de los protocolos, donde se describe de manera técnica y organizacional en documentos con políticas elaboradas por el IETF.

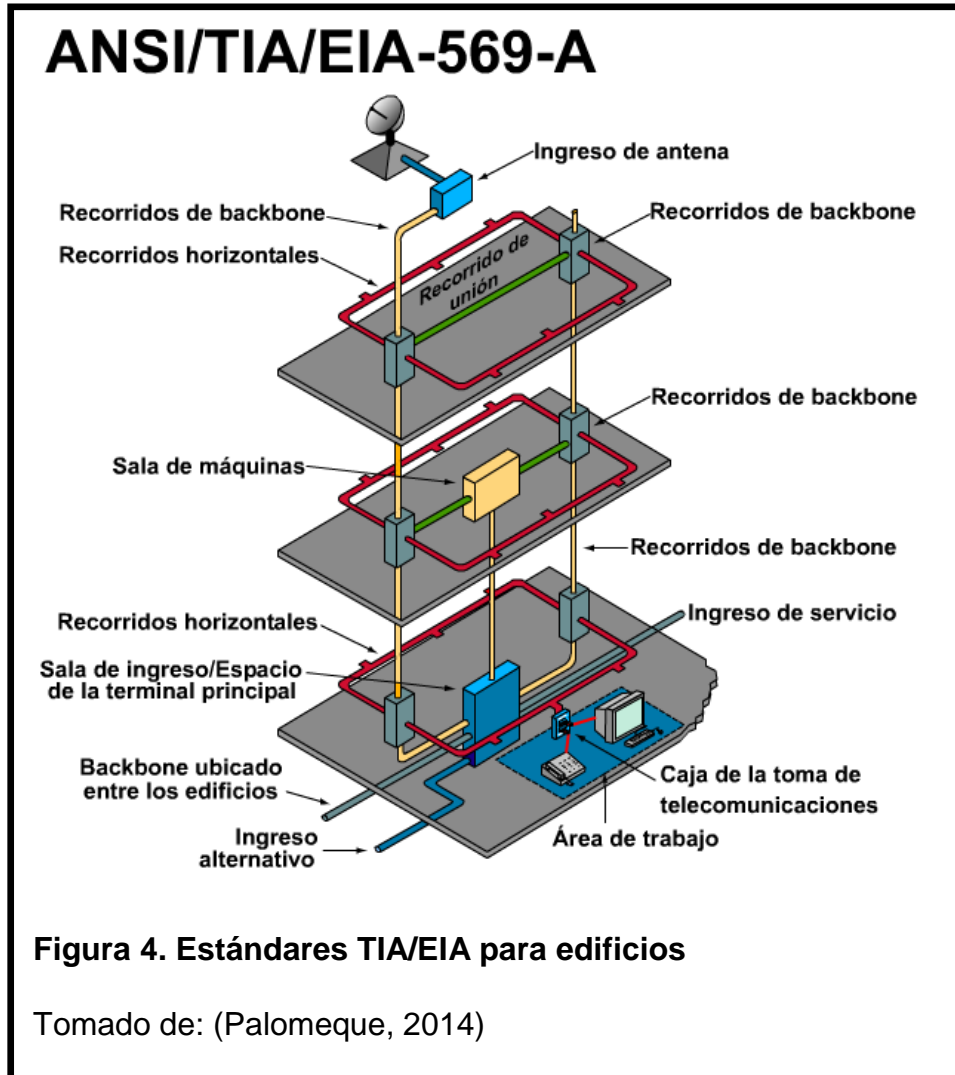


1.2.5. Cableado Estructurado

La EIA y TIA establecieron grupos para desarrollar las normas de cableado. Para la transmisión de datos o información desde un punto a otro por un medio de transmisión (cableado) de una red, se tienen que tomar en cuenta las normas y estándares internacionales establecidos por la TIA/EIA, lo cual se denomina cableado estructurado.

1.2.5.1. Subsistemas de cableado estructurado

- 1. Entrada al edificio (acometida):** Se refiere al lugar donde el cableado exterior hace contacto con el cableado vertical del edificio. Se ubica a la entrada de los servicios de telecomunicaciones del edificio y se distribuye hasta el cuarto de equipos. El estándar TIA/EIA-569A define sus requerimientos.
- 2. Cuarto de equipos:** Es el área central en el interior del edificio, en donde se dispone de los equipos de red como: routers, switches, DTU y dispositivos de datos, entre otros. Las especificaciones están en el estándar TIA/EIA-569A.
- 3. Cableado vertical o backbone:** Proporciona la interconexión entre los gabinetes de telecomunicaciones, cuartos de telecomunicaciones y los servicios de entrada. Se incluye la conexión vertical entre pisos, cables entre edificios y cableado entre el cuarto de equipos y el cableado de entrada a los servicios del edificio.
- 4. Armario de telecomunicaciones gabinete o rack de telecomunicaciones:** Es el lugar en el interior del edificio en donde se encuentra el equipo del sistema de cableado para las telecomunicaciones. También se encuentran los cross-conects para el cableado horizontal y vertical.
- 5. Cableado Horizontal:** Va desde el área de trabajo hasta el rack de telecomunicaciones. Comprende los conectores RJ-45, conexiones de transición. El cableado debe tener una extensión máxima de 90 metros. Los medios pueden ser el cable UTP, el cable STP y la fibra óptica.
- 6. Área de trabajo:** Comprende desde el enchufe de telecomunicaciones hasta las estaciones de trabajo. Los componentes son los dispositivos como computadores, terminales, teléfonos. También están cables modulares, jumpers de fibra y adaptadores. (ByteNetwork, 2012)



1.2.5.2. Normas de cableado estructurado

Electronics Industry Alliance (EIA) distribuyó tres grupos para desarrollar las nuevas normas. TR-41.8.1 fue el primer grupo de trabajo para establecer las normas acerca del cableado comercial e industrial. TR-41.8.2 fue el segundo grupo dedicado a las normas de los cableados residenciales y pequeños negocios. TR-41.8.3, el tercer grupo dedicado a la construcción de arquitectura de telecomunicaciones. (Val, 2015)

Telecommunication Industry Association (TIA), en 1988 se unió para establecer grupos de trabajo y establecer nuevas normas:

TR-42.1 Cableado de Telecomunicaciones en edificios comerciales

TR-42.2 Infraestructura residencial de telecomunicaciones

TR-42.3 Recorridos y lugares de telecomunicaciones en edificios comerciales

TR-42.4 Infraestructura de telecomunicaciones Planta externa

TR-42.5 Los términos de infraestructura de Telecomunicaciones

TR-42.6 Administración de infraestructura de Telecomunicaciones

TR-42.7 Sistema de cableado de Telecomunicaciones de cobre

TR-42.8 Sistema de cableado de Telecomunicaciones de fibra

TR-42.9 Infraestructura de Telecomunicaciones Industrial

1.2.5.3. Estándares TIA/EIA para cableado estructurados. (Val, 2015)

- TIA/EIA-568-A: Especifica los mínimos requerimientos de cableado para telecomunicaciones en edificios comerciales. Se dispone de distancias límites, así como la topología adecuada, el rendimiento que deben tener los dispositivos, los medios y las conexiones.
- TIA/EIA-568-B: Se divide en tres grupos 568B.1, 568B.2 y 568B.3 que se explican a continuación. Esta información especifica los requerimientos tanto de componentes para los medios de comunicación como de la transmisión.
- TIA/EIA-568-B.1 este sistema permite un entorno donde se pueda utilizar diversos productos de múltiples distribuidores.
- TIA/EIA-568-B.1.1 es una corrección donde se recomienda el radio de curvatura de los cables UTP y STP.

- TIA/EIA-568-B.2 detalla procesos de medición y componentes necesarios para verificar que se ha realizado correctamente la instalación del cableado de par trenzado.
- TIA/EIA-568-B.2.1 se refiere a una corrección donde se especifica los requerimientos para un cableado de Categoría 6.
- TIA/EIA-568-B.3 detalla los elementos y requisitos para la comunicación en un entorno de cableado con fibra óptica.
- TIA/EIA-568-C: Se utiliza para las instalaciones de cableado de telecomunicaciones de los clientes en edificios comerciales, además de contener información simplificada de los estándares. Contiene actualizaciones y revisiones del estándar 568-B.
- TIA/EIA-569-A: Utilizado para el diseño e implementación de cableado en edificios comerciales.
- TIA/EIA-606-A: Incluye información de administración de infraestructura en edificios comerciales, como rotulación de los cables, para tener una correcta identificación y registro de la red.
- TIA/EIA-607-A: Especifica las características que se debe cumplir para una correcta conexión a tierra y conexiones en edificios comerciales para utilizar productos de diversos distribuidores. Se especifica las conexiones que son necesarias para que los equipos trabajen correctamente.

1.2.6. Medios de transmisión de datos

Es el canal por donde se puede transmitir información entre dos dispositivos del sistema. Dependiendo de la manera a transmitirse la señal se clasifican en: medios de transmisión guiados y medios de transmisión no guiados. De acuerdo al modo en que se transmite que puede ser: simplex, half-duplex y full-duplex.

Los parámetros a considerarse en los medios de transmisión son entre otros:

Las características de estos medios son: velocidad máxima de transmisión, tipo de conductor, distancias máximas, inmunidad a interferencia y capacidad de adaptarse a diversas tecnologías

1.2.6.1. Medios de transmisión guiados

Estos utilizan un cable para conducir las señales eléctricas o de luz desde un lugar a otro. A continuación se detallan los más conocidos.

1.2.6.1.1. El par trenzado

Está formado por pares cruzados de hilos de cobre que transmiten señales eléctricas, este cruce se lo realiza para reducir la diafonía. Existen de dos tipos que son de blindaje y sin blindado. (Rojo, 2012)

Cable de par trenzado sin blindaje (UTP): Las siglas UTP vienen del inglés *Unshielded Twisted Pair* y es el preferido para realizar el cableado en las redes. Formado por 4 pares de hilos de cobre, aislados individualmente y con un color específico para una fácil identificación. Los cables UTP se utilizan con conectores RJ45. Utilizado en redes LAN con la categoría 5 o 6 para transmitir datos, que consiguen buenas velocidades, como por ejemplo sirve para las redes 10/100/1000BASE-T.

Tabla 1. Categorías del cable par trenzado UTP.

Categoría	Ancho de banda	Aplicaciones
Cat. 1	0,4 MHz	Líneas telefónicas y módem de banda ancha.
Cat. 2	4 MHz	Cable para conexión de terminales que se utilizaban antiguamente.
Cat. 3	16 MHz Clase C	10BASE-T y 100BASE-T4 de los cableados Ethernet
Cat. 4	20 MHz	16 Mbit/s de conexiones Token Ring

Cat. 5	100 MHz Clase D	En cableado Ethernet con 10BASE-T y 100BASE-TX
Cat. 5e	160 MHz Clase D	En cableado con Ethernet de 100BASE-TX y 1000BASE-T
Cat. 6	250 MHz Clase E	Utilizado actualmente con Ethernet 1000BASE-T
Cat. 6a	250 MHz Clase E	Se utiliza en empresas con Ethernet 10GBASE-T
Cat. 7	600 MHz Clase F	
Cat. 7a	1000 MHz Clase F	Para servicios de telefonía, Televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T.
Cat. 8	1200 MHz	Se está desarrollando.
Cat. 9	25000 MHz	La UE se encarga de su desarrollo.
Cat. 10	75000 MHz	Las instituciones encargadas de su desarrollo son: G.E.R.A e IEEE.

Tomado de: (Wikipedia, s.f)

Cable de par trenzado con blindaje (STP): Su principal característica es que se encuentra recubierto por un metal que cubre cada par de conductores aislados, con esto evita el ruido electromagnético y la interferencia. Tiene características similares al UTP, con la particularidad que se conecta a tierra el blindaje del cable.

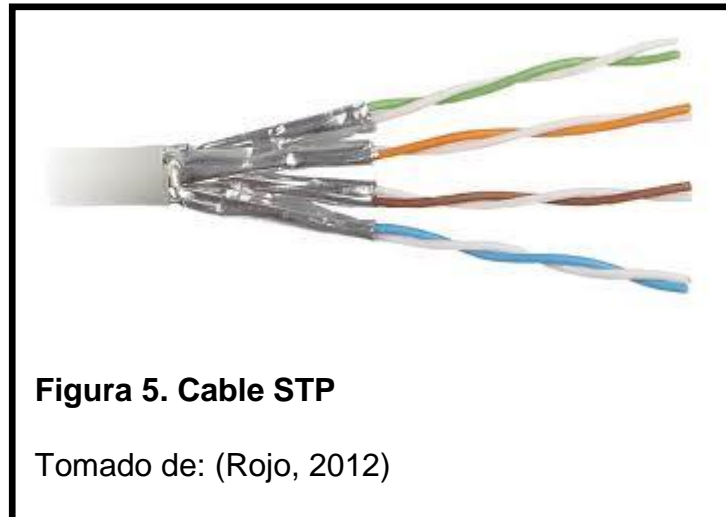


Figura 5. Cable STP

Tomado de: (Rojo, 2012)

1.2.6.1.2. Cable coaxial

Soporta rangos de frecuencias más altos que los cables de par trenzado. El núcleo central conductor está hecho por un hilo sólido de cobre, que se encuentra revestido por un dieléctrico y por encima recubierto por una malla o metal conductor generalmente de cobre, que sirve de protección contra el ruido electromagnético. Está recubierto por un aislante plástico exterior. Estos cables conectan dispositivos y utilizan comúnmente un conector BNC. Se utilizan en redes de datos de topologías de bus.



Figura 6. Cable coaxial

Tomado de: (Rojo, 2012)

1.2.6.1.3. Fibra óptica

Construida de plástico o cristal para transmitir señales de luz. Utiliza el efecto de reflexión para enviar la luz por el canal. El núcleo está rodeado por una cubierta plástica menos densa, la diferencia de estas densidades permite que el rayo de luz se refleje y no se refracte. Los conectores deben ser muy precisos para que la señal no se pierda. La fibra tiene inmunidad al ruido, menor atenuación y un mayor ancho de banda.

Existen dos modos de propagación:

- Multimodo: Se envían múltiples rayos de luz por el núcleo y por diversas vías. La manera de avanzar de los haces de luz depende de la estructura del núcleo, que puede ser de índice escalonado con un núcleo de una densidad y de índice gradual, donde el núcleo tiene una densidad variable siendo mayor en el centro y decrece gradualmente hacia el borde permitiendo formar curvas en él envió de la luz y obteniendo una mayor calidad. Soporta distancias pequeñas en comparación con las monomodo y los anchos de banda son menores.
- Monomodo: Se utiliza una fibra de índice escalonado y utiliza una fuente con mayor enfoque. El diámetro es de menor tamaño que la multimodo y la densidad es ligeramente más pequeña. Se obtiene una señal sin distorsión en la transmisión. El emisor es un láser. Tiene menor atenuación y soporta anchos de banda mayores que las multimodo.

1.2.6.2. Medios de transmisión no guiados

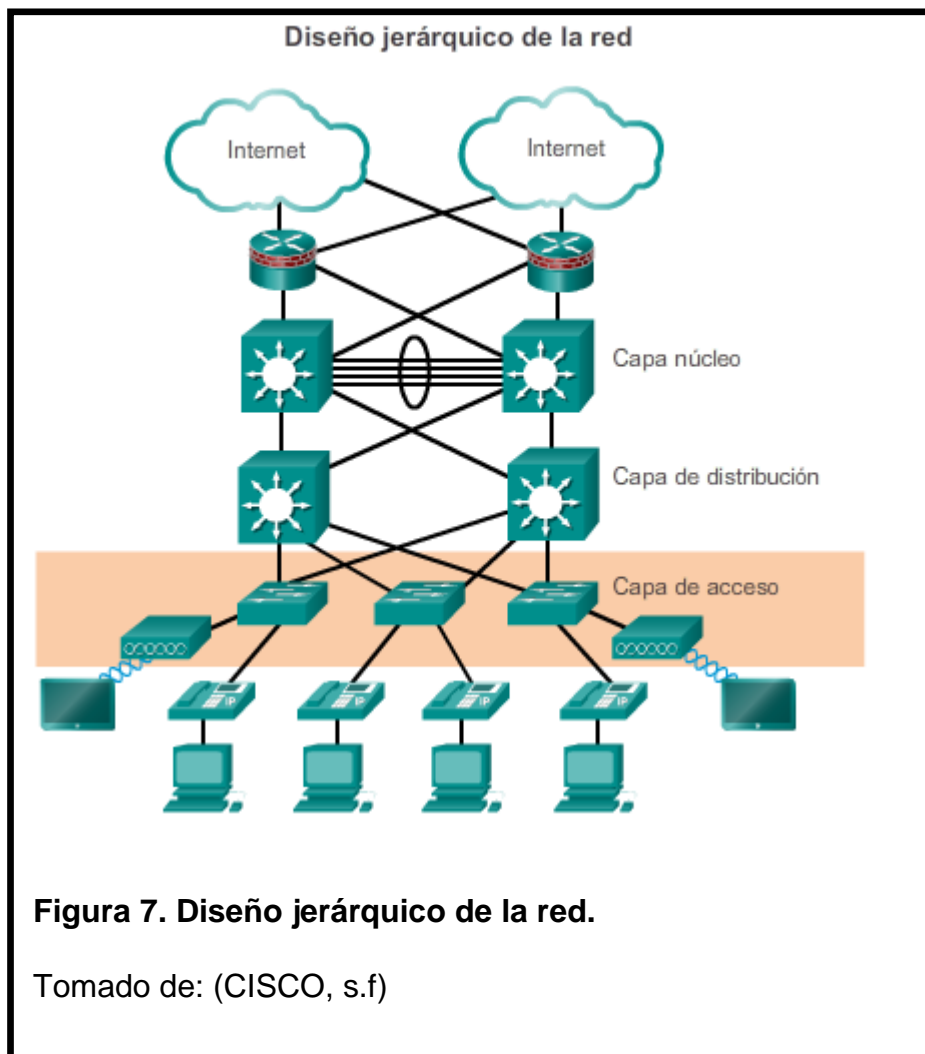
Es una comunicación sin cables, se transmite mediante ondas electromagnéticas por el aire. Se utilizan antenas en los dispositivos tanto transmisor como en el receptor para irradiar y recibir energía electromagnética. Las transmisiones pueden ser omnidireccional y direccional. En la direccional se concentra el haz de energía y las antenas deben estar correctamente alineadas. En la omnidireccional, se emite las ondas en todas las direcciones y

puede ser recibida por múltiples antenas. De acuerdo al rango de frecuencias las transmisiones pueden ser:

- Radio: Son un tipo de radiación que se utiliza para radio FM y la televisión UHF, VHF y para el servicio de telefonía celular.
- Microondas: Utiliza el espacio aéreo para enviar señales. Las antenas parabólicas interconectan las estaciones. El satélite recibe las señales enviadas desde tierra y las retransmite, puede amplificarlas. Debido a la distancia que recorre la señal tarda un intervalo de tiempo en llegar al receptor.

1.2.7. Consideraciones del diseño de LAN

La tecnología avanza día a día y se debe cubrir las nuevas necesidades de las empresas. Existen principios y modelos de diseño de la red que permiten tener una red resistente, fácil de administrar y robusta. Se analizarán las tendencias tecnológicas, así como los beneficios de un diseño sistemático. Para tener una red planificada, el diseño se basará en la red jerárquica de tres capas que recomienda Cisco. En este modelo tenemos las capas de acceso, distribución y núcleo.



A continuación se describen los 4 principios de diseño de una red para implementarla correctamente. La jerarquía para tener una red confiable, se trata de dividir en áreas más pequeñas. La modularidad que divide en módulos como el campus empresarial, el centro de datos, el bloque de servicios y el Internet perimetral. La resistencia de la red donde la red debe trabajar en condiciones normales y anormales, se debe prever de las fallas de hardware, software y eventos imprevistos. La flexibilidad es importante para modificar la red, aumentar servicios o una mayor capacidad sin cambios sustanciales.

Una red jerárquica incluye tres capas. La capa de acceso en donde los terminales o equipos de usuario tienen acceso a la red. La capa de distribución que permite la conectividad de acuerdo a políticas y administra el límite entre

las capas de núcleo y de acceso. La capa núcleo que permite el transporte rápido entre los switches de distribución en el campus empresarial. Esta estructura permite una mejor administración de la red. (CISCO, 2015)

1.2.7.1. Capa de acceso

La capa de acceso permite la conectividad entre las estaciones de trabajo y los servidores. Entre las funciones principales tenemos: switching de capa 2, alta disponibilidad, seguridad de puerto, clasificación y marcación de QoS, inspección de ARP, listas de control de acceso virtual, árbol de expansión, alimentación por Ethernet y VLAN auxiliar para VoIP.

1.2.7.2. Capa de distribución

Esta capa proporciona servicios ascendentes, divide conjuntos de usuarios para mitigar los problemas que pueden darse en la red, recibe los datos de la capa de acceso para enviarlos a la capa superior que es la de núcleo. Las funciones en esta capa son: agregación de enlaces LAN o WAN, seguridad basado en ACLs, servicios de routing entre redes LAN y VLAN, redundancia y balanceo de carga, control del dominio de difusión.

