

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DISEÑO DE UN AULA INTERACTIVA UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA SALA DE ENTRENAMIENTO DE LA CORPORACIÓN WIMAC SYSTEMS, C.A.**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. Castro I., Astrid M.  
para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DISEÑO DE UN AULA INTERACTIVA UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA SALA DE ENTRENAMIENTO DE LA CORPORACIÓN WIMAC SYSTEMS, C.A**

Prof. Guía: Ing. Ricardo Santana.  
Tutor Industrial: Ing. Fernando Giolitti.

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. Castro I., Astrid M.  
para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 30 de octubre de 2013

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller Astrid Castro., titulado:

“DISEÑO DE UN AULA INTERACTIVA UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA SALA DE ENTRENAMIENTO DE LA CORPORACIÓN WIMAC SYSTEMS, C.A.”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

  
Prof. Luis Fernández  
Jurado

  
Prof. Carlos Moreno  
Jurado

  
Prof. Ricardo Santana  
Prof. Guía

## DEDICATORIA

*A mi madre, Marisela Isturiz, que con su apoyo  
incondicional bendice cada uno de mis pasos.*

*A mi padre, Rigoberto Castro, cuya sabiduría me ha  
enseñado a lograr cada meta con excelencia.*

*A ellos, con amor infinito, dedico este y todos los logros que  
la vida me permita. . .*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme el don de la perseverancia. A mi segunda casa, la EIE. A María Auxiliadora, por su incondicional ayuda siempre que la necesité, como tu ninguna Mari. A mis ángeles guardianes: mi abuelo Luis Manuel, y mi amado Pablo.

Agradezco infinitamente a mi mamá por ser mi fuerza, mi guía, mi ejemplo y ¡mi más grande amor! Cada logro es por y para ti, mamá. A mi papá, no tengo palabras para agradecerte que seas el ¡mejor del mundo! Gracias por ser mi tutor, por creer en mí como solo tú lo haces y por brindarme seguridad en cada paso que doy.

A mis nitos, Boris y Alberti, que a pesar de la distancia, yo sé que Uds. están orgullosos de esa hermanita que hace un par de años todavía paseaban en una caja de cartón... A mi hermano Willburg, gracias por brindarme la oportunidad de tener esta primera experiencia laboral. Y a todo el grupo de Wimac, por estos 6 meses juntos.

Gracias a ti mi lindo, por ser mi complemento, por estar conmigo y para mí en estos 6 años que tenemos juntos, por apoyarme en cada decisión de mi vida, brindarme los momentos más felices y por enseñarme que nunca se puede dejar de ser optimista... Gracias por ser mi motivación Walter.

A mi 2da madre Yulima y a Angel, por consentirme como lo hacen. A mi familia Vilorio, quienes han sido testigos de la evolución de este trabajo. A mi hermosa Lisette, ejemplo de madre, amiga y mujer.

A mi Sito, que como buen ingeniero siempre tiene las mejores palabras para mí. A Joanita, gracias por ser mi hermana desde y por siempre. A mi miga bella, por su compañía durante mucho tiempo a clases. A Monic, que día a día observó mi evolución en esta tesis y más de una vez fue mi tutora y mi apoyo. A mi maneta, mi causa y mi niño ¡los más fieles hoy y siempre! a Ale Finol, a Vic, al mormoncito, a Bonet (ahora en combo con Shantal), a Emma, Sonita, Tin y a todos los que crecieron junto a mí en la UCV. A todos los profesores que impartieron sus conocimientos en mí, gracias.

**Castro I., Astrid M.**

**DISEÑO DE UN AULA INTERACTIVA UTILIZANDO  
TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA SALA DE  
ENTRENAMIENTO DE LA CORPORACIÓN WIMAC SYSTEMS,  
C.A.**

Profesor Guía: Ing. Ricardo Santana. Tutor Industrial: Ing. Fernando Giolitti. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Corporación Wimac Systems, C.A. Trabajo de grado. 2013. 117 h. + anexos.