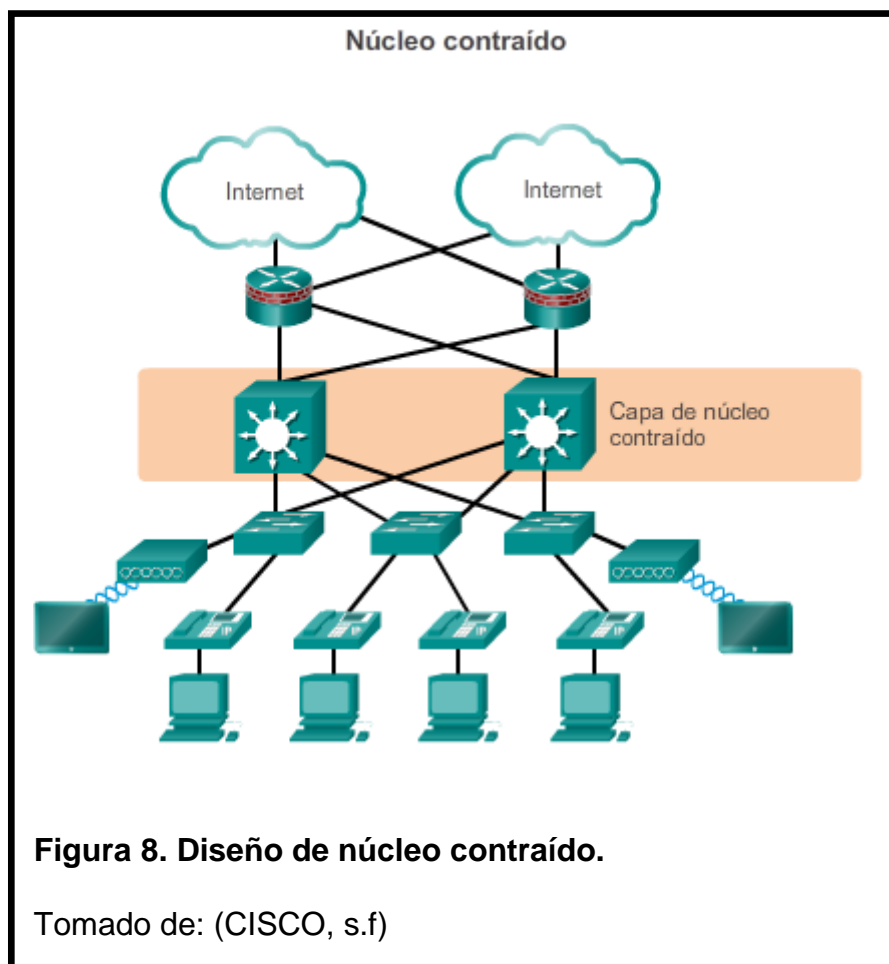
1.2.7.3. Capa núcleo

La capa núcleo también conocida como backbone de red. Los dispositivos son de alta velocidad e interconectan componentes del campus. El núcleo debe ser redundante y tener alta disponibilidad. Entre las principales funciones están: proporcionar switching de alta velocidad, confiabilidad, tolerancia a fallas, tener escalabilidad con equipos rápidos y protección de los paquetes con respecto a la seguridad.

1.2.7.4. Diseño de núcleo contraído

El diseño jerárquico en 3 capas maximiza el rendimiento, la escalabilidad y la disponibilidad de la red. En empresas pequeñas se combina la capa

distribución y núcleo llamado diseño de núcleo contraído, mantiene la mayor parte de beneficios.



1.3. SISTEMAS OPERATIVOS

El sistema operativo es un software básico en una computadora que provee una interfaz entre los programas del sistema, los elementos de hardware y el usuario. Cumple la función de administración de los recursos del computador, coordina las acciones del hardware, organiza archivos y directorios en los elementos de almacenamiento.

1.3.1. Componentes de un sistema operativo

Dentro de los componentes principales de los sistemas operativos constan: la gestión de procesos, gestión de memoria principal, sistema de entrada y salida,

el sistema de archivos (FAT32, NTFS, XFS, etc.), técnicas de protección, procedimiento de intercambio de información, programas y administrador de recursos.



Figura 9. Componentes del sistema operativo.

Tomado de: (Valdés, 2015)

Los sistemas operativos más utilizados en la actualidad son: Windows, Linux y Mac, que se los describe a continuación.

1.3.2. Sistema operativo Windows

El sistema operativo Microsoft Windows aparece como un proyecto denominado Interface Manager en 1981. Contiene dos modalidades como son versiones para usuario doméstico y otra para profesionales de IT. La doméstica con mayor soporte multimedia y la profesional con un enfoque en redes y seguridad.

Tabla 2. Versiones de Windows.

Versión	Año	Características
Windows 95	1995	Tiene una instalación fácil de dispositivos por capacidades Plug and Play, manejo de fax y módems, software educativo y juegos. Software de 32 bits con utilidades multimedia.
Windows 98	1998	Tiene desempeño para leer discos DVD, dispositivos USB y aparece la barra de Inicio rápido. Contiene información más fácil en el equipo y en Internet.
Windows XP	2001	Con un nuevo aspecto y apariencia. Fue uno de los productos con mayores ventas por ser rápido y estable. Tiene un diseño más intuitivo. Se obtiene una mejora en confiabilidad, rendimiento y seguridad.
Windows Server 2003	2003	Es un Windows XP modificado para empresas. Maneja sistema de archivos NTFS, gestión de almacenamiento y backups, Active Directory, autenticación, DNS y políticas de seguridad.
Windows Server 2008	2008	Se basa en Windows Vista. Se mejora la presentación y administración del sistema, funcionalidades renovadas del Active Directory y soporte para 256 procesadores.
Windows 7	2010	Incluye nuevas formas de trabajar con ventanas y permite el uso de pantallas táctiles.
Windows 8	2012	Renovado que funciona como tableta para entretener y realizar tareas, incluye mejoras del escritorio con administración de archivos optimizada.
Windows Server 2012	2012	Se renueva el administrador de tareas, se mejora Hyper-V y se tiene un nuevo sistema de archivos:

		ReFS.
Windows 10	2015	Permite compartición de contenidos con otros dispositivos. Es intuitivo, aprende comportamientos y preferencias de los usuarios.

En la Tabla 2, se muestra una breve descripción de las diversas versiones de Windows, tanto las versiones para usuario, como para servidores.

1.3.3. Sistema operativo Mac

Es un sistema operativo de Macintosh, fue creado por Apple para sus computadores. Apple desarrollo en 1984 la primera versión y fueron desarrollándose versiones progresivas hasta la 9 en 1999. El Mac OS X es una derivación de Unix y va manteniendo la interfaz con elementos de anteriores versiones.

Mac OS X es el renovado sistema operativo de Apple, es un sistema Unix basado en NeXTSTEP y el núcleo Mach adquiridos por Apple con la compra de NeXT. La versión cliente ha tenido 6 liberaciones, siendo la última Mac OS X 10.6 llamada Mac OS X Snow Leopard. En versiones servidor en 1999 fue lanzado Mac OS X Server 1.0 que permitía la administración de servicios de red en un entorno de grupos de trabajo con equipos Mac. El Mac OS X Server se puede emular en máquinas virtuales. (EcuRed, 2016)

Tabla 3. Versiones de sistemas operativos MAC.

Versión	Año	Características
1.0 Server Hera	1999	Tiene una barra de menú simple, pero la administración de los archivos era realizada por el Workspace Manager, utiliza un gestor de ventanas basado en Display PostScript.
10.0 Cheetah	2001	Contiene dock para organizar aplicaciones, terminal para comandos, priorizador de procesos, libreta de direcciones, APIs, escritorio sherlock y protección de memoria.
10.2 Jaguar	2002	Tiene estabilidad, velocidad en funcionamiento y en la línea de aplicaciones disponibles tanto con interfaz gráfica como con línea de comandos, con cierta dificultad de uso.
10.3 Panther	2003	Tiene un rendimiento mucho mayor, incorpora la mayor actualización en la interfaz de usuario. Las nuevas mejoras incluyen: Finder actualizado, mejora de PDF, mejor interacción con Windows, sistema más rápido y filevault.
10.4 Tiger	2005	Tiene nuevos programas y tecnologías que permiten realizar actividades repetitivas automáticamente, programas de procesamiento mejorado de imágenes y soporte de 64 bits.
10.5 Leopard	2007	Leopard soporta tanto procesadores PowerPC como Intel. Este sistema tiene una mejor apariencia, programas actualizados, soporte para programas de 64 bits, programas para mails, chat y mejoras en la seguridad.
10.6 Snow Leopard	2009	Ajuste automático de zona horaria, instalación rápida, QuickTime X, OpenCL y un núcleo de 64 bits para aplicaciones.

10.7 Lion	2011	Contiene aplicaciones como pantalla compartida, iChat para chatear, airdrop, boot camp, compatibilidad con Exchange, grabación de video con QuickTime X, OpenCL y Mac App Store.
10.9 Mavericks	2013	Permite conexión remota entre dispositivos, mejora de Safari, el calendario, mapas en 3D y el centro de notificaciones.
10.11 El Capitan	2015	Para computadores personales y servidores. Tiene Split View que permite visualizar en la pantalla dividida para utilizar 2 programas simultáneos. Mejora de herramientas de información de internet, mayor rendimiento y mejoras en aplicaciones.

En la Tabla 3, se puede apreciar las diferentes versiones de Mac, que han aparecido a lo largo del tiempo hasta nuestros días.

1.3.4. Sistema operativo GNU/Linux

GNU/Linux es un sistema que combina el núcleo o kernel libre, parecido a Unix llamado Linux con el sistema operativo GNU (*GNUs Not Unix*) auspiciado por la *Free Software Foundation*, sigue un diseño tipo Unix pero es software libre y no contiene código Unix. Linux es un sistema replicado del sistema Unix, creado por voluntarios de internet y es distribuido de forma libre para computadores. Se inició en el año 1990 por Linus Torvalds, un estudiante finlandés. Al inicio se tenía el GCC (compilador de C creado en GNU) y el bash. Así se desarrollaron muchos programas, con este software libre la gente colaboró en Internet para su crecimiento. (Alea, 2016)

Este sistema está desarrollado bajo una Licencia Pública General GNU, ya que es un software que fue desarrollado por la empresa *Free Software Foundation*, por lo que se puede modificar y redistribuir libremente, aún las modificaciones posteriores. Se distribuye bajo licencia GPL, el núcleo de Linux, esta licencia es

Open Source Software, las personas son libres de utilizarlo, realizar mejoras y compartirlo con el resto de gente. (Alea, 2016)

Linux es un sistema estable, multiplataforma, multitarea, robusto y tiene un gran alcance en la gestión de las redes. Se desarrollaron múltiples versiones, produciéndose grandes alcances en la versión 0.95 en 1992, pero la primera versión sin errores y completa fue la versión 1.0 desarrollada en octubre de 1994. A partir de este tiempo hasta nuestros días los colaboradores han ido incrementándose considerablemente, siendo muy utilizado por personas de todo el mundo. Esta difusión de Linux se debe a dos factores como son: el gran uso y auge de internet a nivel mundial y la promoción que tiene el software libre.

Entre las características principales de Linux están que es multitarea, puede ejecutar varias aplicaciones y tareas como formatear del disco, imprimir, jugar, etc. Es multiusuario ya que puede haber algunas personas que utilizan el ordenador compartiendo el microprocesador, se puede poner pantallas y teclados y realizar tareas diferentes. Tiene gran compatibilidad con ficheros de aplicaciones de otros sistemas y también con programas porque puede emular y ejecutar programas de otros sistemas operativos como Windows y Mac. Mantiene estabilidad ya que es robusto porque puede controlar los procesos individualmente. Es libre porque no se pagan licencias para utilizarlo y se dispone del código fuente para modificarlo. El soporte es de una gran comunidad en Internet, ya que los colaboradores ayudan en los problemas que se presentan. La adaptación se debe a una rápida evolución, continuamente se crean nuevas versiones con correcciones y nuevas funcionalidades. (Alea, 2016)

1.3.5. Comparación entre Windows y Linux

En la Tabla 4, se muestra una tabla comparativa entre los sistemas operativos Windows y Linux.

Tabla 4. Comparación entre Linux y Windows.

	LINUX	WINDOWS
Precio	Casi todas las distribuciones de Linux están disponibles gratuitamente.	La licencia para Windows está de \$190 a \$230.
Uso	Linux ha mejorado automáticamente, pero Windows sigue siendo un poco más fácil de usar.	Tiene mayor facilidad al utilizarlo y la interfaz es amigable y bien conocida.
Estabilidad	Linux es conocido por su estabilidad, puede correr por meses sin necesidad de reiniciarse.	Windows ha mejorado en estabilidad, pero falla en ciertas veces.
Software	Contiene una variedad de programas, utilitarios y juegos. pero Windows lo supera.	Como es el más usado en computadores tiene mayor desarrollo de programas.
Costo de Software	Dispone de aplicaciones gratuitas y muy avanzadas como Gimp. OpenOffice, Wine. etc.	Aunque Windows tiene una mayor selección de programas, pero tienen un costo.
Hardware	Algunas empresas de dispositivos de computación no tienen soporte en Linux.	Este sistema soporta la mayoría de drivers porque Windows es masivamente utilizado.
Seguridad	Linux siempre ha sido un sistema operativo muy seguro. Aunque puede ser atacado ocasionalmente, la incidencia es muy baja comparada con Windows.	Tiene problemas de vulnerabilidad, por lo que requiere de mayores gastos en seguridad.

Código Abierto	Los usuarios pueden realizar modificaciones en el código, según sus necesidades.	Windows no es de código abierto y la mayoría de programas para Windows tampoco lo son.
Soporte	Las comunidades en torno a cada distribución de Linux son abundantes, con amplia documentación ofreciendo soporte valioso y gratuito.	Dispone de información para soporte que puede ser propio o de contrato con la empresa.

Tomada de: (Cortés, 2011)

1.3.6. Principales distribuciones de Linux

Como el software de Linux es libre existe un grupo de empresas y personas que utilizan el kernel de Linux para adaptar y crear nuevas aplicaciones que conforman las diversas distribuciones que existen. Entre las principales están:

1.3.6.1. Red Hat

Es la empresa más influyente en el software de Linux tiene dos distribuciones, una de pago y otra gratuita. La distribución gratuita llamada Fedora. Tiene el sistema de paquetes RPM que se adapta a la distribución. Los paquetes son ficheros donde se encuentran los programas para ser instalados de manera sencilla, además si falta algo avisa y permite desinstalar fácilmente. Los tres paquetes básicos son RPM, Deb y Tgz.

1.3.6.2. Debian

Este sistema es la base de Ubuntu, por lo que se encuentra dentro de las principales distribuciones de Linux. Se caracteriza por ser libre, tener estabilidad y por tener los paquetes .deb que pueden ser gestionados con la herramienta APT, que es propia de este sistema.

1.3.6.3. OpenSUSE

Tiene disponible los entornos de escritorio como KDE, Gnome y dispone de buenas herramientas de instalación y configuración que es YaST y la configuración gráfica con SaX.

1.3.6.4. CentOS

Es una derivación gratuita de la distribución comercial de Red Hat. En los últimos tiempos unió fuerzas con la distribución Red Hat. Es un código con gran estabilidad y calidad.

1.3.6.5. Ubuntu

Este sistema operativo está enfocado para que el usuario tenga facilidad en el uso y en la instalación. El lema es “Ubuntu: Linux para seres humanos”. Varios paquetes conforman este software y se distribuye con licencia libre y código abierto. No tiene fines lucrativos y para mejorar las prestaciones se ayuda de los desarrolladores de la comunidad. Contiene un conjunto de aplicaciones incorporadas que facilitan al usuario. (Ecured, s.f)

1.3.6.5.1. Variantes

Tiene sub distribuciones, entre las más importantes se tiene: (Ecured, s.f)

- Kubuntu, se caracteriza por el escritorio KDE.
- Ubuntu Server, creado para los ambientes de servidores.
- Edubuntu, desarrollado para utilizarse en ambientes escolares y agregado a la distribución de Ubuntu desde la versión 8.04.
- Xubuntu, se caracteriza por utilizar el escritorio Xfce.
- Lubuntu, la cual utiliza LXDE
- Ubuntu Netbook Remix, utilizada en netbooks.
- Ubuntu Studio, desarrollado para utilizar contenido multimedia.

- Tiflobuntu, creado para facilitar el trabajo a gente ciega y con poca visión, su funcionamiento se basa en el código braille.
- Kubuntu Netbook Edition, utilizada en netbooks pero dispone del escritorio KDE.
- Ubuntu Mobile, desarrollado para utilizarse en equipos móviles que incluye la utilidad del touch.

1.3.7. EDUBUNTU



Figura 10. Ventana principal de Edubuntu

Es una distribución basada en Ubuntu destinada al uso de ambientes escolares. Contiene paquetes con estos fines como aplicaciones educativas y la KDE Edutainment Suite. Es un software en donde han colaborado tecnólogos y profesores de distintos países. Incluye la arquitectura de cliente LTSP, como también de usos en la educación específicamente para gente entre 6 y 18 años. El objetivo es proporcionar las herramientas necesarias al

educador para instalar y administrar un laboratorio de computación. Colabora con el educador y recopila las mejores aplicaciones libres con fines educativos. (Vega, 2015)

Las ventajas que presenta este software son que es ideal para computadores de bajos recursos. Contiene una interfaz fácil y rápida de utilizar. El software cuenta con múltiples aplicaciones para ofimática, manipulación de imágenes y para poder ver videos. (Vega, 2015)

Este software es una herramienta para la educación. Permite ser utilizado en espacios pedagógicos de cualquier tipo. Puede realizar la gestión escolar como organización de matrículas, organizar periodos escolares, etc.

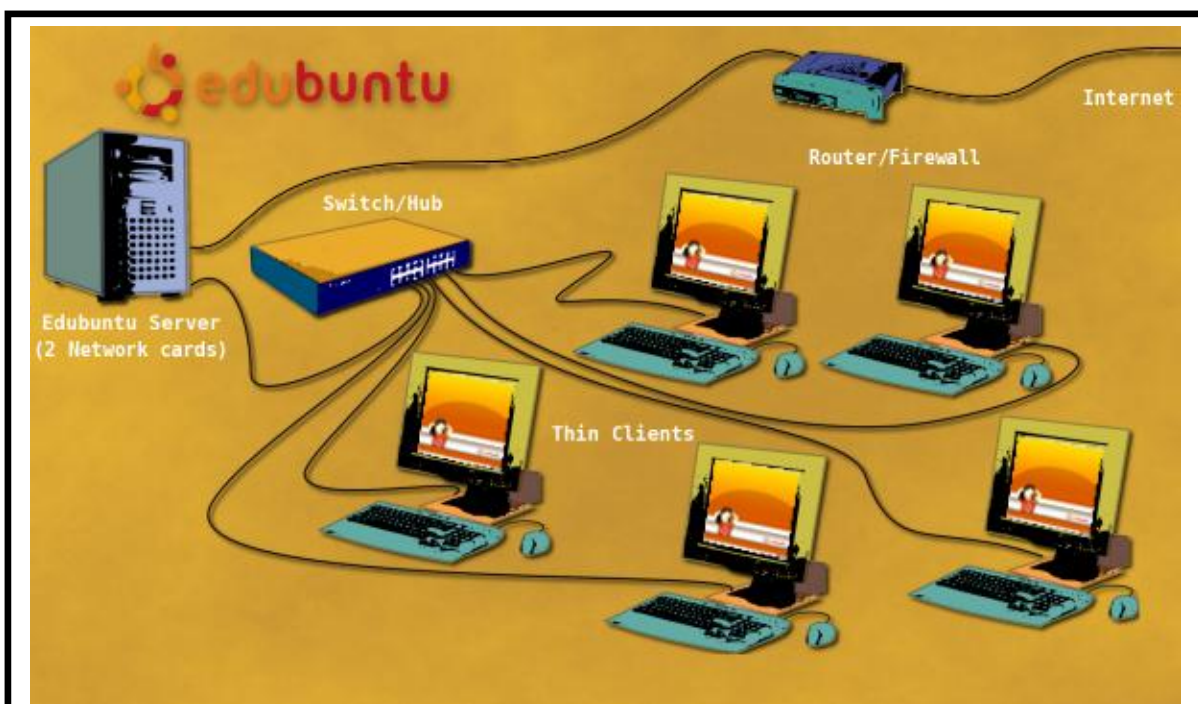


Figura 11. Esquema de una red Edubuntu.

Tomado de: (Vega, 2015)

1.3.8. LTSP

El Linux Terminal Server Project (LTSP) es un sistema que permite dar soporte a clientes ligeros mediante la configuración del servidor. Tiene un ambiente cliente-servidor donde se realizan peticiones a un servidor, esto se remonta a los primeros computadores mainframe que servían a varios terminales.

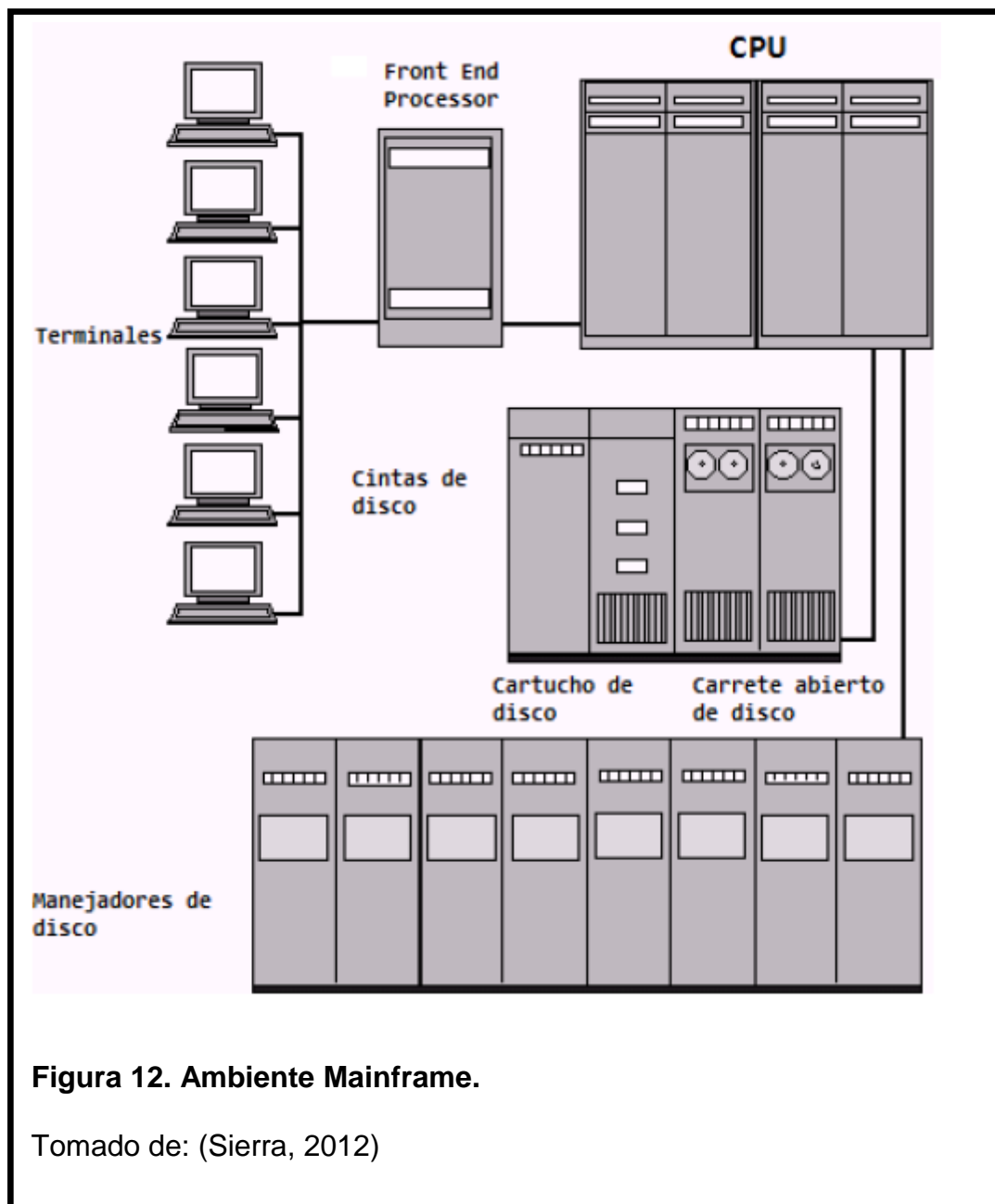


Figura 12. Ambiente Mainframe.

Tomado de: (Sierra, 2012)

La tecnología ha avanzado rápidamente y en la actualidad se tiene computadores con grandes capacidades a bajo costo, donde se desperdicia el procesamiento al correr aplicaciones básicas. Las capacidades pueden ser aprovechadas trabajando los computadores en un sistema multiprocesador o como LTSP que permite brindar a los computadores sus recursos de procesamiento. (Sierra, 2012)

En el año 1999 se empieza con el proyecto LTSP, al buscar una solución para acceder desde 35 terminales a un par de servidores IBM AS/400 y SCO Unix. Este desarrollo se basó en una herramienta de red llamada netboot. Esta solución se denominó Proyecto de Servidor de Terminales Linux o LTSP, siendo popular en ambientes empresariales y educativos. LTSP se encuentra en la versión 5.5.1 que incluye los servicios y paquetes para tener la infraestructura cliente-servidor. (Sierra, 2012)

Actualmente el proyecto más importante que apoya el desarrollo de la infraestructura LTSP, es el Proyecto Mille, el cual se ejecuta en Canadá y lo financian instituciones públicas. En nuestro país se han desarrollado proyectos con esta infraestructura dirigidos a parroquias rurales por las universidades.

1.3.8.1. Funcionamiento de LTSP

El servidor configurado con sus terminales trabaja de la siguiente manera:

(McQuillan, 2002)

1. Al encender la máquina cliente, hace una auto revisión de encendido con el POST- Power On SelfTest.
2. El BIOS busca las roms de expansión. En esta revisión se detecta una rom por la red.
3. Luego del POST, se encuentra el código Etherboot.
4. Se inicializa el código Etherboot.
5. Se realiza una petición de DHCP en la red, incluyendo la dirección MAC del computador.

6. El servidor con el servicio dhcpd busca el archivo de configuración que se identifique con la MAC del cliente.
7. La respuesta del servidor DHCP da un paquete de respuesta al cliente que contiene:
 - Dirección IP del cliente.
 - Máscara de la red local.
 - Localización del núcleo a descargar.
 - Localización del sistema de archivos raíz a montar.
 - Parámetros opcionales que pasan por el núcleo, enviados por la línea de comandos del kernel.
8. Utilizando TFTP (Trivial File Transfer Protocol), el cliente empezará a descargar el núcleo del servidor.
9. El control pasa al núcleo para que inicie el sistema y revise los periféricos.
10. El cliente detecta el hardware, dispositivos y empieza a cargar el sistema operativo GNU/Linux.

Las operaciones de acceso del cliente al servidor se hace por el protocolo SSH, y el cliente recibe la imagen hacia el monitor por el protocolo X11. Un cliente ligero puede ser un computador con una memoria RAM de 128 MB y 400MHz de procesador. (Sierra, 2012)

1.4. ESCENARIOS EDUCATIVOS

El contexto donde se llevan a cabo las actividades educativas del proceso de enseñanza – aprendizaje se denomina escenario educativo. Dentro del cual existe una estructura, disposición, configuración de los diferentes elementos y una metodología específica para el aprendizaje. Existen seis escenarios principalmente: (Marcano, 2006)

- **Enseñanza parvularia**, donde las aulas son llamativas y se utiliza un lenguaje para despertar interés de conocimientos en los niños.

- **Enseñanza básica**, dedica a formar la personalidad de niños y adolescentes, el enfoque de las clases va en el descubrimiento de conocimientos y se obtiene las bases del conocimiento.
- **Enseñanza para el bachillerato**, existe un lenguaje técnico más avanzado para los jóvenes que comienzan a desarrollar su proyecto de vida, los estudiantes son separados en especialidades.
- **Enseñanza universitaria**, los estudiantes investigan más para encontrar el conocimiento, se preparan para el mundo laboral porque ya son adultos. Se desarrollan en un ambiente más competitivo.
- **Ambiente empresarial**, tienen un gran sector competitivo y se desarrollan en ambientes como el socio-cultural y el socio-económico. Dedicado a un crecimiento y desarrollo de la empresa.
- **Ambiente profesional**, donde las personas se desarrollan de manera independiente y se requieren conocimientos técnicos y específicos de acuerdo al sector en el que se encuentran.

1.5. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

El lenguaje de programación describe un grupo de acciones secuenciales que ejecuta un equipo. Es un modo en que los seres humanos dan instrucciones a equipos para que realicen un proceso específico. El lenguaje de máquina es utilizado por el procesador y consisten en una serie de datos con 0 y 1, como no es comprensible por los humanos se crearon lenguajes intermedios. El lenguaje de programación permite ser comprensible y tiene mayor portabilidad, que quiere decir que se puede ejecutar en diversos tipos de equipos. (CCM, s.f)

El lenguaje de máquina que entienden las máquinas son enormes cadenas de números 1 y 0 (Binario). Para facilitar la creación de este lenguaje se creó el lenguaje ensamblador, donde se usa palabras o letras para programar. Una secuencia de palabras que componen el programa se las llamó instrucciones. Luego aparecieron los lenguajes de programación, donde se facilita la

programación al utilizar una sintaxis parecida al lenguaje humano, se los llamó lenguajes de alto nivel. (EcuRed, s.f)

Ada Lovelace es la primera programadora, quien tradujo y amplió la descripción de una máquina analítica de Charles Babbage. En 1956 apareció el lenguaje Fortran desarrollado por un grupo de programadores de IBM, para en 1957 aparecer el primer compilador. En 1960 se desarrolló el lenguaje COBOL, utilizado hasta el 2010 en informática de gestión. Cada vez se desarrollaban tareas más complejas por los computadores, apareciendo así lenguajes de alto nivel como el Basic en la década de 1980 para microordenadores. (EcuRed, s.f)

1.5.1. Lenguajes más utilizados actualmente

El ámbito tecnológico siempre está evolucionando, los lenguajes de programación se van desarrollando cada día más. Dentro de los lenguajes más utilizados tenemos: (TecnoMagazine, s.f)

Java es uno de los lenguajes más populares, con el que se puede crear aplicaciones web o aplicaciones de escritorio. Uno de los framework más utilizado es el Spring Framework, con el que se puede crear una aplicación web escalable para muchos usuarios. Actualmente Android es la mayor plataforma móvil basada en este lenguaje.

Javascript genera los archivos JS bien conocidos para crear todos los sitios webs. Permite generar animaciones e interactividad con los usuarios. JQuery es una de las bibliotecas más extendida de este lenguaje.

C# es utilizado para crear servicios y aplicaciones en Microsoft es uno de lo más extendidos en este ambiente. Usado por los desarrolladores de videojuegos ya que este lenguaje es uno de los usados en la plataforma Unity.

PHP es utilizado para crear plataformas web, en conjunto con bases de datos MySQL Muchos sitios en internet como blogs, plataformas educativas, de

negocios están desarrolladas en PHP. Dentro de los frameworks que se destacan tenemos al famoso Laravel, CakePHP y Symfony.

Phyton permite hacer múltiples aplicaciones para varios propósitos ya que es multiplataforma y multiparadigma. Es un lenguaje ideal para principiantes porque es simple, legible y es similar con el idioma inglés. Tiene soporte para la programación orientada a objetos. Django es un framework para crear aplicaciones web, análisis de datos y estadísticas.

HTML es un lenguaje informático. Es un lenguaje para el marcado de páginas web. Es un grupo de instrucciones que ayudan a diseñar el texto y contenido de los documentos. Todas las páginas web están escritas en este lenguaje.

En este proyecto se ha escogido el lenguaje de programación JavaScript por ser un lenguaje que ejecuta el servicio de la aplicación desde un servidor web y corre sobre el navegador, siendo así independiente del sistema operativo en el que se desarrolle, pudiendo ejecutarse la aplicación en Windows, MAC, Linux. Es un lenguaje que tiene avances continuos, gracias al crecimiento de Internet que permite tener muchos servicios en las redes. Es un lenguaje que ha creado herramientas actualizadas que permiten una fácil interacción con los usuarios. Este servicio permite conectarse con la aplicación a cualquier cantidad de máquinas, donde se depende de las características del servidor, siendo así el lenguaje más conveniente para este proyecto.

1.5.2. Elementos para crear la aplicación web

1.5.2.1. HTML

HTML (HyperText Markup Language) significa Lenguaje de Marcado de Hipertexto, en otras palabras contiene enlaces con el texto. Permite que al dar clic en alguna palabra de la página web, se abra una nueva página.

En 1980 se da el origen de un nuevo sistema de hipertexto en CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) por parte de Tim Berners-Lee. Las etiquetas HTML se publicaron en 1991. En 1995 se convirtió

en estándar por la IETF (Internet Engineering Task Force). En 1996, la W3C (World Wide Web Consortium) publica los estándares HTML, desarrollándose applets de Java y animación de texto. En 1998 se publica HTML 4.0 se da un gran salto ya que se desarrollan las hojas de estilos CSS, scripts para pequeños programas, permite mejorar el diseño de las páginas, formularios y tablas complejas. En el 2009, la W3C se centra en las definiciones de HTML 5. Implementa nuevos elementos para manejar contenido multimedia. (Eguiluz, 2014)

Al inicio las páginas HTML tenían solamente información como imágenes y texto, con el tiempo se incluyó aspectos del contenido como colores, tipos de letra y con un avance continuó apareció JavaScript para crear pequeñas aplicaciones para que se pueda hacer páginas dinámicas.

En el diseño cada vez más complejo de las páginas web aparece CSS, el cual es un mecanismo para manejar el aspecto de la presentación de contenidos. Con esto se crea páginas web que tienen un buen aspecto para el usuario, donde se puede definir colores, tipos de letra, tamaños y efectos de animación.

1.5.2.2. CSS

Con el crecimiento de internet y la búsqueda de mejores diseños para la presentación de páginas web, el organismo W3C (World Wide Web Consortium) se dedicó a la creación de estándares en la web, se propuso un lenguaje de estilos para HTML. Hubo dos propuestas, la primera que corresponde a la CHSS (Cascading HTML Style Sheets) y la segunda que es la SSP (Stream-based Style Sheet Proposal). En 1995 se fusionaron estas propuestas de lenguaje y se la llamó CSS (Cascading Style Sheets). Para 1995, la organización de la W3C integró al grupo de trabajo de HTML el desarrollo y estandarización de CSS. (Eguiluz, Introducción a CSS, 2015)

El W3C en 1997, se dividió en 3 grupos de trabajo: un grupo HTML, un grupo en DOM y uno en CSS. En 1998 se publicó la segunda recomendación llamada CSS nivel 2, la cual se utilizó por todos los navegadores. Divide las

funcionalidades en módulos y mantiene compatibilidad con versiones anteriores. En el 2011 se desarrolló el CSS3, que avanza de acuerdo a sus módulos que son cincuenta como por ejemplo: selectores, color y espacios de nombre.

1.5.2.3. JavaScript

Por los años 90 se utilizaban velocidades de 28.8 kbps a internet mediante módems y se utilizaban formularios complejos. Con estas velocidades lentas se tuvo la necesidad de incorporar en el navegador de los usuarios el lenguaje de programación. En 1995, Brendan Eich adaptó un lenguaje al navegador Netscape llamado LiveScript. Sun Microsystems se alió con Netscape para crear un nuevo lenguaje que lo denominaron JavaScript porque Java estaba de moda.

Netscape estandarizó el lenguaje JavaScript 1.1 en 1997 con el organismo ECMA (European Computer Manufacturers Association). La ISO, que es la Organización Internacional para la Estandarización, la cual acogió este estándar para la comisión IEC como ISO/IEC-16262. En 1998 se realizó la segunda edición. En 1999 se creó la tercera edición y la que ocupan actualmente los navegadores. Se está desarrollando una cuarta edición que puede incluir paquetes, definición explícita de clases, namespaces, etc. (Eguiluz, Introducción a JavaScript, 2015)

Los scripts son códigos creados en lenguaje JavaScript para crear aplicaciones que se ejecutan en el navegador. Cuando apareció Flash, se dejó de la lado el uso de JavaScript porque permitía más funciones, pero cuando apareció AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) el cual es una técnica para crear aplicaciones interactivas volvió la popularidad hacia este lenguaje. Este lenguaje se ha extendido hacia otras aplicaciones como: herramientas de Adobe Acrobat, Adobe Flash, Java, etc.

2. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED LTSP PARA TERMINALES LIGEROS.

Este capítulo contiene la información para la implementación de la infraestructura de red LTSP, considerando los equipos y dispositivos con los que cuenta la empresa actualmente, los criterios y estándares de diseño e implementación de redes, los conceptos de LTSP. Se realizará el levantamiento de información, con la situación actual de la red de datos de la infraestructura existente y se va proponer un nuevo diseño de acuerdo a las necesidades que tiene la empresa considerando sus requerimientos y una proyección de crecimiento en el tiempo.

2.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

2.1.1. Datos generales

2.1.1.1. Datos generales de la empresa

La empresa “CompuExpress” creada en el año 2009, se encuentra en la ciudad de Quito, en las avenidas José María Guerrero e Ignacio de Loyola Esquina, sector Cotocollao. Es una empresa dedicada a proveer productos y servicios tecnológicos. Cuenta con un grupo de 15 personas capacitadas para asesorar, adaptar, configurar, y desarrollar soluciones informáticas, de redes y servicios. Entre las principales empresas e instituciones con las que trabajan están: Unidad Educativa “Mena del Hierro”, Biopharm, Ecucomer, Empresa Eléctrica Quito y Globalfrio.

Cuenta con un centro de capacitaciones, dedicado entre otras actividades a la enseñanza del sistema operativo Linux y ofimática, para personas y empresas, entre las cuales por ejemplo, se ha capacitado a más de 50 empleados de la Empresa Eléctrica Quito, mediante el Proyecto Cyber Asistido. Esta aula consta de 4 terminales en uso y 6 en desuso por sus bajas características de funcionamiento.

2.1.1.1.1. Misión

Somos una empresa dedicada a prestar servicios de asesoría y soporte técnico con una forma ágil, dinámica e integral con cumplimiento, responsabilidad e integridad contribuyendo así al crecimiento, prestigio y competitividad con altos estándares de calidad.

2.1.1.1.2. Visión

Una empresa consolidada, sólida y reconocida en el país, en el área tecnológica y de las telecomunicaciones, gracias a su excelente nivel de servicios, a un personal humano capacitado y a sus recursos tecnológicos de vanguardia.

2.1.2. Plano físico de Compu Express

Compu Express cuenta con un área de 13.6m x 14.5m distribuidas en 6 espacios principales como se puede apreciar en la figura 13, para el correcto desarrollo de las actividades de sus empleados y una atención de calidad para sus clientes. Cuenta con un comedor para la hora de almuerzo. La recepción cuenta con 2 personas que se caracterizan por dar la primera impresión a sus clientes y atienden las actividades administrativas de la empresa. La gerencia dedicada a las diligencias de organización y dirección. La bodega donde se encuentran los materiales eléctricos y de redes para el desempeño de sus empleados en el trabajo de campo. La sala de descanso para que sus empleados tomen un tiempo de distracción de sus actividades cuando lo deseen, sin interrumpir el desarrollo normal de sus obligaciones.

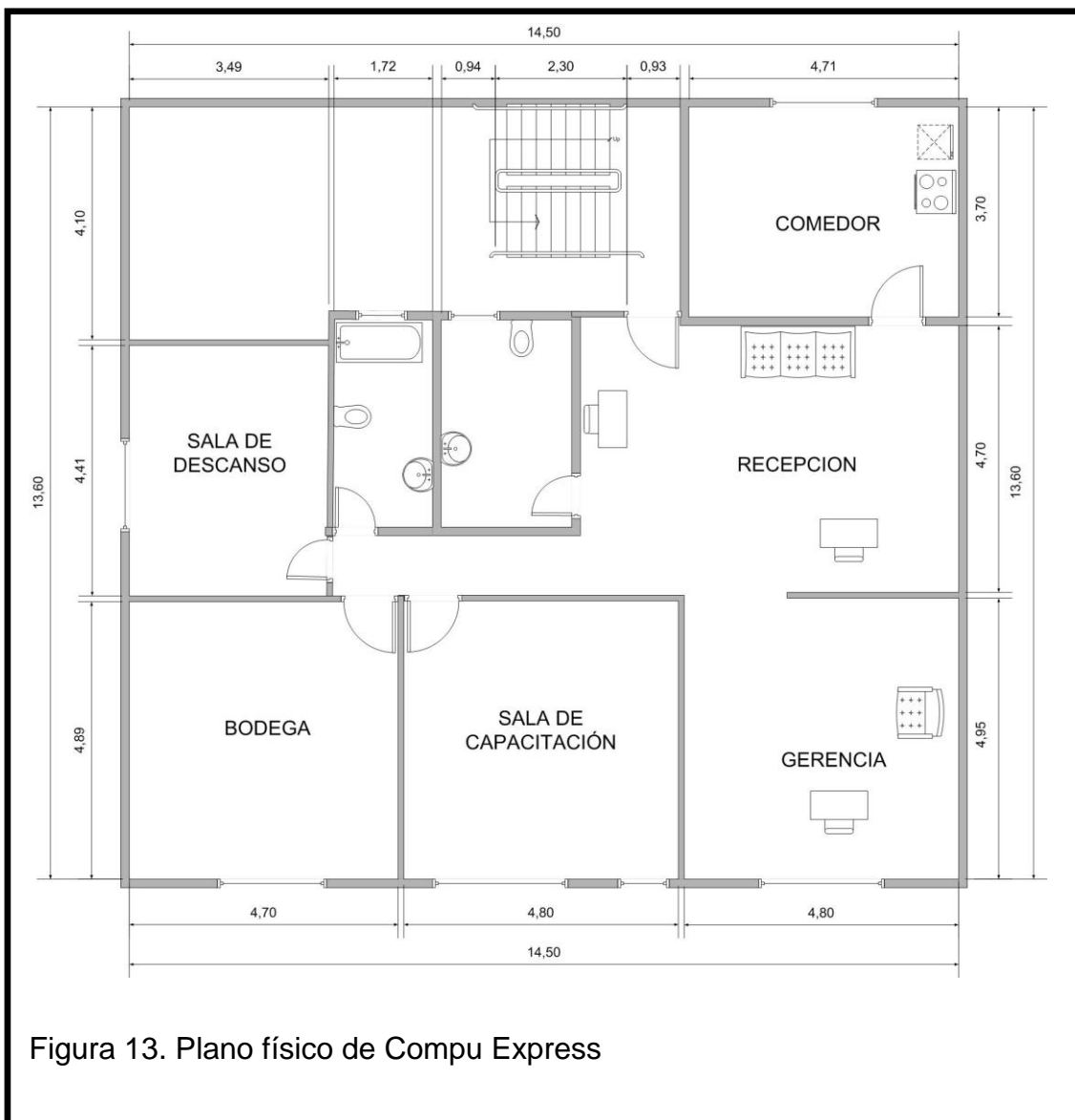
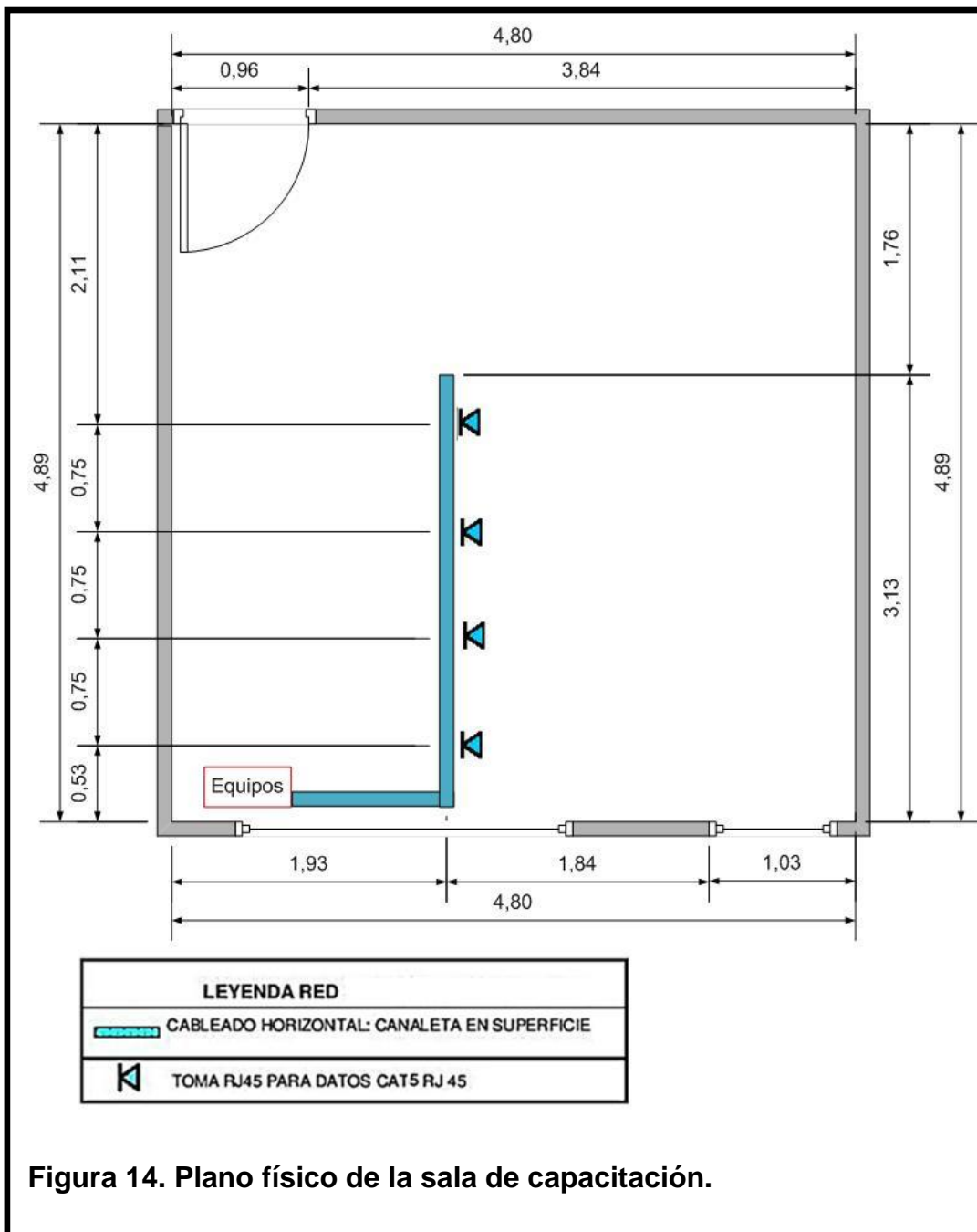


Figura 13. Plano físico de Compu Express

2.1.3. Plano físico de la Sala de Capacitación

La sala de capacitación en la que se enfoca este proyecto, consta de un área de 4.80m x 4.89m donde se encuentran 4 computadores para capacitar a personas y empresas tanto en el sistema operativo Linux, como en ofimática. La Figura 14 muestra el plano de este laboratorio.