**Palabras Claves:** Aula interactiva, Red de Área Local, Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

**Resumen.** Para realizar este diseño, se comenzó por generar un levantamiento de información que permitiese definir la necesidad de la Corporación Wimac Systems, C.A. ante la falta de un aula abastecida de tecnologías digitales para la realización de cursos de formación corporativa en materia de Desarrollo de Software, siendo este uno de los servicios ofrecidos a sus clientes. Además, se hizo un estudio del mercado actual para conocer las normativas de los diferentes proyectos de aulas interactivas implementados a nivel mundial, lo cual permitió definir los equipos de hardware y el software de gestión aptos para esta propuesta. Luego, se dimensionaron los servicios, el ancho de banda, el tipo de acceso a los recursos digitales del aula, las topologías lógica y física, entre otras características de la red interna que permitiese la conectividad entre los usuarios beneficiados con el sistema, todo ello garantizando la optimización de los recursos y la infraestructura tecnológica actual en la empresa. Por último, se realizó la integración de hardware y software de la solución ofrecida y se mencionaron las consideraciones que se deben tener en cuenta para garantizar la continuidad operativa del aula digital interactiva en la sala de entrenamiento de la Corporación Wimac Systems, C. A.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....                                                    | III |
| DEDICATORIA.....                                                                 | IV  |
| AGRADECIMIENTOS.....                                                             | V   |
| RESUMEN.....                                                                     | VI  |
| ÍNDICE GENERAL .....                                                             | VII |
| LISTA DE TABLAS .....                                                            | IX  |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                           | XI  |
| LISTA DE ACRÓNIMOS.....                                                          | XII |
| INTRODUCCIÓN .....                                                               | 15  |
| CAPÍTULO I.....                                                                  | 17  |
| EL PROYECTO .....                                                                | 17  |
| 1.1.Planteamiento del problema.....                                              | 17  |
| 1.2.Justificación .....                                                          | 18  |
| 1.3.Alcance del proyecto.....                                                    | 19  |
| 1.4.Objetivos.....                                                               | 19  |
| CAPÍTULO II .....                                                                | 21  |
| MARCO TEÓRICO.....                                                               | 21  |
| 2.1.Tecnologías digitales usadas en aulas interactivas .....                     | 21  |
| 2.2.Periféricos del aula interactiva.....                                        | 23  |
| 2.3.Estudio de mercado (estado del arte) .....                                   | 31  |
| 2.4.Tablas comparativas de los periféricos del aula .....                        | 33  |
| 2.5.Consideraciones de diseño y desarrollo de aulas de clase en la actualidad .. | 38  |

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 2.6.Red de datos LAN.....                             | 41         |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>                              | <b>60</b>  |
| AULA INTERACTIVA EN WIMAC .....                       | 60         |
| 3.1.Requerimientos mínimos .....                      | 61         |
| 3.2.Selección de los periféricos del aula.....        | 64         |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>                              | <b>80</b>  |
| RED DEL AULA INTERACTIVA EN WIMAC .....               | 80         |
| 4.1.Servicios ofrecidos.....                          | 83         |
| 4.2.Acceso.....                                       | 85         |
| 4.3.Ancho de banda.....                               | 89         |
| 4.4.Entorno físico de la red .....                    | 91         |
| 4.5.Elección de cableado y velocidad de la red .....  | 94         |
| 4.6.Entorno lógico de la red.....                     | 95         |
| 4.7.Elección y configuración de los dispositivos..... | 101        |
| 4.8.Continuidad operativa de la red .....             | 105        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                              | <b>108</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                           | <b>109</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                | <b>110</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                              | <b>114</b> |
| <b>GLOSARIO .....</b>                                 | <b>116</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                   | <b>118</b> |