2.1.4. Diagrama de topología lógica

En la Figura 15, podemos apreciar los equipos activos con los que cuenta la empresa Compu Express y sus conexiones lógicas.

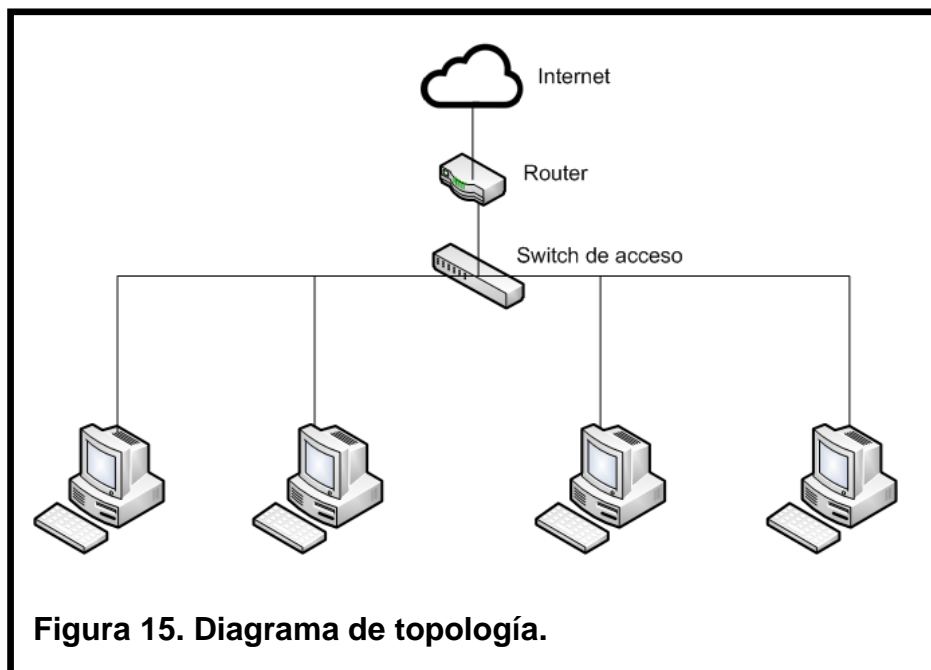


Figura 15. Diagrama de topología.

2.1.5. Tabla de resumen de los dispositivos

Tabla 5. Resumen de dispositivos.

EQUIPOS	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
Computadores	4	Procesador VIA C3 de 800MHz, 1GB en RAM, disco de 250GB
ISR Huawei	1	Dispone de 4 puertos y dispone de 14Gbps a internet, por el proveedor NetLife
Switch	1	Dispone de 8 puertos de conexión.

2.2. REQUERIMIENTOS

La empresa tiene requerimientos en la red, por lo que se han dividido por capas de acuerdo al modelo de redes por capas referidas en el capítulo 1.

2.2.1. Capa de acceso

La capa de acceso está compuesta por los terminales, que son los clientes ligeros de la infraestructura LTSP y el switch de acceso que comunica a los equipos con el servidor.

2.2.1.1. Proyección del número de usuarios en el tiempo

Tomando en cuenta las estadísticas del INEC en el Ecuador, el crecimiento de utilización de las computadoras cada año asciende a un 7% anual. En el proyecto se redondeará esta cifra al inmediato superior por el número de equipos, obteniendo así la Tabla 6. (INEC, 2013)

Tabla 6. Proyección de usuarios de acuerdo a estadísticas.

AÑOS	# Usuarios
1	10
2	11
3	12

2.2.1.2. Requerimientos de los terminales

- Cada terminal contará con las herramientas de software para tener una adecuada capacitación, la cual será interactiva con las aplicaciones instaladas.
- La administración será centralizada desde el servidor.
- Los terminales dispondrán de conexión a internet.
- La información de los usuarios estará centralizada y disponible desde el servidor.
- El número de terminales en el primer año será de 10, hasta el tercer año de 12.

2.2.2. Requerimiento de un switch de acceso

La capa de acceso contará con un switch, el cual permite la conexión de los terminales hacia el servidor, este switch debe proyectarse a los usuarios futuros y servir para el tráfico generado por el grupo de terminales

2.2.3. Requerimientos en la capa núcleo

Consta de un servidor LTSP, que administre las interfaces de los clientes ligeros. Este equipo se conecta a internet y distribuye el servicio para los usuarios. Mediante el servicio de páginas web, se tendrá acceso a la aplicación creada para el aprendizaje del sistema operativo Linux.

2.2.4. Requerimientos en la red pasiva

Cumpliendo con los estándares de cableado estructurado, que están descritos en el capítulo 1 y subcapítulo 1.2.5.3, se ha establecido que se requiere cable UTP categoría 6 para el cableado horizontal, así como los dispositivos terminales de los cables como son los conectores. Se requiere de un patch panel y canaletas para el cableado.

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

2.3.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR LTSP

Para el estudio del servidor, se procederá mediante experimentación para determinar las características óptimas del servidor como se recomienda en algunos trabajos afines con este tema de infraestructura LTSP. Los trabajos que utilizan esta técnica son: Reutilización de equipos de cómputo desactualizados con Linux Terminal Server Project, Análisis, diseño e implementación de un proyecto de servidor de terminales Linux (LTSP) para el centro de cómputo de la Unidad Educativa José Luis Tamayo, entre otros. (Sánchez, 2013)

El servidor se dimensionará de acuerdo a los parámetros críticos como son: el consumo del procesador, la memoria RAM y el tráfico en la tarjeta de red. Del estudio de los elementos mencionados, tendremos datos precisos para obtener las características óptimas del servidor.

El servidor LTSP envía la señal de video a través de la red, luego esta señal es enviada a los monitores de los terminales, por esta razón existe una demanda considerable tanto de procesamiento, como de ancho de banda en la transmisión. Otras funciones de esta infraestructura son el manejo del audio hacia cada terminal, las señales de control del teclado y del mouse que también procesa el servidor.

2.3.2. Pruebas experimentales con el servidor virtualizado con clientes físicos

Para determinar las características del servidor para la infraestructura LTSP, se realizará la virtualización del servidor instalando Edubuntu y el software de LTSP. Luego de tener listo el servidor virtualizado, se cargarán las características de hardware de un servidor habitual. Se crearán dos escenarios. El primer escenario con características básicas como son: un procesador de 2 núcleos, con 2 GB en RAM. El segundo escenario dependerá del primero para aumentar las características de hardware a medida que el sistema lo necesite, o exista un colapso de recursos. Los clientes serán computadores físicos que se añadirán a la red uno a uno, para realizar las pruebas necesarias. Se evaluarán los consumos de procesamiento, de memoria RAM y tráfico de red en incrementos de un cliente a la vez.

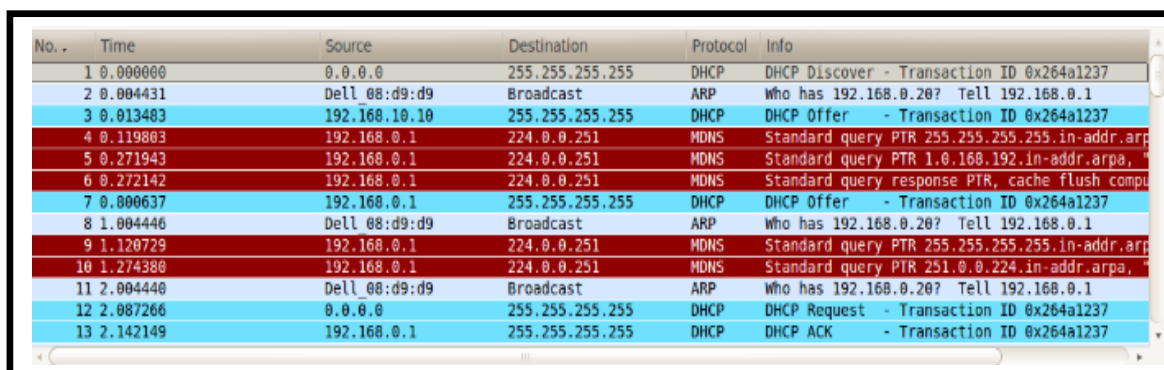
2.3.3. Pruebas de funcionamiento

La máquina virtual es una herramienta que nos permite virtualizar características físicas de equipos, donde se pueden modificar los valores de: número de procesadores, cantidad de memoria RAM, puertos de red, capacidad del disco duro, entre otras. Para el proyecto se modificarán los valores de procesadores y memoria RAM.

2.3.3.1. Escenario 1

La máquina virtual consta de 2 procesadores y 2GB en RAM, que corresponde a un servidor utilizado habitualmente. Las pruebas se realizarán para determinar si el sistema soporta los 10 terminales conectados simultáneamente. Con estas características se procederá a realizar las pruebas con clientes físicos, que se añadirán uno a uno y se registrará el comportamiento de los recursos del servidor.

Utilizando la herramienta Wireshark, se analizó el comportamiento cuando un cliente inicia sus procesos negociando con el servidor y cargando los archivos para iniciar el sistema. En la imagen se muestra el proceso de negociación del servicio DHCP entre el servidor y el cliente, cuando se enciende el primer equipo.



No. .	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Discover - Transaction ID 0x264a1237
2	0.004431	Dell 08:d9:d9	Broadcast	ARP	Who has 192.168.0.20? Tell 192.168.0.1
3	0.013483	192.168.10.10	255.255.255.255	DHCP	DHCP Offer - Transaction ID 0x264a1237
4	0.119803	192.168.0.1	224.0.0.251	MDNS	Standard query PTR 255.255.255.255.in-addr.arpa
5	0.271943	192.168.0.1	224.0.0.251	MDNS	Standard query PTR 1.0.168.192.in-addr.arpa,
6	0.272142	192.168.0.1	224.0.0.251	MDNS	Standard query response PTR, cache flush compi
7	0.000637	192.168.0.1	255.255.255.255	DHCP	DHCP Offer - Transaction ID 0x264a1237
8	1.004446	Dell 08:d9:d9	Broadcast	ARP	Who has 192.168.0.20? Tell 192.168.0.1
9	1.120729	192.168.0.1	224.0.0.251	MDNS	Standard query PTR 255.255.255.255.in-addr.arpa
10	1.274380	192.168.0.1	224.0.0.251	MDNS	Standard query PTR 251.0.0.224.in-addr.arpa,
11	2.004440	Dell 08:d9:d9	Broadcast	ARP	Who has 192.168.0.20? Tell 192.168.0.1
12	2.007266	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request - Transaction ID 0x264a1237
13	2.142149	192.168.0.1	255.255.255.255	DHCP	DHCP ACK - Transaction ID 0x264a1237

Figura 16. Arranque de un cliente LTSP por Ethernet utilizando DHCP.

En el paso 17 de la figura 17, se puede observar el inicio de la transferencia de archivos mediante el servicio TFTP, el archivo que se transferirá tiene la ubicación /ltsp/i386/pxelinux.0.

Time	Source	Destination	Protocol	Info
10 1.274380	192.168.0.1	224.0.0.251	MDNS	Standard query PTR 251.0.0.224.in-addr.arpa, "QM"
11 2.004440	Dell 08:d9:d9	Broadcast	ARP	Who has 192.168.0.20? Tell 192.168.0.1
12 2.007266	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request - Transaction ID 0x264a1237
13 2.142149	192.168.0.1	255.255.255.255	DHCP	DHCP ACK - Transaction ID 0x264a1237
14 2.142724	ArimaCom 4a:12:37	Broadcast	ARP	Who has 192.168.0.1? Tell 192.168.0.20
15 2.142747	192.168.0.1	192.168.0.20	ICMP	Echo (ping) request
16 2.142759	Dell 08:d9:d9	ArimaCom 4a:12:37	ARP	192.168.0.1 is at 00:14:22:08:d9:d9
17 2.142973	192.168.0.20	192.168.0.1	TFTP	Read Request, File: /ltsp/i386/pxelinux.0\000, Tra
18 2.158060	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Option Acknowledgement, tsize\000=14776\000
19 2.158217	192.168.0.20	192.168.0.1	TFTP	Error Code, Code: Not defined, Message: TFTP Abort
20 2.158466	192.168.0.20	192.168.0.1	TFTP	Read Request, File: /ltsp/i386/pxelinux.0\000, Tra
21 2.159500	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Option Acknowledgement, blksize\000=1456\000
22 2.159721	192.168.0.20	192.168.0.1	TFTP	Acknowledgement, Block: 0

+ Frame 1 (590 bytes on wire (590 bytes captured))
 + Ethernet II, Src: ArimaCom 4a:12:37 (00:03:25:4a:12:37), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 + Internet Protocol, Src: 0.0.0.0 (0.0.0.0), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
 + User Datagram Protocol, Src Port: bootpc (68), Dst Port: bootps (67)
 + Bootstrap Protocol

Figura 17. Paquetes de transferencia por el protocolo TFTP.

Se completa la transferencia de archivos a los 8 segundos con 18733 paquetes. Este archivo corresponde a la imagen de inicio del sistema, el cual permitirá iniciar Ubuntu en el cliente.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
18717	8.097486	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6436
18719	8.097989	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6437
18721	8.098495	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6438
18723	8.098986	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6439
18725	8.099480	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6440
18727	8.099977	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6441
18729	8.100479	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6442
18731	8.100978	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6443
18733	8.101476	192.168.0.1	192.168.0.20	TFTP	Data Packet, Block: 6444
18738	14.162606	192.168.0.1	192.168.0.20	DHCP	DHCP Offer - Transaction ID 0x1b445c1d
18740	14.270536	192.168.0.1	192.168.0.20	DHCP	DHCP ACK - Transaction ID 0x1b445c1d
18744	14.302543	192.168.0.1	192.168.0.20	TCP	cisco-sccp > 56522 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1
18746	14.352121	192.168.0.1	192.168.0.20	TCP	cisco-sccp > 56522 [RST, ACK] Seq=1 Ack=1

Your (client) IP address: 192.168.0.20 (192.168.0.20)
 Next server IP address: 192.168.0.1 (192.168.0.1)
 Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
 Client MAC address: ArimaCom 4a:12:37 (00:03:25:4a:12:37)
 Client hardware address padding: 00000000000000000000
 Server host name not given
 Boot file name: /ltsp/i386/nbi.img

Figura 18. Finalización de los paquetes de transferencia TFTP.

Concluida la transferencia de paquetes mediante el servicio TFTP, el sistema del cliente se inicia y el resto de paquetes se transmiten de manera segura mediante ssh como se puede ver en la figura. Esta información corresponde a la señal de video, audio, mouse y teclado.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
66922	58.047237	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=48
66923	58.047237	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=48
66924	58.047367	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=64
66929	58.047951	192.168.0.1	192.168.0.20	TCP	ssh > 49998 [ACK] Seq=5401714 Ack=
66931	58.049054	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=240
66932	58.049211	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=64
66939	58.049731	192.168.0.1	192.168.0.20	TCP	ssh > 49998 [ACK] Seq=5402018 Ack=
66940	58.050674	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=368
66946	58.051550	192.168.0.1	192.168.0.20	TCP	ssh > 49998 [ACK] Seq=5402386 Ack=
66947	58.052460	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=64
66948	58.052640	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=192
66953	58.053271	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=48
66955	58.053657	192.168.0.1	192.168.0.20	SSHv2	Encrypted response packet len=64
Transmission Control Protocol, Src Port: ssh (22), Dst Port: 49998 (49998), Seq: 5403410, Source port: ssh (22) Destination port: 49998 (49998) [Stream index: 22] Sequence number: 5403410 (relative sequence number) Acknowledgement number: 9541434 (relative ack number) Header length: 32 bytes					

Figura 19. Transmisión de los datos entre cliente y servidor.

Ahora se analizará el comportamiento del servidor, incrementando uno por uno los clientes al servidor. Se utilizarán para esto el monitor del sistema propio del sistema operativo y otra herramienta llamada EtherApe para analizar el tráfico de la red.

2.3.3.1.1. Consumo de recursos por cliente

Se puede observar con la herramienta monitor del sistema, los cambios en el consumo del procesador pasando de un 20% a un 60% cuando se inicia el primer cliente, mientras la RAM sube ligeramente el consumo de un 8% a un 11.8%. El MiB/s es otra unidad de medición de la velocidad de transmisión, donde 1MiB/s corresponde a 8.39 Mbps.



Figura 20. Recursos del sistema con 1 cliente activo.

Analizando los protocolos con la herramienta Etherape, durante el arranque del cliente, se puede observar los resultados en la figura, donde el tráfico SSH es más de 56.11 kbps.

Protocol	Port	Inst Traffic	Accum Traffic	Last Heard
BOOTPS	67	0 bps	15,802 Kbytes	20" ago
CISCO-SCCP	2000	0 bps	130,764 Mbytes	3'12" ago
DOMAIN	53	2,294 Kbps	23,182 Kbytes	0" ago
HTTPS	443	0 bps	2,240 Kbytes	4" ago
ICMP	-	1,143 Kbps	12,474 Kbytes	0" ago
MDNS	5353	0 bps	7,506 Kbytes	2'0" ago
SMB	-	0 bps	492 bytes	60" ago
SSH	22	56,111 Kbps	34,301 Mbytes	0" ago
TCP-UNKNOWN	-	0 bps	3,207 Mbytes	14" ago
TFTP	69	0 bps	3,080 Kbytes	3'51" ago
UDP-UNKNOWN	-	0 bps	27,092 Mbytes	40" ago
WWW	80	403 bps	3,252 Kbytes	1" ago
XMPP-CLIENT	5222	0 bps	222 bytes	4'7" ago

Figura 21. Recursos de los protocolos con 1 cliente activo.

2.3.3.1.2. Consumos con 2 clientes

Se realiza el mismo procedimiento de observación con las herramientas de monitor del sistema y etherape para el resto de pruebas, donde se obtienen los resultados como se describen a continuación.

Con los datos obtenidos del servidor al establecer conexión con dos terminales se observa que el consumo del procesador llega a saturarse, mientras la memoria RAM ha cambiado ligeramente a un 15.4% de empleo, pero se observa un uso bien alto de la red que se acerca a los 10MiB/s (83.89Mbps). El tráfico de datos es mediante ssh y tiene consumos de 58.358kbps

2.3.3.1.3. Consumos con 3 clientes

En este caso el procesador llega a los límites de funcionamiento, por lo que debe se requiere uno de mejores características. La memoria RAM se encuentra en un 18.5% de consumo por lo que funciona correctamente. El tráfico de la red fluctúa, cuando existe un cambio de imágenes el consumo sube mientras que si todo se detiene en las pantallas de los clientes disminuye rápidamente.

En la tabla 7, se tiene un resumen de la experimentación del escenario 1, con un procesador de 2 núcleos y con 2GB en memoria RAM. Se han ido agregando uno a uno los clientes físicos al servidor.

Tabla 7. Resumen de recursos del servidor con respecto al número de clientes en el escenario 1.

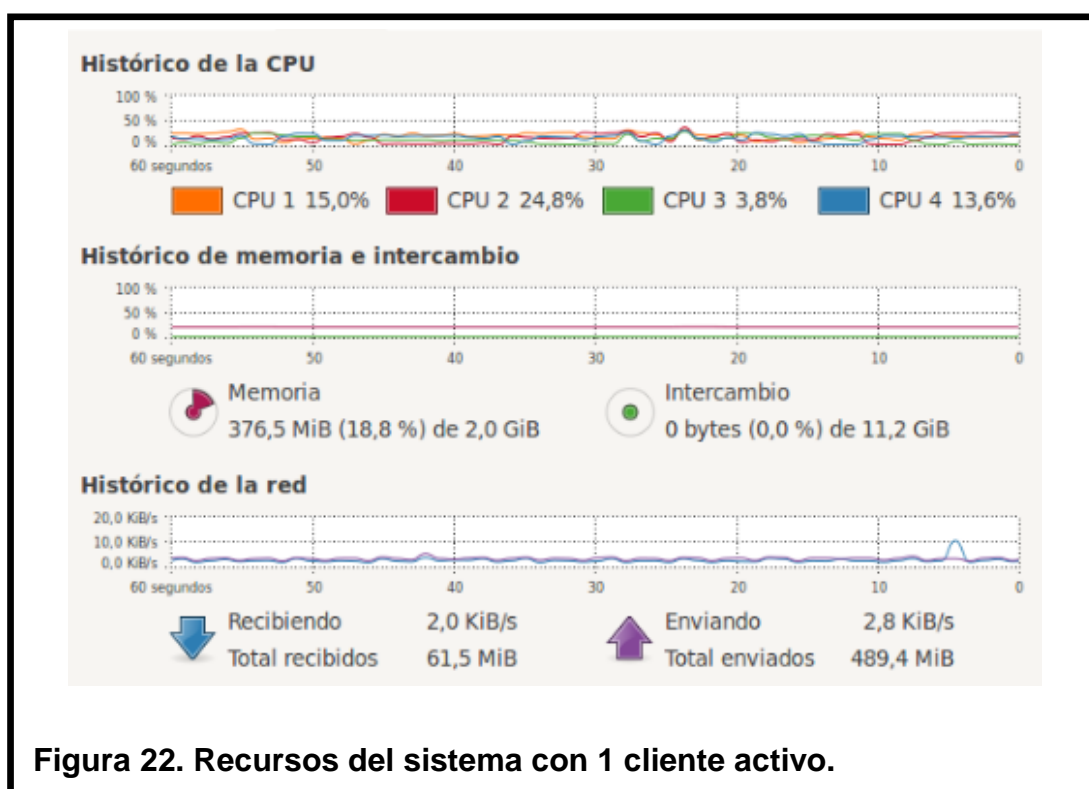
#Equipos	Procesamiento (%)	RAM (%)	Tráfico de red SSH (Kbps)
1	21	11.8	56.11
2	75	15.4	58.36
3	95	18.5	62.01

2.3.3.2. Escenario 2

Con las pruebas anteriores se puede notar, que el sistema necesita más recursos de procesamiento por lo que esta vez, se probará con 4 núcleos de procesamiento y 2GB de memoria RAM. Los resultados se muestran a continuación.

2.3.3.2.1. Consumos con 1 cliente

Se observa que el procesamiento se mantiene en un promedio de un 14.3%, trabajando con normalidad el sistema del servidor. La memoria RAM está en un 18.8% lo cual está dentro de lo normal. La red tiene un consumo promedio de subida de 2.8KiB/s y de bajada 2.0KiB/s que dan un total de 4.8KiB/s (equivalente a 39.32kbps).



El tráfico por protocolos se puede apreciar en la Figura 23, donde podemos observar el consumo generado por SSH de 36.42Kbps.

Protocol	Port	Inst Traffic	Accum Traffic	Last Heard	Packets
BOOTPS	67	0 bps	342 bytes	4'24" ago	1
CISCO-SCCP	2000	0 bps	1,021 Mbytes	1'33" ago	556
HOSTMON	5355	0 bps	256 bytes	4'21" ago	4
MDNS	5353	0 bps	1,398 Kbytes	2'8" ago	7
NETBIOS-NS	137	0 bps	552 bytes	4'20" ago	6
SSH	22	36,421 Kbps	110,637 Mbytes	0" ago	276992
TCP-UNKNOWN	-	0 bps	4,897 Mbytes	2'4" ago	12973
UDP-UNKNOWN	-	0 bps	54,296 Mbytes	6" ago	75775

Figura 23. Tráfico por protocolos con 1 cliente.

2.3.3.2.2. Consumos con 2 clientes

Se realiza el mismo procedimiento de observación con las herramientas de monitor del sistema y *etherape* para el resto de pruebas, donde se obtienen los resultados como se describen a continuación.

Se aprecia como el procesamiento se encuentra en un promedio del 16.7%. La memoria RAM está en un 28% de consumo. El tráfico de la red se mantiene en 3.5KiB/s de subida y 2.5KiB/s de bajada, existiendo algunos picos momentáneos. El tráfico de red generado por SSH es de 48.87Kbps

2.3.3.2.3. Consumo con 3 clientes

El procesamiento se mantiene con normalidad con un promedio de 17.8% utilizado. La memoria RAM aumentado levemente a un 28.1% de consumo. El tráfico de la red se mantiene en 4.3KiB/s de subida y 3.7KiB/s de bajada, existiendo algunos picos momentáneos. El tráfico de red generado por SSH es de 56.11Kbps.

2.3.3.2.4. Consumo con 4 clientes

El procesamiento se mantiene con normalidad con un promedio de 18.9% utilizado. La memoria RAM aumentado a un 33.0% de consumo. El tráfico de la red se mantiene en 4.9KiB/s de subida y 3.0KiB/s de bajada, existiendo

algunos picos momentáneos. El tráfico de red generado por SSH es de 64.64Kbps.

En la Tabla 8, se muestra un resumen de las pruebas realizadas en el escenario 2, donde se encuentran los consumos de procesamiento con un procesador de 4 núcleos y memoria RAM de 2GB.

Tabla 8. Resumen de recursos del servidor con respecto al número de clientes en el escenario 2.

#Equipos	Procesamiento (%)	RAM (%)	Tráfico de red SSH (Kbps)
1	14.3	18.8	36.42
2	16.7	28.0	48.87
3	17.8	28.1	56.11
4	18.9	33.0	64.64

2.3.4. Análisis de los resultados de las pruebas

En la Tabla 9, se tiene la información del consumo por cada cliente que se agrega al servidor LTSP.

Tabla 9. Datos de consumo por equipo.

#Equipos	Procesamiento (%)	RAM (%)	Tráfico de red SSH (Kbps)
Consumo por equipo	1.1	5	8

Cuando se agrega el primer cliente en la red, existen valores iniciales altos de consumo de recursos, en el procesamiento del 14.3%, en memoria RAM de 18.8% y un tráfico en la red de 36.42 kbps.

En la Tabla 10, se muestran los consumos de procesador, RAM y el tráfico de red del protocolo SSH porque toda la transferencia de datos y video se realiza

de manera segura. De acuerdo a los datos de consumo que se adiciona con un cliente se ha obtenido la proyección a 12 clientes, que se tendrá en 3 años.

Tabla 10. Consumo de recursos del servidor respecto al número de clientes con proyección a 12 usuarios.

#Equipos	Procesamiento (%)	RAM (%)	Tráfico de red SSH (Kbps)
1	14.3	18.8	36.42
2	16.7	28.0	48.87
3	17.8	28.1	56.11
4	18.9	33.0	64.64
5	20	38.0	72.64
6	21.1	43.0	80.64
7	22.2	48.0	88.64
8	23.3	53.0	96.64
9	24.4	58.0	104.64
10	25.5	63.0	112.64
11	26.6	68.0	120.64
12	27.7	73.0	128.64

De acuerdo a los datos obtenidos en la proyección que se muestra en la tabla 10, se puede concluir que las características mínimas del servidor deben ser las siguientes:

Tabla 11. Características mínimas para el servidor.

Elemento	Características
Procesador	Mayor o igual a 4 núcleos con una frecuencia mayor a los 2.7GHz.
Memoria RAM	Se recomienda una memoria de 4GB, por la demanda de diversas aplicaciones en uso simultáneo.
Tarjeta de red	Debido a los picos existentes en el tráfico de red, los puertos del servidor deben ser de 1 Gbps.

2.3.5. Dimensionamiento del equipo de red (switch)

De acuerdo a la proyección del número de terminales se ha establecido, que se requiere un dispositivo de capa de acceso (switch) de 16 puertos.

2.3.6. Dimensionamiento de la red pasiva

Tomando en cuenta los requerimientos que se tiene en la red y con las medidas de la sala se ha establecido en la tabla 12, un detalle de los elementos necesarios en la red.

Tabla 12. Elementos de la red pasiva.

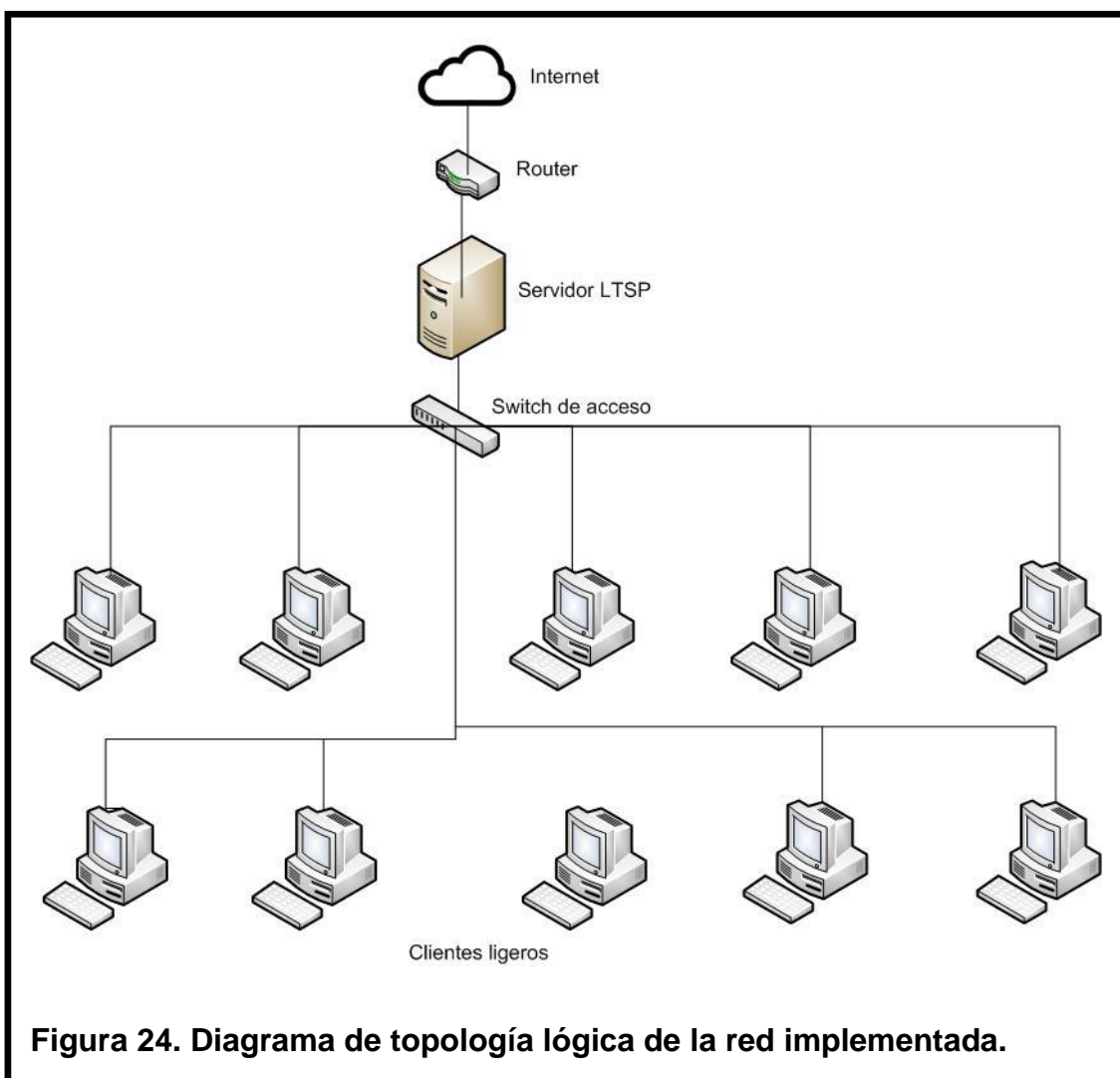
Cantidad	Detalles de los elementos
1	Patch panel de 24 puertos.
17m	Cable UTP categoría 6.
15	Jacks (hembra) RJ45 categoría 6.
15	Patch cords categoría 6.
2	Canaletas de piso de PVC de 2 metros.

2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE CLIENTES LIGEROS CON LTSP

Con los análisis realizados, se procederá a la implementación de la red inicialmente para 10 clientes ligeros. A continuación se presenta el diagrama lógico de la conexión de equipos y el plano físico con los puntos de conexión a la red.

2.4.1. Diagrama lógico general de la red de datos

En este diagrama se tiene la conexión de los equipos, donde consta el router del proveedor de internet, el servidor LTSP con dos tarjetas de red una para la conexión a internet y la otra hacia el switch que interconecta a los clientes ligeros.



2.4.2. Diagrama físico de la red de acceso

En el diagrama se puede notar la ubicación física de los conectores y el cableado horizontal hacia sus correspondientes terminales. Se puede ver la ubicación del armario de distribución.

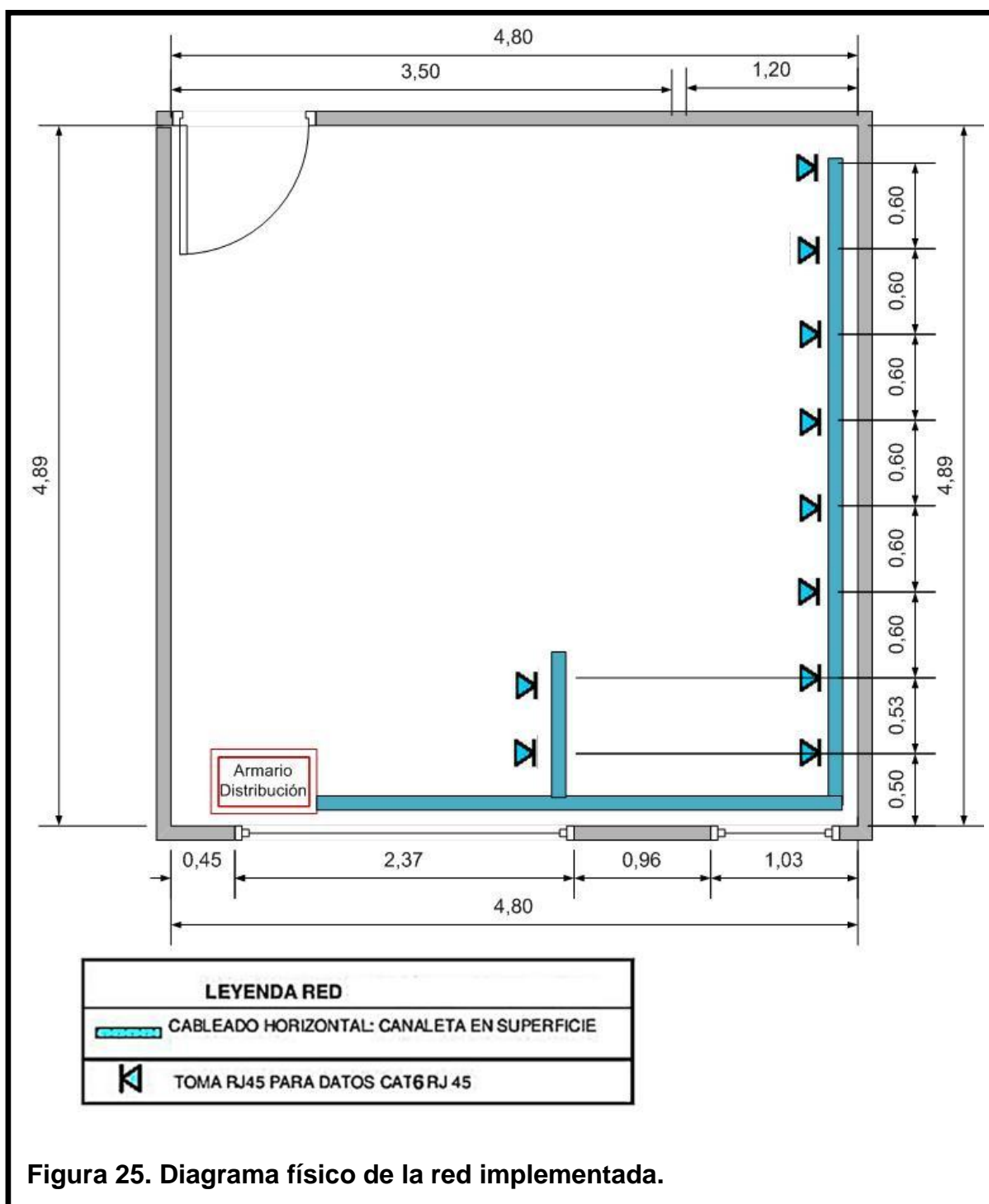
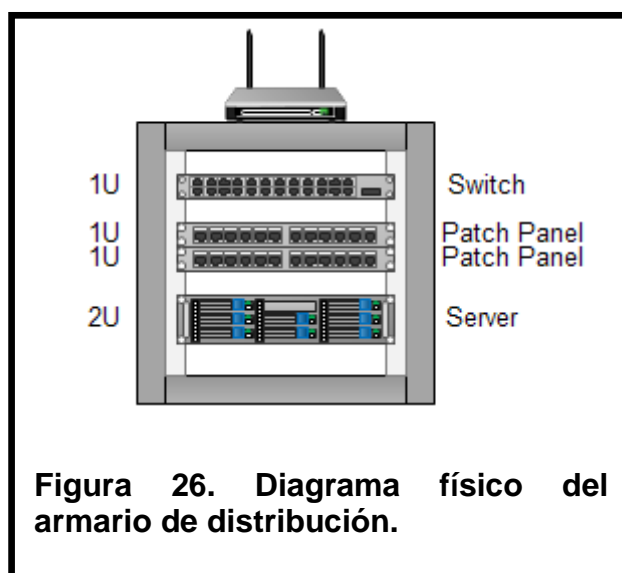


Figura 25. Diagrama físico de la red implementada.

2.4.3. Diagrama físico del armario de distribución

En el rack de distribución que se presenta en la figura 36, se puede observar los equipos de red como: el router de internet, el switch, el patch panel y el servidor.



2.4.4. Implementación del servidor LTSP

Con los datos del diseño se ha adquirido un servidor Dell con un procesador de 4 núcleos, 4GB en RAM y 2 puertos Gigabit Ethernet. Se procederá a la instalación del sistema operativo, con el CD de instalación que contiene Edubuntu. En la instalación se escoge la opción que incluye los paquetes LTSP.

2.4.4.1.1. Instalación y configuración del paquete LTSP

Primeramente se debe revisar la conexión a internet, en caso de no tener internet se deben bajar los paquetes que se mencionan a continuación con sus correspondientes dependencias. (Arboleda, 2011)

Se instala el paquete `ltsp-server-standalone` que contiene todos los programas para crear el servidor LTSP. Dentro de los cuales instala los servicios de

DHCP, TFTP que sirve para el funcionamiento de LTSP. Se ejecuta el comando:

```
$sudo apt-get install ltsp-server-standalone
```

2.4.4.1.2. Configuración del servicio de DHCP

Se procede a configurar el archivo para el servicio DHCP. Se encuentra en la ruta: `/etc/default`

El nombre del archivo es `dhcp3-server`.

Podemos editarlo con el comando: `$sudo gedit dhcp3-server`

El archivo nos muestra la siguiente información:

```
INTERFACES=""
```

El único parámetro que hay que configurar es la interfaz de red del servidor por el cual se comunican los clientes ligeros.

Para este caso quedará así:

```
INTERFACES="eth0"
```

Luego se procede a configurar el siguiente archivo que también corresponde al servicio de DHCP, el cual se encuentra en la ruta: `/etc/ltsp`

Se puede editarlo con el comando: `$sudo gedit dhcpd.conf`

Este archivo contiene la siguiente información:

```
authoritative;
```

```
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
```

```
range 192.168.1.20 192.168.1.50;
```

```
option domain-name "modisplay";

option domain-name-servers 192.168.1.1;

option broadcast-address 192.168.1.255;

option routers 192.168.1.1;

next-server 192.168.1.11;

option subnet-mask 255.255.255.0;

option root-path "/opt/ltsp/i386";

if substring( option vendor-class-identifier, 0, 9 ) = "PXEClient" {

filename "/ltsp/i386/pxelinux.0";

} else {

filename "/ltsp/i386/nbi.img";

}

}
```

Donde:

Subnet, se refiere al rango de la subred que se va utilizar.

Range, permite asignar un rango de direcciones IP que asignará el servidor

Option domain-name, es el nombre del dominio

Option routers, es la dirección IP del router de la red

Option root-path "/opt/ltsp/i386", es la ruta donde se encuentran los archivos que los clientes cargarán mediante tftp

Filename "ltsp/i386/pxelinux.0", es la ruta del archivo pxelinux

Filename "ltsp/i386/nbi.img", es la ruta de la imagen del cliente linux

2.4.4.1.3. Configuración del servicio TFTP

Se encuentra en la ruta: /etc/default

Este archivo se edita mediante el comando: `$sudo gedit tftpd-hpa`

Se encuentra la siguiente información:

```
TFTP_ADDRESS="0.0.0.0:69"
```

Se debe poner la dirección IP del servidor, para este caso quedará así:

```
TFTP_ADDRESS="192.168.1.1"
```

2.4.4.1.4. Configuración de los archivos para los clientes de LTSP

Se crea los archivos necesarios para que el cliente pueda arrancar y cargar los archivos para comunicarse con el servidor. El siguiente comando crea una imagen para los clientes:

```
$sudo ltsp-build-client
```

Los siguientes comandos se deben ejecutar cada vez que se hace cambios en la administración del servidor. Se deben ejecutar estos 3 comandos:

```
$sudo ltsp-update-kernels
```

```
$sudo ltsp-update-sshkeys
```

```
$sudo ltsp-update-image
```

Para completar con el servidor, se necesita reiniciar el servicio DHCP mediante el comando:

```
$sudo /etc/init.d/dhcp3-server restart
```

2.4.4.1.5. Configuración de los clientes

Los valores mínimos recomendados para una máquina cliente son un procesador de 800Mhz y 320MB de RAM de acuerdo a la página oficial de Debian. Para que un cliente pueda arrancar con LTSP, necesita estar configurado el modo de arranque por Ethernet PXE. Este modo se configura en el Bios de la computadora, que se ejecuta al iniciar el computador. Se puede ingresar a este modo dependiendo el modelo de la máquina, pero por lo general se presiona F2, F10 o F12 para ingresar a la Bios o a las opciones de arranque del sistema. En caso de no tener esta opción se puede bajar un software para arrancar mediante la red de la siguiente página de rom-omatic.net. (Debian, 2016)

2.4.1. Seguridad

Un tema importante en una red es la seguridad, se puede tener ataques tanto internos, como externos por lo que se debe considerar la seguridad en la estructura jerárquica de la red.

2.4.1.1. Capa de núcleo contraído

En la conexión a internet se tiene un router que dispone de un firewall para la red interna, con control de puertos y se tiene habilitado solo el puerto 80, para el servicio de internet.

2.4.1.2. Capa de acceso

La seguridad se encarga el servidor LTSP, donde el servidor Linux dispone de políticas de seguridad. Solo el administrador del sistema tiene permisos de super usuario, es decir puede realizar cambios en la configuración del sistema, mientras los clientes no tienen acceso a estas actividades. Los usuarios solo pueden ver la información que le corresponde a cada uno, no la de los otros.

3. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA PARA LINUX EN LA ENSEÑANZA BÁSICA Y MEDIA

En este capítulo se describirá las herramientas utilizadas en el programa, con sus principales características. Se describirán las componentes de cada herramienta, así como su forma de utilizarla. Luego, se muestra la estructura general del programa y una breve descripción de la página HTML de inicio de la aplicación web.

El lenguaje utilizado para realizar esta aplicación es JavaScript, este es un lenguaje utilizado en la programación web para realizar páginas web dinámicas. Esta programación ha ido evolucionando a través del tiempo desde la aparición del internet. Para que el programa esté en funcionamiento se necesita de un servidor web, el más utilizado a nivel mundial es el servidor Apache, el cual da el servicio http para acceder a las páginas creadas. El acceso a las páginas web desde los clientes, se realiza desde un navegador donde se debe ingresar la dirección URL en la que se encuentra el servidor de la página web.

En este proyecto se ha escogido el lenguaje de programación JavaScript por ser un lenguaje que ejecuta el servicio de la aplicación desde un servidor web y corre sobre un navegador, no dependiendo del sistema operativo en el que se desarrolle, pudiendo ejecutarse la aplicación en Windows, MAC, Linux. Es un lenguaje que tiene avances continuos, gracias al crecimiento de Internet y a los aportes de colaboradores a nivel mundial, que ayudan a mejorar los servicios de las redes. Es un lenguaje que desarrolla herramientas continuamente y permite una fácil interacción del sistema con los usuarios. El servicio de páginas web permite que la aplicación se use de manera masiva por todos los usuarios conectados.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA APLICACIÓN

El programa está basado en la programación web, que hace uso de páginas en lenguaje HTML. A través del tiempo se ha ido mejorando la presentación de estas páginas, haciéndolas dinámicas, esto se ha logrado con el desarrollo de herramientas como son: las hojas de estilos en cascada CSS y JavaScript. Las hojas de estilos en cascada CSS, permiten modificar el formato y diseño de la página mientras JavaScript permite la animación de la página, permitiendo interactividad con el usuario.

Las herramientas utilizadas para esta aplicación son las siguientes:

- Lenguaje HTML
- Hojas de estilos en cascada CSS
- Lenguaje de programación JavaScript

3.1.1. Lenguaje HTML

HTML (HyperText Markup Lenguaje) es un lenguaje de marcado de hipertexto, que permite la elaboración de páginas web. Utiliza etiquetas rodeadas por <>. Por ejemplo: <div>. Permite describir la estructura de la página web. Las etiquetas permiten que la información se organice y se muestre correctamente. Una estructura básica de una página es la siguiente:

<html>	Inicio del documento
<head>	Inicio de la cabecera
<title>título</title>	Título de la página
.....	
</head>	Fin de la cabecera
<body>	Inicio del cuerpo del documento

..... Información de la página
</body> Fin del cuerpo del documento
</html> Fin del documento

La versión actual es HTML5 y se utiliza la siguiente etiqueta que lo indica:

```
<!DOCTYPE html>
```

Un ejemplo es el siguiente:

```
<!DOCTYPE html>  
  
<html>  
  
<head>  
  
<meta charset="UTF-8">  
  
<title>Título del documento</title>  
  
</head>  
  
<body>  
  
Contenido del document....  
  
</body>  
  
</html>
```

3.1.1.1. Lista de elementos HTML

A continuación se describen las principales etiquetas:

<html> Representa el inicio de un documento HTML

<head>	Representa la colección de metadatos como enlaces, scripts y hojas de estilo
<title>	Define un título que se muestra en la barra de título del navegador
<link>	Enlaza JavaScript y CSS externos al documento HTML
<meta>	Define los metadatos
<style>	Se usa para escribir CSS en el documento
<script>	Define un script interno o enlace a un externo en JavaScript
<body>	Representa el contenido principal del documento
<nav>	Sección con enlaces de navegación
<aside>	Contenidos relacionados con el resto de la página
<h1>, ., <h6>	Elementos de cabecera en seis niveles
<header>	Define la cabecera de la página
<footer>	Define el pie de página del documento
<address>	Sección con información de contacto.
<div>	Representa un contenedor genérico
<p>	Define el lugar para un párrafo
	Define una lista de artículos sin orden
	Define un artículo de una lista enumerada
<a>	Representa un enlace a otro recurso

	Representa una imagen
<form>	Representa un formulario, con controles
<label>	Representa el título de un control
<input>	Campo de datos que permite al usuario editar datos
<button>	Representa un botón
<textarea>	Contiene un control para edición de texto multilínea
<select>	Control que permite la selección de un conjunto de opciones

3.1.2. Hojas de estilos CSS

Las hojas de estilos en cascada (Cascading Style Sheets), sirven para determinar cómo se va a visualizar el documento HTML en pantalla, esto permite a los desarrolladores un control de los estilos y formatos para las páginas.

CSS utiliza atributos como son: font-size, text-decoration seguido de 2 puntos y se le asigna un valor. Se puede definir varios atributos, poniendo los atributos seguidos de un punto y coma. Como por ejemplo:

```
font-size: 10px
```

```
text-decoration: underline; color: black; font-size:10px;
```

Estos atributos siempre deben estar definidos con etiquetas HTML y sus atributos deben ir encerrados entre llaves, como por ejemplo:

```
H1 {text-align: center; color: black}
```

Una regla CSS tiene la siguiente estructura:

Selector {propiedad: valor}

H1 {text-align: center; }

Donde el selector puede ser una etiqueta HTML, un id (identificador) o una clase (grupo).

3.1.2.1. Declaraciones

3.1.2.1.1. Dentro de la página

La hoja de estilos se declara en la sección head, dentro del elemento style. Por ejemplo:

```
<head>
```

```
<style type="text/css">
```

```
h1, h2, h3 {font-weight: normal; color: blue; }
```

```
</style>
```

```
</head>
```

3.1.2.1.2. En un archivo externo

Las declaraciones están en un archivo de texto con extensión .css. En la sección head se hace referencia de la ubicación y el nombre del archivo que contiene las declaraciones de la hoja de estilos. Por ejemplo:

```
<head>
```

```
<link rel="stylesheet" href="esilo.css" type="text/css" />
```

```
</head>
```

Donde el atributo rel hace referencia a una hoja de estilos, el atributo href tiene la ubicación y el nombre del archivo y el atributo type indica que es un archivo de texto con una hoja de estilos.

3.1.2.1.3. En un elemento

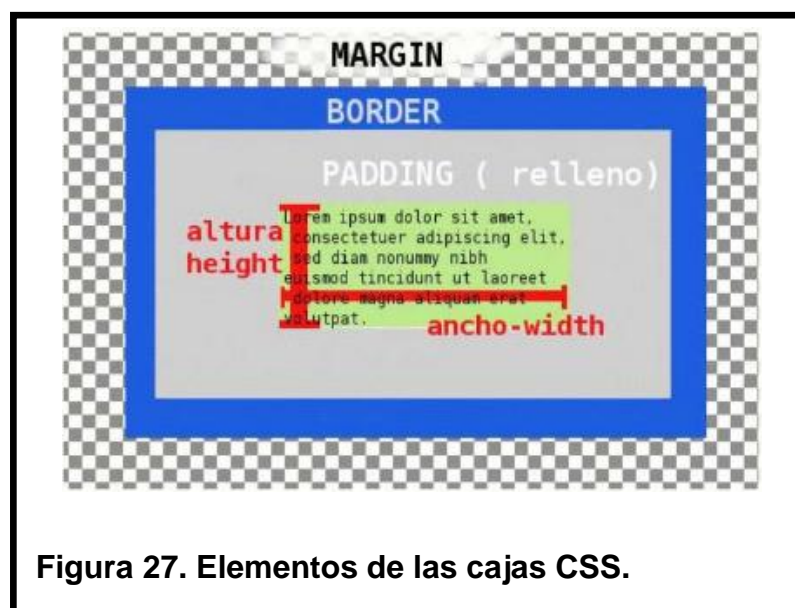
Los estilos se pueden aplicar individualmente a cada elemento HTML. Se utiliza el atributo style para indicar los estilos del elemento. Por ejemplo:

```
<div style="left: 450px;">Puntaje</div>
```

3.1.2.2. Cajas

CSS identifica lo que se encuentra en la página web como cajas. El selector identifica la caja a la que se aplicará el formato indicado. Las cajas contienen:

- Contenido (content). Es el contenido de la caja como: texto, imagen, etc.
- Relleno (padding). Es la distancia entre el borde y el contenido.
- Borde (border). Se refiere al borde de la caja.
- Margen (margin). Es la separación entre el borde y el elemento contenedor u otro elemento adyacente.



3.1.2.3. Tipos de selectores

Los selectores tienen 2 categorías:

- Elementos: nombres de las etiquetas HTML. Ejemplo: body, div, h1, etc.
- Nombres propios: Se le puede asignar a las etiquetas HTML y son: clase: class y de identidad (id).

3.1.2.3.1. Selectores de elemento

Se declaran utilizando el nombre de la etiqueta o elemento HTML. De esta manera se puede modificar los estilos de cada elemento en la página web.

```
h1 {color: blue}
```

3.1.2.3.2. Selectores de clase

Primeramente debe estar declarado un elemento HTML con el nombre de clase (class) a los que se desea modificar sus atributos. Class es un atributo de los elementos HTML para crear un grupo de elementos. El formato aplicado por CSS, afectará al grupo de elementos que contengan la misma clase. Este selector se utiliza precedido por un punto y después el nombre de la clase. Por ejemplo:

Código HTML

```
<h1 class="title">Guia CSS</h1>
```

```
<p class="title">Windows 8</p>
```

Código CSS

```
.title {font-size: 2em; font-family: Arial; color: red; }
```

3.1.2.3.3. Selectores de identidad

Primeramente se debe declarar un identificador, que es un atributo de los elementos HTML, con la palabra id. Id es para un solo elemento dentro de la página, no se puede utilizar el mismo id en dos o más elementos HTML. El formato aplicado a id, cambiará el formato solo de este elemento. Este selector se utiliza precedido por un numeral y luego el nombre del identificador. A continuación un ejemplo:

Código HTML

```
<div id="central">
```

Código CSS

```
#central {background-color: Blue; font-size: 3em }
```

En el anexo B, se encuentran los atributos de las hojas de estilos CSS, más utilizados en la programación de páginas web.

3.1.3. Programación JavaScript

JavaScript permite crear páginas web dinámicas, incorpora efectos en el texto, animaciones, acciones para interactuar con los usuarios. Estos programas se abren directamente con un navegador.

jQuery es un framework de Javascript, sirve de base en la programación avanzada de aplicaciones, que permite funciones para realizar tareas habituales. Framework quiere decir que son un conjunto de librerías de código donde se tiene procesos o rutinas listas para usar. Nos ayuda con una infraestructura de facilidades para crear aplicaciones complejas en el lado del cliente. (Alvarez, 2011)

3.1.3.1. Características Generales

- Permite acceder al documento HTML.
- Modifica la apariencia del documento y su contenido.

- Maneja los eventos de las etiquetas.
- Puede cambiar los estilos CSS.
- Contiene AJAX (Asynchronous JavaScript+XML)
- Permite crear efectos visuales llamativos.
- Agrega componentes GUI como tabs, paneles colapsables, calendarios, cuadros de diálogo, entre otros.

3.1.3.2. Conceptos generales

La manera simple de manipular el contenido de la página, se realiza utilizando la función `$()`, que es un alias de jQuery y recibe como parámetro un elemento CSS o un identificador de una etiqueta. (Utreras, 2012)

Por ejemplo:

```
$('#divInfoUser');
```

```
$('.lista');
```

3.1.3.2.1. Selectores jQuery

jQuery permite acceder a los elementos de la página web, usando selectores como:

`$('span')` Retornan los elementos span de la página.

`$('#spanDatosCli')` Retorna el elemento que tenga el identificador `spanDatosCli`.

3.1.3.2.2. Manejo de eventos

jQuery puede manejar los eventos de los elementos en la página html.

Entre las más usadas tenemos:

`Click()`, cuando se da click.

Change(), para cuando se da un cambio en el estado del elemento.

Keypress(), cuando se presiona una tecla.

Ejemplo:

```
$('#miBoton').click(function(event){ });
```

3.1.3.2.3. Efectos visuales

jQuery permite poner efectos visuales en los elementos del documento html.

Entre las más usadas tenemos:

Show() Muestra el elemento html.

Hide() Oculta el elemento html.

```
$('#miSpan').fadeOut('fast');
```

3.1.3.2.4. AJAX

jQuery permite trabajar con AJAX, que es una manera asincrónica, y tiene algunas funciones como son:

load() Carga contenido html y lo inyecta dentro de la página web.

get() Permite realizar un requerimiento al servidor en modo GET:

post() Ejecuta un pedido hacia el servidor en modo POST.

getJSON() Carga información en JSON.

Como puede ser:

```
$.getJSON('ctr.htm?perform=cliente'), {rut:111235}, function(data, text) {
```

```
var cli= data.cliente;
```

```

        alert('Bienvenido+cli.nombre+ ' '+cli.apellidos);
    });

```

3.1.3.2.5. Utilidades

jQuery permite un grupo de funciones para programar fácilmente. Algunas de ellas son:

each() Revisa un grupo de objetos.

trim() Descarta los lugares dejados en blanco.

Como puede ser:

```

var info = ['cli1', 'cli2', 'cli3'];

$.each(info, function (indice, datos){

    alert(indice+' '+datos);

});

```

3.2. CONTENIDOS Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA

El software está basado en los 7 libros creados por la empresa Compu Express. Estos libros sirven para el aprendizaje del sistema operativo Linux a nivel de usuario, dedicado para estudiantes en la educación básica y media.

3.2.1. Componentes de la pantalla inicial

La pantalla inicial del programa consta de los siguientes elementos:

1. Contiene el título del programa.
2. Tiene la presentación del proyecto, el título, los logos de Compu Express y la Udla.
3. Son los 7 niveles en donde se puede ingresar a las actividades.

4. La barra lateral contiene 4 secciones que son: lugares, actividades, resultado y tiempo. En lugares tenemos: inicio para regresar a la pantalla inicial y menú que presenta el grupo de actividades del nivel. En actividades tenemos: recargar permite volver a cargar la misma actividad y calificar permite revisar si la actividad se realizó correctamente. Resultado presenta una carita feliz si se realiza correctamente la actividad y una carita triste si está mal realizada la actividad. El tiempo presenta el tiempo que se encuentra utilizando la aplicación.
5. En la barra inferior del programa se encuentran flechas direccionales, que nos permiten cambiar de actividad, avanzando a la siguiente actividad con la flecha derecha y regresar a la anterior con la flecha izquierda.
6. En la barra inferior también se encuentra el puntaje y el nivel. El puntaje nos indica que porcentaje del nivel se ha avanzado y el nivel nos muestra el nivel en el que se encuentra realizando las actividades.
7. En la parte inferior del programa se encuentra la página de la empresa y del desarrollador del proyecto.

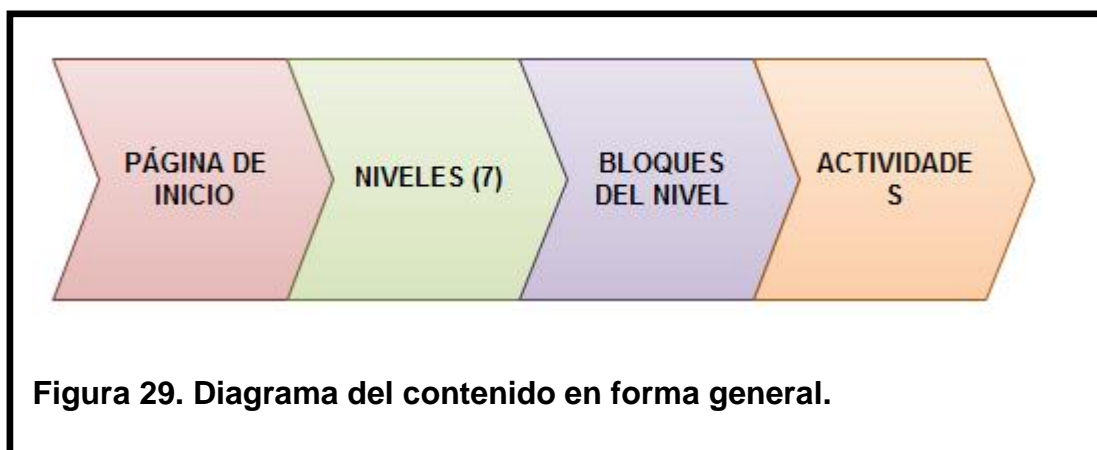


Figura 28. Pantalla inicial de la aplicación.

3.2.2. Contenidos de los niveles

Los libros se han distribuido en 7 niveles, cada nivel contiene entre 5 y 6 bloques y cada bloque tiene algunas actividades. De acuerdo a esta distribución se ha creado el programa considerando cada libro en un nivel, y cada nivel con bloques de temas específicos y los bloques contienen algunas actividades para el aprendizaje del tema.

Cada nivel contiene bloques y cada bloque tiene actividades como se muestra en la figura 29.



El detalle del contenido de los bloques se presenta en el anexo 3.

Dentro de cada bloque, se ha realizado una o varias actividades para el correcto aprendizaje del tema. Son actividades interactivas, con imágenes atractivas del tema, donde los usuarios tienen que escoger la respuesta correcta, ordenar ciertos pasos para realizar una actividad, puzzles didácticos y ventanas de información.

Las actividades están desarrolladas de acuerdo a los temas de los libros que contienen una explicación teórica y actividades de desarrollo. El programa es un conjunto de actividades que complementan el conocimiento adquirido. En la figura se presenta un ejemplo de actividad, que corresponde a identificar el computador. En la parte superior donde se indica la actividad se encuentra con el 1.1.2; donde el primer número (1) corresponde al nivel, el segundo número (1) corresponde al bloque y el último número (2) corresponde al número de la actividad en cada bloque.

3.2.3. Desarrollo de las actividades

El estudiante debe leer la instrucción, para realizar la actividad. En este caso es arrastrar la imagen del computador hacia el cuadro azul para la respuesta. Luego debe dar clic en calificar y aparecerá una carita feliz en caso de estar bien o una carita triste en caso de estar mal su respuesta. El puntaje va aumentando en relación a las actividades que va realizando. Luego debe dar clic

en la flecha derecha para seguir con la próxima actividad. En caso de querer revisar la actividad anterior se puede dar clic en flecha izquierda. Adicional tenemos en caso de querer regresar a la pantalla de inicio, dando clic en Inicio y si se desea desplegar el conjunto de actividades del nivel se debe dar clic en Menú. En caso de haber realizado mal una actividad se debe dar clic en Recargar para volver a cargar la misma actividad.



Figura 30. Actividad 2 del bloque 1 y del nivel 1.

3.3. DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO

El diagrama del programa se muestra en la figura e indica el proceso que sigue el programa a medida que el estudiante, va realizando las actividades del nivel. Tenemos el conjunto de pasos desde que se muestra la pantalla inicial, hasta cuando se concluye con las tareas.

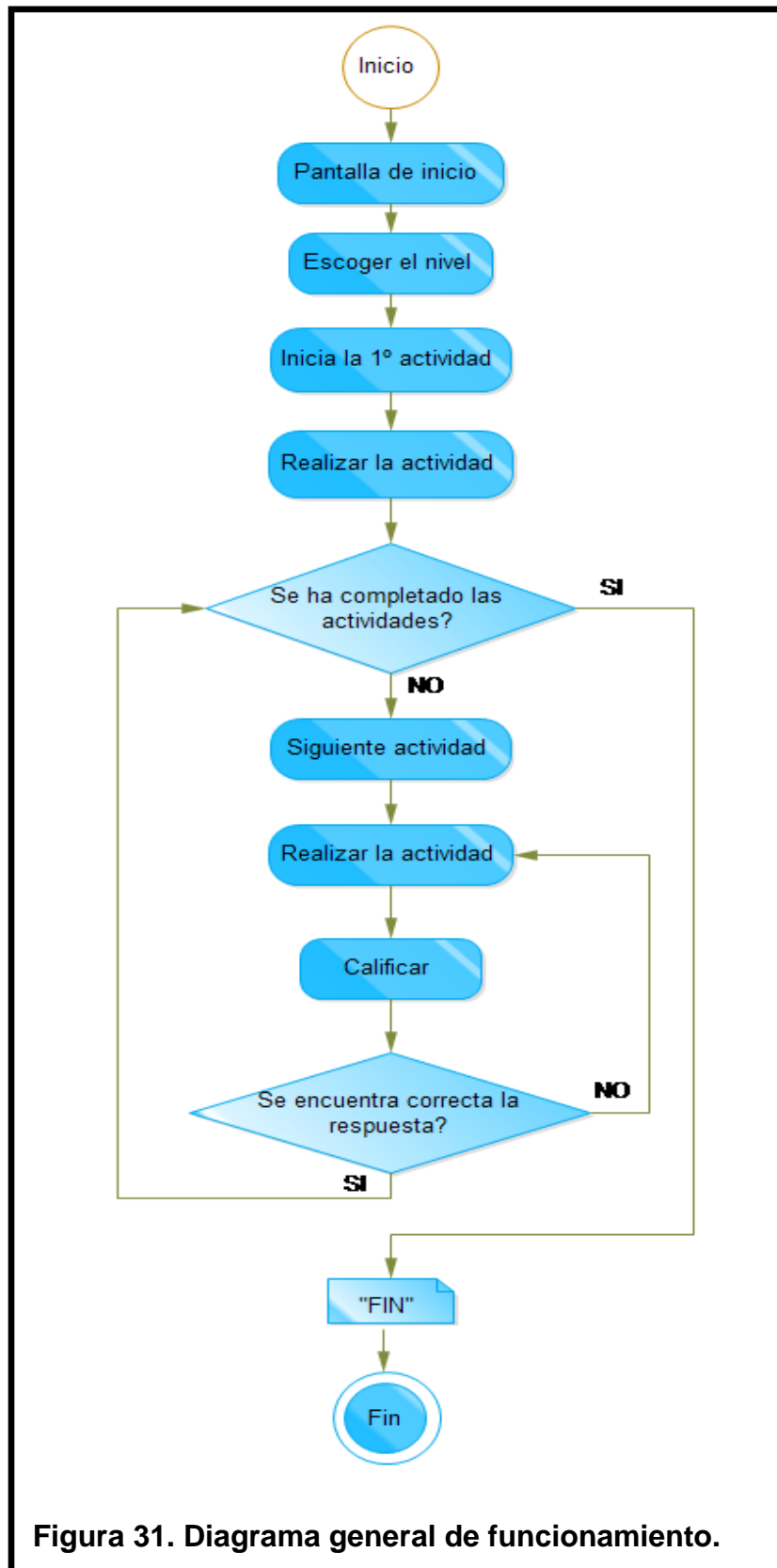


Figura 31. Diagrama general de funcionamiento.

3.3.1. Código fuente HTML de la página principal

La primera etiqueta HTML es DOCTYPE que indica que el código de la página es html versión 5. La etiqueta html lang indica el lenguaje que contiene la página que es español. La etiqueta head contiene metadatos, y links para los códigos de las hojas de estilos CSS y los códigos javascript. Además se encuentra la etiqueta title que presenta el título de página en la parte superior del título de la ventana.

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html Lang="es">
3 <head>
4     <meta charset='utf-8'>
5     <title>Proyecto Linux</title>
6     <link rel="stylesheet" href="estilos/estilos.css">
7     <link rel="stylesheet" href="estilos/estilosCuadros.css">
8     <script src='script/jquery-2.2.3.min.js'></script>
9     <script src='script/scriptPrincipal.js'></script>
10    <script src='script/scriptNivel.js'></script>
11 </head>
```

Figura 32. Etiqueta head de la página principal.

Con color morado se encuentran todas las etiquetas html utilizadas. Tenemos la etiqueta body, que corresponde al cuerpo de la página html y se encuentra todo lo que se va a presentar. A continuación tenemos muchos div, los cuales representan cajas de información donde podemos tener texto, imágenes o espacios en blanco. A los div podemos identificarlos individualmente de acuerdo al atributo id. El div título presenta el título del proyecto, el div superior contiene a contecen que es el contenido central y lateral que es el menú presentado en el costado derecho del programa. El div contecen que se refiere al contenido central presentará el conjunto de actividades que serán realizadas por los estudiantes. En el div lateral que se presenta a la derecha de la aplicación presenta unos botones. Con etiqueta p tenemos los títulos de las secciones del menú lateral derecho. Tenemos unas etiquetas input con atributos button para presentar botones. Tenemos algunos div para presentar

información. Con color negro tenemos los atributos de las etiquetas como son: id, class, style, value. Y con color azul están los valores de los atributos.

```

<body>
  <div id='cuadroPr'>
    <div id='titulo'>
      Proyecto Educativo Linux
    </div>
    <div id='superior'>
      <div id='contecen'>
        <div id='info' data-info="portada"></div>
        Portada
      </div>
      <div id='lateral'>
        <p class='text' style="position:absolute;top:1px;left: 25px;"> Lugares:</p>
        <input id='inicio' type="button" value="Inicio" style="position:absolute;top:40px;left: 25px;">
        <input id='menu' type="button" value="Menú" style="position:absolute;top:70px;left: 25px;">
        <p class='text' style="position:absolute;top:90px;left: 5px;"> Actividades:</p>
        <input id='reca' type="button" value="Recargar" style="position:absolute;top:130px;left: 25px;">
        <input id='calificar' type="button" value="Calificar" style="position:absolute;top:160px;left: 25px;">
        <div class='text' style="width:80px; height:10px; display:block; position:absolute;top:190px;left: 25px;">
        <div class='text' style="width:80px; height:10px; display:block; position:absolute;top:220px;left: 25px;">
      </div>
    </div>
  </div>

```

Figura 33. Etiquetas del contenido central y el menú lateral.

En el div inferior tenemos dos imágenes con la etiqueta img y 4 div para mostrar los valores del nivel y del puntaje.

```

<div id='inferior'>
  <img id='flechaiz' class='fila flecha' src='imgs/flecha-izquierda.png' width='75px' height='20px' />
  <img id='flechade' class='fila flecha' src='imgs/flecha-derecha.png' width='75px' height='20px' />
  <div id='puntaje' class='fila texto' width='75px' style="position:absolute;left: 25px; top: 20px;">
  <div id='puntajeval' class='fila valor' width='75px' style="position:absolute;left: 25px; top: 20px;">
  <div id='nivel' class='infe fila texto' width='75px' style="position:absolute;left: 25px; top: 40px;">
  <div id='nivelval' class='fila valor' width='75px' style="position:absolute;left: 25px; top: 40px;">
  </div>

```

Figura 34. Etiquetas del menú inferior.

La etiqueta footer contiene información de contacto de la página de la empresa. Estos datos se encuentran en el pie de página.

```
<footer>
  <p style="margin-left: 230px;">Visita nuestra página web: <a
  <span style="margin-left: 230px;">Realizado por: <a href="htt
</footer>
</body>
</html>
```

Figura 35. Etiquetas de referencia de la empresa.

Solamente se presenta el código HTML de la página inicial. De las demás páginas se desarrolla de manera similar.

4. ANÁLISIS DE COSTOS DE LA INFRAESTRUCTURA

En este capítulo se realizará un análisis económico de la infraestructura LTSP instalada, en comparación con una instalación típica que no utiliza servidor. Para adquisición de productos informáticos se recomienda utilizar el costo total de propiedad o TCO (Total Cost of Ownership) que se refiere al costo total del producto en un ciclo de vida. El TCO se calcula tomando en cuenta costos directos e indirectos. Los costos directos son los costos de la infraestructura instalada. Los costos indirectos son los de mantenimiento, administración y soporte técnico. (CCM, TCO (Costo total de propiedad), 2016)

4.1. ANÁLISIS DE COSTOS CON LA INFRAESTRUCTURA LTSP

En el análisis de costos se presentan los costos directos e indirectos para este estudio. Dentro de los costos directos tenemos los costos de hardware de la infraestructura de red y costos de instalación de LTSP, como se puede observar en la tabla 13.

Tabla 13. Costos directos con LTSP.

Cantidad	Producto	Precio Unitario (\$)	Precio (\$)
2	Canaletas de piso de 2m.	11	22
35m	Cable UTP cat. 6	0.50	17.50
1	Patch panel de 24 puertos	35	35
15	Conectores jack hembra RJ45	4	60
15	Conectores RJ45	0.25	3.75
15	Patch cords	3	45

1	Switch 3COM 4228G 24 puertos	120	120
1	Servidor Dell SC1425	1100	1100
6	Computadores adquiridos	400	2400
4	Computadores en desuso	100	400
	Instalación		500
		TOTAL	4703.25

Los costos indirectos son costos que se tiene con el tiempo, para este proyecto se ha tomado en cuenta los costos de soporte técnico que incluyen los costos de mantenimiento, como se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14. Costos indirectos con LTSP.

Detalle	Valor
Costo por hora de soporte	\$45
Número de incidentes al año	30
Costo promedio por año	\$1350
Tiempo proyectado	3
Costo total estimado	\$4050

A continuación se tiene un resumen de los costos, tomando en cuenta la infraestructura LTSP para la red, como se puede apreciar en la tabla 15.

Tabla 15. Resumen de costos con LTSP.

Costos	Valor (\$)
Costos directos	4703.25
Costos indirectos	4050
Costo total	8753.25

4.2. ANÁLISIS DE COSTOS SIN LTSP

Este análisis es una propuesta de red sin tomar en cuenta la infraestructura LTSP. Se tienen que adquirir computadores nuevos cuyos costos son considerables, en comparación a los anteriores.

Tabla 16. Costos directos sin LTSP.

Cantidad	Producto	Precio Unitario (\$)	Precio (\$)
2	Canaletas de piso de 2m.	11	22
35m	Cable UTP cat. 6	0.50	17.50
1	Patch panel de 24 puertos	35	35
15	Conectores jack hembra RJ45	4	60
15	Conectores RJ45	0.25	3.75
15	Patch cords	3	45
1	Switch 3COM 4228G 24 puertos	120	120
10	Computadores	700	7000

	Instalación		350
		TOTAL	7653.25

Con relación a los costos indirectos, se tiene el soporte que al tratarse de varios computadores que no se administran por el servidor tienen a presentar más fallas individuales y por lo tanto son más vulnerables a fallas. El detalle se observa en la tabla 17.

Tabla 17. Costos indirectos sin LTSP.

Detalle	Valor
Costo por hora de soporte	\$45
Número de incidentes al año	48
Costo promedio por año	\$2160
Tiempo proyectado	3
Costo total estimado	\$6480

A continuación se muestra un resumen de los costos presentes cuando no se implementa una infraestructura LTSP.

Tabla 18. Resumen de costos sin LTSP.

Costos	Valor (\$)
Costos directos	7653.25
Costos indirectos	6480
Costo total	14133.25

4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS

De la tabla 19, donde se presentan los costos de las dos propuestas, podemos darnos cuenta que la infraestructura LTSP, presenta menores costos tanto directos como indirectos. Los costos indirectos son menores debido a que el servidor administra al resto de computadores y en caso de presentarse fallos se tiene que revisar solamente el servidor LTSP.

Tabla 19. Análisis comparativo de costos.

Costos	Valor (\$) con LTSP	Valor (\$) sin LTSP
Costos directos	4703.25	7653.25
Costos indirectos	4050	6480
Costos totales	8753.25	14133.25

Se puede concluir que al implementar la red con la infraestructura LTSP se tiene un ahorro de \$5380 con respecto a una red tradicional, por lo que la empresa se beneficia económicamente por este proyecto.

4.4. ANÁLISIS FINANCIERO

En esta sección se realizará un estudio económico proyectado a 3 años, para ver mediante los indicadores económicos como son el VAN y el TIR la factibilidad de implementar este proyecto. También se realizará el cálculo del punto de equilibrio, para determinar a partir de que tiempo se recibirán ganancias del proyecto.

4.4.1. Costos de producción

Oficina

Mensualmente se tiene el pago de la luz, del internet y del arriendo. Los costos fijos ascienden a \$370 mensuales.

Publicidad

Además los gastos de publicidad que se realizan cada mes, ascienden a \$30 en volantes y publicidad en internet.

Personal

Dentro de los gastos tenemos el sueldo de un capacitador que gana \$1000 mensuales. Con esto tenemos que los costos fijos están en \$1400 cada mes.

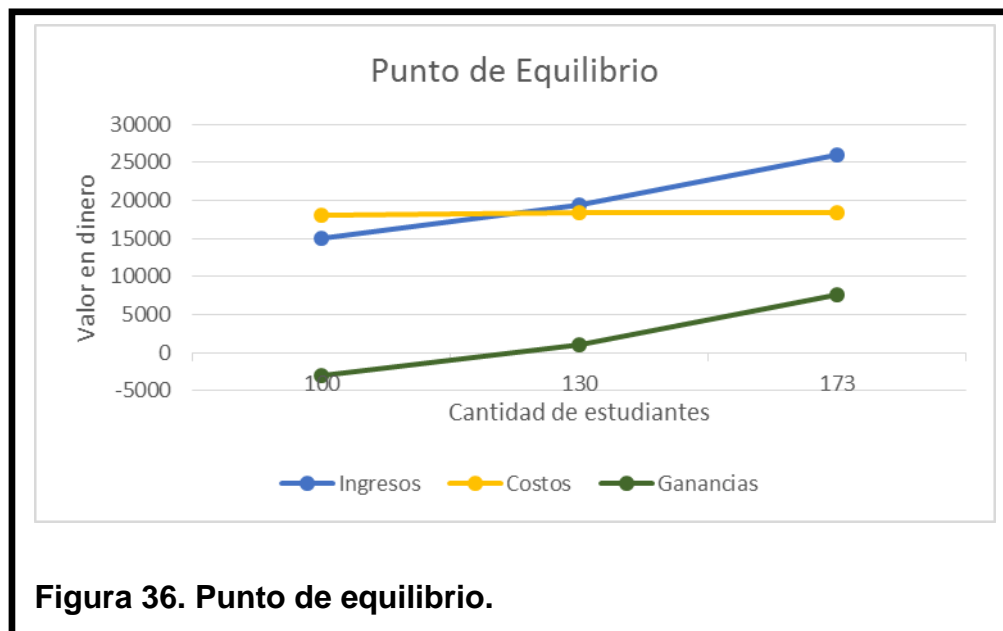
Ingresos

En los ingresos tenemos los cursos del sistema operativo Linux a realizarse, donde se tiene que el curso de 80 horas tiene un valor de \$150 por persona. En un mes se dictará el curso, durante 4 horas diarias. Las inscripciones se abren cada mes y se tiene 3 niveles del curso (básico, intermedio y avanzado). Y con la publicidad se consigue que cada mes se incrementen 2 estudiantes más a los cursos. Se contraerá convenios con instituciones públicas para tener un crecimiento del 30% anual.

Tabla 20. Análisis de los costos e ingresos.

	1º año	2º año	3º año
Nº estudiantes	100	130	173
Ingresos	15000	19500	25950
Costos	18000	18400	18400
Ganancias	-3000	1100	7550

Con los datos de la tabla 21, se puede establecer el gráfico del punto de equilibrio, que se presenta en la figura 35. Donde se observa, que el punto de equilibrio se obtiene cuando se da clases a 7 estudiantes.



4.4.2. Factibilidad del proyecto

Para evaluar la factibilidad del proyecto se han tomado dos criterios económicos como son el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno).

4.4.2.1. Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)

Tomando en cuenta la figura 35, donde se encuentran las ganancias que corresponden al flujo efectivo neto de caja (FENC), se calculará el VAN. La inversión generada se obtuvo de los fondos propios de la empresa, por esta razón se considera una tasa de interés $i=5\%$.

$$VAN = \frac{-3000}{(1+0,05)^0} + \frac{1100}{(1+0,05)^1} + \frac{7550}{(1+0,05)^2}$$

$$VAN = 4895,69$$

Desde el punto de vista de uno de los indicadores económicos como es el VAN el proyecto es atractivo.

4.4.2.2. Cálculo del TIR (Tasa Interna de Retorno)

Para el cálculo del TIR, se ha realizado en Excel que nos proporciona una facilidad en el cálculo y se ha obtenido el siguiente resultado:

TIR= 78%

Considerando $i=5\%$ de acuerdo a que el dinero que se invierte es de fondos propios de la empresa y siendo este valor a considerar respecto al TIR. Como es mucho mayor, el proyecto es atractivo.

De acuerdo a los indicadores económicos del VAN y al TIR el proyecto es factible, permite recuperar la inversión en el segundo año y obtener así ganancias considerables.

4.4.3. Análisis del costo beneficio cualitativo

Desde este punto de vista, se tiene que el sistema LTSP trabaja de una manera eficaz por lo descrito en el capítulo 2, donde se tienen las características de funcionamiento del sistema. Esta infraestructura es eficiente al disponer de un servidor que cubre con los requerimientos de los clientes. Cumple con las expectativas de un sistema robusto y sostenible a través del tiempo.

Además de beneficiarse el administrador del sistema, el cual tiene que realizar el mantenimiento del sistema en un solo equipo que es el servidor. Lo que reduce tiempos en desuso y disminuye costos en esta operación.

Tenemos un beneficio con el ambiente al reutilizar la tecnología existente y obsoleta. Con lo que se disminuye desechos al medio ambiente y se reutiliza equipos dados de baja por las empresas o se puede comprar computadores de segunda mano de otras empresas.

Los usuarios se benefician en su información porque se tiene toda la información centralizada en el servidor, con lo que se logra una mayor

seguridad de los datos y se evita las pérdidas por fallas en los equipos terminales.

Se ha orientado a una población de diversas edades, sin importar conocimientos previos. La enseñanza se realizará desde el nivel básico. En el país se ha promovido la utilización de software libre (Linux) en todas las instituciones públicas, por lo que sus empleados requieren el aprendizaje del sistema operativo Linux.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el proyecto se utilizó una red jerárquica de núcleo contraído, que es la que mejor se adapta a la realidad de la empresa. Este diseño permite tener una facilidad en la administración, escalabilidad y detección de fallas.

En la implementación de la infraestructura LTSP se centralizó la administración de la red en el servidor, y también toda la información de los usuarios. Cuando un usuario se conecta al servidor y por alguna razón se cuelga o falla, se puede acceder a la misma información desde otro terminal.

En las pruebas de diseño del servidor, se determinó que las características mínimas para un buen desempeño del sistema cuando se utilizan hasta 12 clientes ligeros son un procesador de 4 núcleos, con 4GB en memoria RAM y se debe tener puertos de red gigabit Ethernet porque el tráfico de red es alto.

El aplicativo educativo se desarrolló con HTML, CSS y Javascript, las cuales son herramientas que permitieron obtener una aplicación interactiva para estudiantes y usuarios en general para que se entretengan aprendiendo el sistema operativo Linux. El programa contiene efectos visuales, presentaciones con degradados en las páginas. Las actividades son intuitivas para que el usuario comprenda los temas de cada bloque de manera sencilla.

En el análisis comparativo de costos se aprecia que la infraestructura LTSP para la empresa Compu Express resulta más conveniente que la infraestructura de una red tradicional. Además en el diseño se reutilizó equipos que se consideraban obsoletos. Considerando estos factores se puede concluir que la solución es adecuada para implementar en empresas e instituciones educativas que cuenten con escasos recursos económicos. Esta solución contribuyó a cuidar el ambiente, ya que se reutilizó tecnología obsoleta.

La aplicación web permitió que los usuarios tengan un aprendizaje entretenido, con actividades interactivas donde vayan teniendo logros a través de su

persistencia, investigación y revisión de cada actividad, hasta llegar a completar las actividades del nivel con un puntaje de 100.

En el análisis financiero, se pudo determinar con los indicadores económicos como son el VAN y la TIR que este proyecto es factible económicamente. La implementación de este proyecto permite obtener beneficios económicos, por lo que la inversión se recupera en el transcurso del segundo año.

La aplicación está diseñada de tal forma que puede correr en cualquier sistema operativo, es decir se puede ejecutar en Windows, Linux o Mac. El requisito para ejecutarse es tener conexión al servidor y usar un navegador para abrir la aplicación.

La aplicación se ejecuta en un servidor web, por lo que además de ser utilizada por los equipos de la red interna, puede usarse desde internet. El lenguaje HTML es eficiente y ligero por lo que en internet, la aplicación puede ser utilizada por una gran cantidad de equipos.

5.2. RECOMENDACIONES

Para la administración de los clientes se recomienda la utilización del programa **Epopetes** que tiene muchas facilidades para la administración del sistema y presenta una manera sencilla de monitorización.

Se debe configurar el booteo correctamente en el BIOS de las máquinas clientes, para que el arranque sea mediante la red, así los clientes accederán de manera correcta al servidor.

Se puede instalar el programa WINE, que permite instalar aplicaciones Windows en el servidor Linux. Por lo que existe aplicaciones que solo tienen instaladores para Windows y son muy necesarias de acuerdo al lugar donde se realice la instalación.

Se pueden configurar diferentes perfiles de usuarios tanto para administradores, profesores y estudiantes. Esto permite que los estudiantes no tengan acceso a las configuraciones del servidor. Además de no permitir el acceso a la información de los demás usuarios.

Se puede utilizar el programa Dreamweaver para realizar la aplicación web, porque contiene una presentación adecuada que facilita la programación, además de contener herramientas que permiten modificar los valores de las propiedades CSS visualmente.

Las actividades deben tener colores llamativos y un estilo sencillo para que los usuarios se familiaricen rápidamente con la aplicación, y realicen las tareas como si estuvieran en un juego virtual.

Se recomienda un consumo moderado de aplicaciones que trabajen con video porque el sistema llega a saturarse, los clientes ligeros no procesan el video solo lo visualizan.

Se recomienda a las empresas e instituciones educativas de bajos recursos económicos que deseen implementar este sistema educativo, gestionar para

adquirir computadores de segunda mano o equipos dados de baja, para utilizarlos como clientes ligeros.

REFERENCIAS

- Alea, Á. (2016). *Manuales*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de www.ice.udl.es/udv/manuals/linux.pdf
- Alvarez, M. (2011). *Introducción a jQuery*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://www.desarrolloweb.com/articulos/introduccion-jquery.html>
- Arboleda, A. (2011). *Tutorial para configurar servidor LTSP en Ubuntu*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://www.ubuntu-es.org/node/159601#.Vx6aGfl97IX>
- ByteNetwork. (s.f). *Los 6 subsistemas del sistema de cableado estructurado*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <https://bytenetworkg.wordpress.com/2012/08/30/los-6-subsistemas-del-sistema-de-cableado-estructurado/>
- CCM. (s.f). *Lenguajes de programación*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://es.ccm.net/contents/304-lenguajes-de-programacion>
- CCM. (s.f). *TCO (Costo total de propiedad)*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://es.ccm.net/contents/643-tco-costo-total-de-propiedad>
- Cisco. (s.f). *CCNA*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://ecovi.uagro.mx/ccna1/course/module3/index.html#3.2.4.3>
- Cisco. (s.f). *Diseño jerárquico de la red*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://ecovi.uagro.mx/ccna4/course/module1/index.html#1.1.1.1>
- Cortés, C. (2011). *Sistemas operativos:Linux y Windows*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://www.monografias.com/trabajos88/sistemas-operativos-linux-y-windows/sistemas-operativos-linux-y-windows.shtml>

Debian. (s.f). *Manual de Debian Edu*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de https://jenkins.debian.net/userContent/debian-edu-doc/debian-edu-doc-es/debian-edu-wheezy-manual.html#Architecture--Thin_clients

EcuRed. (s.f). *Lenguaje de Programación*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://www.ecured.cu/Lenguaje_de_Programaci%C3%B3n

EcuRed. (s.f). *Mac OS*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://www.ecured.cu/Mac_OS

Ecured. (s.f). *Ubuntu*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://www.ecured.cu/Ubuntu>

Eguiluz, J. (2014). *Introducción a XHTML*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://librosweb.es/libro/xhtml/capitulo_1/breve_historia_de_html.html

Eguiluz, J. (2015). *Introducción a CSS*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://librosweb.es/libro/css/capitulo_1/breve_historia_de_css.html

Eguiluz, J. (2015). *Introducción a JavaScript*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://librosweb.es/libro/javascript/capitulo_1/especificaciones_oficiales.html

Gárnica, A. (2015). *Curso de redes*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://dragonrodrig.blogspot.com/2015/12/miercoles-2-de-diciembre-de-2015-tema1.html>

INEC. (s.f). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf

- Marcano, N. (2006). *Gestión académico-administrativa en la educación básica*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842006000200005
- McQuillan, J. (2002). *LTSP - Linux Terminal Server Project*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <ftp://ltsp.mirrors.tds.net/pub/ltsp/docs/ltsp-3.0-4-es.html>
- Microsoft. (s.f). *Microsoft*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://windows.microsoft.com/es-419/windows/history#T1=era11>
- Palomeque, Y. (2014). *CABLEADO ESTRUCTURADO*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://evanyyineth.blogspot.com/2014/04/cableado-estructurado.html>
- Pardo, C. (2013). *Capas del modelo TCP/IP*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://modelozzy.blogspot.com/2013/06/capas-del-modelo-tcpip.html>
- Rojo, Y. (2012). *MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://socializandoredes.blogspot.com/2012/11/medios-de-transmision-de-datos.html>
- Romero, S. (2012). *Diseño de redes LAN y documentación*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://es.slideshare.net/sandyc/6-diseo-de-redes-de-rea-local-y-documentacin>
- Sánchez, S. (2013). *Reutilización de equipos de cómputo desactualizados con Linux Terminal Server Project*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de http://tesis.unsm.edu.pe:8080/jspui/bitstream/11458/233/1/Silvia%20Karol%20S%C3%A1nchez%20G%C3%A1rate_Edith%20Bar%C3%B3n%20Ram%C3%ADrez.pdf

- Sierra, R. (2012). *Análisis, diseño e implementación de LTSP*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2727/1/CD-3426.pdf
- TecnoMagazine. (s.f). *Los 5 lenguajes de programación mas utilizados*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://tecnomagazine.net/2016/02/11/los-5-lenguajes-de-programacion-mas-utilizados/>
- UCLM. (s.f). *Redes de Comunicación*. Obtenido de http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/Comunicacion/Redes/index_files/Modelos.htm
- Utreras, V. (2012). *Presentación de jQuery*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://es.slideshare.net/continuumslides/introduccion-a-jquery>
- Val, A. (2015). *Sistema de cableado estructurado 1*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://es.slideshare.net/anaivonne33/sistema-de-cableado-estructurado-1>
- Valdés, D. (2015). *Componentes de un sistema operativo*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://www.osandnet.com/componentes-de-un-sistema-operativo/>
- Vega, C. (2015). *Acerca de Edubuntu*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de <http://cristhianvega98.blogspot.com/2014/03/acerca-de-edubuntu.html>
- Wikipedia. (s.f). *Cable de par trenzado*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_par_trenzado
- Wikipedia. (s.f). *Modelo OSI*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI
- Wikipedia. (s.f). *Redes de Computadoras*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_computadoras

ANEXOS

ANEXO 1

INSTALACIÓN DE EDUBUNTU


Cuando se inicia el sistema, se escoge el idioma en el que se desea trabajar, escogeremos español porque dará mayores facilidades a los usuarios que utilicen este sistema. En caso de ser utilizado como otra clase de servidor como por ejemplo de correo o de archivos se recomienda la instalación en inglés por tener un contenido más completo.



Este instalador presenta dos versiones, la estándar para cualquier usuario que quiere instalar Ubuntu y no desea hacerlo servidor LTSP, sería una terminal normal. La segunda opción permite la instalación de los paquetes LTSP para hacer a esta máquina servidor LTSP, es decir brindar la interfaz Linux a los usuarios que se conectan.


Opciones de instalación de Edubuntu (parte 1)

Seleccione extras opcionales:



Interfaz adicional de Gnome
Edubuntu viene con Unity como interfaz de usuario predeterminada. Si prefiere usar una interfaz similar a la de GNOME 2.x puede elegir esta opción.

Instalar Esto usa el escritorio de respaldo GNOME 3.0 como sesión predeterminada.



LTSP (Linux Terminal Server Project)
Eligiendo esta opción transformará el sistema Edubuntu en un servidor LTSP. Otras máquinas podrán iniciar desde la red y usar el sistema Edubuntu como su servidor terminal, ofreciendo un entorno Edubuntu normal.

Instalar

Para esta opción se necesita elegir en el menú desplegable de abajo qué interfaz usar para la red de clientes ligeros. Esta red debe estar físicamente aislada de la red normal, dado que la máquina de Edubuntu actuará como servidor DHCP.

Interfaz de red:

El tipo de instalación es LTSP

Este servidor está orientado para brindar sus servicios a niños de primaria, por lo que se instalarán los paquetes que nos ayuden con este fin. Este sistema está dedicado a personas que están recién aprendiendo a utilizar el sistema de Linux.

Opciones de instalación de Edubuntu (parte 2)

Paquetes educativos instalados (desmárquelos para eliminarlos):

Instalado	Nombre	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	edubuntu-desktop	educational desktop for Ubuntu
<input checked="" type="checkbox"/>	ubuntu-edu-preschool	Preschool Educational Application Bundle
<input checked="" type="checkbox"/>	ubuntu-edu-primary	Primary Educational Application Bundle
<input type="checkbox"/>	ubuntu-edu-secondary	Secondary Educational Application Bundle
<input checked="" type="checkbox"/>	ubuntu-edu-tertiary	Tertiary Educational Application Bundle

Escogemos los primeros entornos para educación básica y media.

Para el particionamiento del disco se escogerá un dimensionamiento de varias particiones para poder escoger las particiones dedicadas que se desea tener para esta máquina.

Tipo de instalación

En este equipo no se ha detectado actualmente ningún sistema operativo. ¿Qué quiere hacer?

- Borrar disco e instalar Edubuntu**
Aviso: Esto eliminará todos sus programas, documentos, fotos, música y demás archivos en todos los sistemas operativos.
- Encrypt the new Edubuntu installation for security**
Deberá elegir una clave de seguridad en el siguiente paso.
- Use LVM with the new Edubuntu installation**
Esto configurará la Gestión de Volumen Lógico. Permite tomar instantáneas y redimensionar particiones de modo simple.
- Más opciones**
Puede crear particiones, redimensionarlas o elegir varias particiones para Edubuntu.

Escoger más opciones para un particionamiento personalizado

Para la memoria swap, que corresponde a una memoria virtual se ha escogido 4GB porque debe ser mayor que la memoria de la máquina. La partición de boot se ha escogido de 200MB porque contiene poca información que corresponde a los archivos para que el sistema operativo arranque correctamente.

Tipo de instalación

Dispositivo	Tipo	Punto de montaje	¿Formatear?	Tamaño	En uso	Sistema
/dev/sda						
/dev/sda1	swap		<input type="checkbox"/>	3999 MB	desconocido	
/dev/sda5	ext4	/boot	<input checked="" type="checkbox"/>	199 MB	desconocido	
/dev/sda6	ext4	/	<input checked="" type="checkbox"/>	24999 MB	desconocido	
/dev/sda7	ext4	/home	<input checked="" type="checkbox"/>	24484 MB	desconocido	

Distribución del particionamiento del disco

Se escoge la distribución del teclado que para nuestro caso es español correspondiente a Latinoamérica, en caso de equivocarse se tendrá problemas con los símbolos del teclado que no corresponderán a los del sistema.



Se escoge un nombre para el equipo que será con el que se inicie sesión en el sistema. La contraseña debe ser una segura para que no se tenga problemas de seguridad, las recomendaciones es que sea mínima de 6 caracteres, que se incluya mayúsculas, minúsculas y símbolos especiales.

Su nombre: CompuExpress ✓

El nombre de su equipo: compuexpress ✓
El nombre que usa cuando habla con otros equipos.

Introduzca un nombre de usuario: compuexpress ✓

Introduzca una contraseña: ●●●●●● Contraseña aceptable

Confirme su contraseña: ●●●●●● ✓

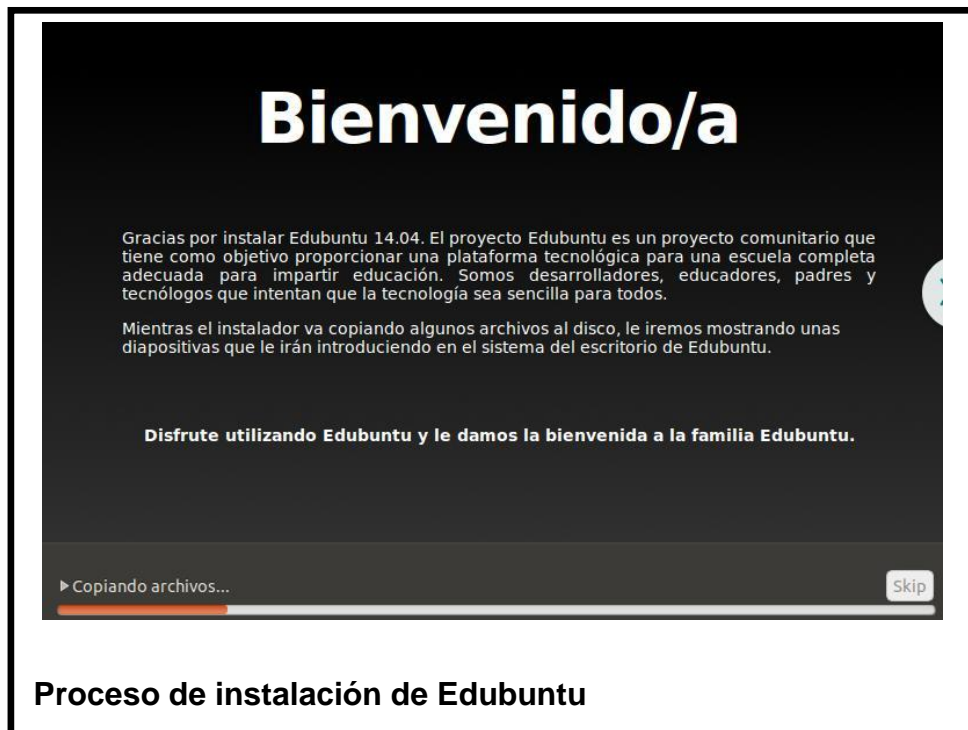
Iniciar sesión automáticamente

Solicitar mi contraseña para iniciar sesión

Cifrar mi carpeta personal

Datos del equipo y contraseña

Con esto se el sistema procederá a la instalación del mismo como muestra la figura y luego de completarse se reiniciará y el sistema estará en funcionamiento.



ANEXO 2

Atributos de las hojas de estilos CSS

En las tablas siguientes se presentan los principales atributos que se usan en las hojas de estilos CSS.

Propiedades CSS de fondo

Propiedades	Descripción
background-color	Permite elegir el color de fondo del elemento.
background-image	Permite usar una imagen de fondo.
background-attachment	La imagen de fondo permanece estática.
background-position	Se ubica la imagen en un espacio fijo.

Propiedades CSS de textos

Propiedades	Descripción
text-indent	Permite una sangría en el texto.
text-align	Permite que el texto este centrado.
text-decoration	Específica que el texto este subrayado.
text-transform	Cambia el texto a mayúsculas o minúsculas.

Propiedades CSS de fuentes

Propiedades	Descripción
font-family	Permite establecer la fuente del texto.
font-style	Permite definir el estilo.
font-variant	Permite la variación de la fuente.
font-size	Establece el tamaño de letra.

Propiedades CSS de bordes

PROPIEDADES	DESCRIPCIÓN
border-width	Establecer el ancho del borde del elemento.
border-color	Colorear el borde.

Propiedades CSS de márgenes

Propiedades	Descripción
margin	Permite el margen del elemento.

Propiedades CSS de relleno

Propiedades	Descripción
padding	Permite establecer el relleno.

ANEXO 3

CONTENIDOS DE LOS BLOQUES DE ACUERDO A LOS NIVELES

Nivel 1:

Bloque 1. El computador.

Bloque 2. El monitor y el mouse.

Bloque 3. El teclado, el micrófono y los parlantes.

Bloque 4. La cámara web y la impresora.

Bloque 5. La flash memory y el CD-DVD.

Bloque 6. La laptop.

Nivel 2:

Bloque 1. Partes del computador.

Bloque 2. Introducción a Linux.

Bloque 3. Kolour Paint.

Bloque 4. Gcompris.

Bloque 5. Libre Office Writer.

Nivel 3:

Bloque 1. Linux.

Bloque 2. Ubuntu.

Bloque 3. Kolour Paint.

Bloque 4. Libre Office.

Bloque 5. Libre Office Impress.

Bloque 6. El navegador de internet.

Nivel 4:

Bloque 1. Entorno de Ubuntu.

Bloque 2. Libre Office Writer.

Bloque 3. Libre Office Impress.

Bloque 4. Internet.

Nivel 5:

Bloque 1. Libre Office Writer.

Bloque 2. Libre Office Impress.

Bloque 3. Libre Office Calc.

Bloque 4. Internet.

Nivel 6:

Bloque 1. Ubuntu.

Bloque 2. Libre Office Writer.

Bloque 3. Libre Office Calc.

Bloque 4. Generaciones del computador.

Bloque 5. Ineternet.

Bloque 6. Administración de Ubuntu.

Nivel 7:

Bloque 1. Software libre.

Bloque 2. Libre Office Calc.

Bloque 3. Internet.

Bloque 4. Aplicaciones del internet.

ANEXO 4

MANUAL TÉCNICO DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LTSP

Requisitos:

Para la infraestructura LTSP se requiere de los siguientes equipos, con las siguientes características.

- **SERVIDOR**

El servidor debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos para su correcto funcionamiento:

- Procesador de 4 núcleos.
- Memoria RAM de 4GB.
- 2 puertos Gigabit Ethernet.
- Disco duro de 500GB.

- **TERMINALES LIGEROS (10 COMPUTADORES)**

Los clientes ligeros deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos para su correcto funcionamiento:

- Procesador de 800Mhz.
- Memoria RAM de 320MB.
- 1 puerto Ethernet.
- Accesorios (pantalla, mouse y teclado).
-
- **SWITCH DE ACCESO**

Para la comunicación de los computadores en la red LAN se requiere un switch con los siguientes requisitos mínimos para su correcto funcionamiento:

- 16 puertos de acceso para conectar los equipos de la red LAN.
- De los 16 puertos, se debe tener un puerto Gigabit Ethernet para la conexión del servidor, que tiene un alto tráfico de consumo.
-
- SOFTWARE DE INSTALACIÓN

Para la instalación se requiere del siguiente software:

- Disco de instalación del sistema operativo Edubuntu. La versión se escoge de acuerdo a las características del servidor, si se tiene un servidor con características más altas que las indicadas en este proyecto, se utiliza la versión 14.04 y se dispone con las características cercanas a las indicadas se recomienda la versión 12.04 que tiene un menor consumo de recursos del servidor.
- Disco con el software de la aplicación educativa. Se debe tener todos los paquetes para el correcto funcionamiento.
-

Proceso de instalación.

En el equipo servidor, instalamos el sistema operativo de Edubuntu, siguiendo el proceso técnico secuencial lógico, que el sistema operativo maneja.

Tener en cuenta la clave que se ingresa de administrador, porque servirá para la configuración del sistema.

Se puede instalar en un equipo físico desde cero, como también en un equipo existente creando una partición con una máquina virtual.

Configuración de archivos.

Primeramente se instala el paquete ltsp-server-standalone, el cual contiene los programas que se necesitan para el correcto funcionamiento de LTSP. Se ejecuta el comando:

```
$sudo apt-get install ltsp-server-standalone
```

CONFIGURACIÓN DEL SERVICIO DE DHCP

Se procede a configurar el archivo para el servicio DHCP. Se encuentra en la ruta: /etc/default

El nombre del archivo es dhcp3-server.

Podemos editarlo con el comando: \$sudo gedit dhcp3-server

El archivo nos muestra la siguiente información:

```
INTERFACES=""
```

El único parámetro que hay que configurar es la interfaz de red del servidor por el cual se comunican los clientes ligeros.

Para este caso quedará así:

```
INTERFACES="eth0"
```

Luego se procede a configurar el siguiente archivo que también corresponde al servicio de DHCP, el cual se encuentra en la ruta: /etc/ltsp

Se puede editarlo con el comando: \$sudo gedit dhcpd.conf

Este archivo contiene la siguiente información:

```
authoritative;
```

```
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {  
  
range 192.168.1.20 192.168.1.50;  
  
option domain-name "modisplay";  
  
option domain-name-servers 192.168.1.1;  
  
option broadcast-address 192.168.1.255;  
  
option routers 192.168.1.1;  
  
next-server 192.168.1.11;  
  
option subnet-mask 255.255.255.0;  
  
option root-path "/opt/ltsp/i386";  
  
if substring( option vendor-class-identifier, 0, 9 ) = "PXEClient" {  
  
filename "/ltsp/i386/pxelinux.0";  
  
} else {  
  
filename "/ltsp/i386/nbi.img";  
  
}  
  
}
```

Donde:

Subnet, se refiere al rango de la subred que se va utilizar.

Range, permite asignar un rango de direcciones IP que asignará el servidor

Option domain-name, es el nombre del dominio

Option routers, es la dirección IP del router de la red

Option root-path "/opt/ltsp/i386", es la ruta donde se encuentran los archivos que los clientes cargarán mediante tftp

Filename "ltsp/i386/pxelinux.0", es la ruta del archivo pxelinux

Filename "ltsp/i386/nbi.img", es la ruta de la imagen del cliente Linux

Configuración del servicio TFTP

Se encuentra en la ruta: /etc/default

Este archivo se edita mediante el comando: `$sudo gedit tftpd-hpa`

Se encuentra la siguiente información:

```
TFTP_ADDRESS="0.0.0.0:69"
```

Se debe poner la dirección IP del servidor, para este caso quedará así:

```
TFTP_ADDRESS="192.168.1.1"
```

Configuración de los archivos para los clientes de LTSP

Se crea los archivos necesarios para que el cliente pueda arrancar y cargar los archivos para comunicarse con el servidor. El siguiente comando crea una imagen para los clientes:

```
$sudo ltsp-build-client
```

Los siguientes comandos se deben ejecutar cada vez que se hace cambios en la administración del servidor. Se deben ejecutar estos 3 comandos:

```
$sudo ltsp-update-kernels
```

```
$sudo ltsp-update-sshkeys
```

```
$sudo ltsp-update-image
```

Para completar con el servidor, se necesita reiniciar el servicio DHCP mediante el comando:

```
$sudo /etc/init.d/dhcp3-server restart
```

INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE APACHE (SERVIDOR WEB)

Para ejecutar la aplicación se necesita de un servidor de páginas web, como es apache. Para la instalación ejecutamos el siguiente comando:

```
$sudo apt install apache2
```

CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN EDUCATIVA

Con el CD de la aplicación, se procede a la copia de los archivos de la aplicación. Dentro de estos archivos se encuentra el código de ejecución de la aplicación educativa. Se debe copiar todo el contenido del CD de la aplicación en la siguiente ruta del sistema operativo.

```
/var/www/html
```

Configuración de los clientes.

Para que un cliente pueda arrancar con LTSP, necesita estar configurado el modo de arranque por Ethernet PXE. Este modo se configura en el Bios de la computadora, que se ejecuta al iniciar el computador. Se puede ingresar a este modo dependiendo el modelo de la máquina, pero por lo general se presiona F2, F10 o F12 para ingresar a la Bios o a las opciones de arranque del sistema. En caso de no tener esta opción se puede bajar un software para arrancar mediante la red de la siguiente página de rom-o-matic.net.

Inicio de los clientes ligeros.

Una vez configurado el booteo por red, los clientes inician su sistema. Los usuarios utilizados para iniciar en los clientes ligeros, son los mismos usuarios creados en el sistema operativo. En el sistema operativo deben crearse los usuarios necesarios para que se pueda acceder desde los terminales ligeros.

Ingreso a la aplicación educativa

Para acceder a la aplicación es necesario el uso de un navegador web, puede ser Firefox, Chrome, Safari. En la dirección URL del navegador, se debe poner localhost o 127.0.0.1 que es la dirección IP de la propia máquina donde se encuentra el aplicativo.

Experiencias aprendidas

- Verificar el puerto físico configurado para LTSP, el cual debe conectarse al switch de acceso para tener conectividad con los clientes ligeros.
- Verificar que las tarjetas de red de los clientes ligeros estén funcionando correctamente o no se podrá establecer la comunicación.

- En caso de no establecerse la comunicación de los terminales con el servidor LTSP, verificar que los servicios de DHCP y TFTP estén habilitados y corriendo correctamente.
- Realizar una actualización global del sistema, para tener los programas y servicios actualizados.