## LISTA DE TABLAS

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA 1: TIPOS DE PDI .....                                       | 25 |
| TABLA 2: TIPOS DE COMPUTADOR.....                                 | 26 |
| TABLA 3: TIPOS DE PROYECTOR .....                                 | 27 |
| TABLA 4: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SOFTWARE DE LA PDI.....       | 29 |
| TABLA 5: COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE COMPUTADOR .....            | 34 |
| TABLA 6: COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE PROYECTOR .....             | 34 |
| TABLA 7: COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE LA PDI.....                 | 35 |
| TABLA 8: COMPARACIÓN DE MODELOS DE TABLETA INTERACTIVA.....       | 36 |
| TABLA 9: COMPARACIÓN ENTRE ARMARIOS DE CARGA DE PORTÁTILES .....  | 36 |
| TABLA 10: COMPARACIÓN DE SOFTWARE DE CONTROL DE ESTUDIOS .....    | 37 |
| TABLA 11: COMPARACIÓN DE SOFTWARE DE CONTENIDOS .....             | 38 |
| TABLA 12: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CABLE COAXIAL .....          | 43 |
| TABLA 13: TIPOS DE PAR TRENZADO.....                              | 43 |
| TABLA 14: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PAR TRENZADO .....           | 45 |
| TABLA 15: TIPOS DE FIBRA ÓPTICA .....                             | 45 |
| TABLA 16: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ESPACIO RADIOELÉCTRICO ..... | 46 |
| TABLA 17: ALGUNOS ESTÁNDARES WI-FI.....                           | 48 |
| TABLA 18: DIRECCIONES IP ESPECIALES.....                          | 57 |
| TABLA 19: REQUERIMIENTOS DE PROYECCIÓN.....                       | 63 |
| TABLA 20: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE SOFTWARE .....                | 64 |
| TABLA 21: ESPECIFICACIONES DE LA PDI DEL AULA .....               | 65 |
| TABLA 22: ESPECIFICACIONES DEL PROYECTOR DEL AULA .....           | 66 |
| TABLA 23: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE MOODLE.....                   | 71 |
| TABLA 24: DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS DE TRABAJO EN WIMAC .....        | 81 |
| TABLA 25: ANCHO DE BANDA .....                                    | 91 |
| TABLA 26: CABLEADO Y VELOCIDAD DE LA RED.....                     | 95 |
| TABLA 27: ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP.....                       | 99 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| TABLA 28: ASIGNACIÓN DE PUERTOS DE CONMUTACIÓN .....  | 100 |
| TABLA 29: CONMUTADORES DE DISTRIBUCIÓN Y ACCESO ..... | 102 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 1: POSIBLES CONEXIONES DE LA PDI CON EL COMPUTADOR .....         | 28  |
| FIGURA 2: CONEXIÓN DEL COMPUTADOR CON EL PROYECTOR .....                | 28  |
| FIGURA 3: RED DE DATOS LAN.....                                         | 42  |
| FIGURA 4: CONEXIÓN DE PAR TRENZADO CON RJ45 .....                       | 44  |
| FIGURA 5: TOPOLOGÍAS DE RED. ....                                       | 49  |
| FIGURA 6: MODELO DE RED JERÁRQUICO .....                                | 51  |
| FIGURA 7: NODOS DE CAPAS TCP/IP .....                                   | 54  |
| FIGURA 8: ACCESO A SERVIDOR WEB .....                                   | 56  |
| FIGURA 9: PARTE DE SUBRED Y HOST DE UNA DIRECCIÓN IP .....              | 58  |
| FIGURA 10: DISEÑO DEL AULA INTERACTIVA .....                            | 61  |
| FIGURA 11: COMPUTADOR DEL AULA. LENOVO NOTEBOOK E49 .....               | 66  |
| FIGURA 12: TABLETA INTERACTIVA DEL AULA. EBEAM INSCRIBE200E PAD.....    | 68  |
| FIGURA 13: ARMARIO DE CARGA DE PORTÁTILES DEL AULA. APLEI ACP0001 ..... | 69  |
| FIGURA 14: INSTALANDO MOODLE EN BLUEHOST (I).....                       | 72  |
| FIGURA 15: INSTALANDO MOODLE EN BLUEHOST (II).....                      | 72  |
| FIGURA 16: INSTALANDO MOODLE EN BLUEHOST (III) .....                    | 73  |
| FIGURA 17: INSTALANDO MOODLE EN BLUEHOST (IV) .....                     | 73  |
| FIGURA 18: DIVISIÓN DE LA RED DE WIMAC. ....                            | 80  |
| FIGURA 19: DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS DE TRABAJO EN WIMAC .....             | 82  |
| FIGURA 20: ACCESO A LA PLATAFORMA DE CONTENIDOS .....                   | 87  |
| FIGURA 21: ACCESO A LA PLATAFORMA DE CONTROL DE ESTUDIOS .....          | 88  |
| FIGURA 22: TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED .....                             | 94  |
| FIGURA 23: TOPOLOGÍA LÓGICA DE LA RED .....                             | 101 |

## LISTA DE ACRÓNIMOS

**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line/ Línea de Abonado Digital Asimétrica.

**ANSI:** American National Standards Institute/ Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

**Bit:** Binary Digit/Dígito Binario.

**Byte:** Unidad digital de información que comprende 8 bits.

**CATV:** Community Antenna Television/ Televisión Por Cable.

**CEPP:** Centro de Estudios en Políticas Públicas.

**COVENIN:** Comisión Venezolana de Normas Industriales.

**CRM:** Customer Relationship Management.

**CSMA/CD:** Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection/ Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones.

**DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol/ Protocolo de Configuración Dinámica de Host.

**EDGE:** Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

**EMI:** ElectroMagnetic Interference/ Interferencia ElectroMagnética.

**FTP:** Foiled Twisted Pair/ Par Trenzado con Pantalla Global ó File Transfer Protocol/ Protocolo de Transferencia de Archivos.

**HTTP:** Hypertext Transfer Protocol/ Protocolo de Transferencia de

Hipertexto.

**ICMP:** Internet Control Message Protocol/ Protocolo de Mensajes de Control de Internet.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers/ Instituto para los Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

**IP:** Internet Protocol/ Protocolo de Internet.

**IT:** Information Technology.

**LAN:** Local Area Network/Red de Área Local.

**LCD:** Liquid Crystal Display / Pantalla de Cristal Líquido.

**LMS:** Learning Management Systems/ Sistema de Gestión de Aprendizaje.

**LPI:** Lines Per Inch / Líneas Por Pulgada.

**MIT:** Massachusetts Institute of Technology/ Instituto Tecnológico de Massachusetts.

**OLPC:** One Laptop Per Child/ Una Computadora portátil por Niño.

**OSI:** Open System Interconnection/ Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos.

**PC:** Personal Computer/ Computador Personal.

**PDI:** Pizarra Digital Interactiva.

**PDIP:** Pizarra Digital Interactiva Portátil.

**PPP:** Point-to-Point- Protocol/ Protocolo de Punto a Punto.

**RFC:** Request For Comments/ Petición De Comentarios.

**SCTP:** Stream Control Transmission Protocol.

**STP:** Shielded Twisted Pair / Par Trenzado Apantallado.

**TCP/IP:** Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

**TDM:** Time-division multiplexing/ Multiplexación por División de Tiempo.

**TI:** Tecnología de la Información

**TIC:** Tecnologías de Información y Comunicación.

**UDP:** User Datagram Protocol/ Protocolo de Datagrama de Usuario.

**UTP:** Unshielded Twisted Pair / Par Trenzado no Apantallado.

**USB:** Universal Serial Bus/Serial Universal de Bus.

**VGA:** Video Graphics Array/ Arreglo de Gráficos en Video.

**VHF:** Very High Frequency/ Muy Alta Frecuencia.

**VLAN:** Virtual Local Área Network/ Red Virtual de Área Local.

**VLSM:** Variable Length Subnet Mask /Enrutamiento con máscara variable.

**VPN:** Virtual Private Network/ Red Virtual Privada.

**WAN:** Wide Área Network/ Red de Área Amplia.

**Wi-Fi:** Wireless Fidelity.

**WLAN:** Wireless Local Area Network.

## INTRODUCCIÓN

Corporación Wimax Systems, C.A. o Wimax, es una empresa venezolana integradora de soluciones que fue fundada en el año 2006. Desde entonces, ha adquirido una amplia experiencia en soluciones de negocio de TIC (Tecnologías de Información y Comunicación). Su equipo multidisciplinario y profesional posee amplia experiencia técnica para soluciones automatizadas de negocio, todos responsables y abocados a la consecución de las metas y objetivos estratégicos propuestos por Wimax. Adicionalmente, ofrecen servicios de Desarrollo de Software, los cuales pueden ser totales o parciales según las necesidades de cada cliente y cubren todo el ciclo desde el análisis para la identificación de necesidades, hasta la entrega llave en mano de proyectos [1].

A finales del año 2012 se inició un proceso de entrenamiento al personal del departamento de Desarrollo de Software. La frecuencia de los mismos es baja y depende directamente del tipo de proyecto a implementar, es decir, si se tiene el conocimiento técnico previo, no se efectúa un entrenamiento. Este método es ineficiente ya que no siempre los programadores están al mismo nivel de conocimiento, lo cual retrasa el proceso. En función de eso, se tiene la necesidad de contar con un centro de formación corporativa cuyo pensum de estudios sea estructurado de manera tal que se dicten cursos constantemente, asegurando una buena capacitación para cada desarrollador.

Este proyecto tiene como meta, el diseño de un aula digital interactiva que contemple dos partes importantes de un sistema tecnológico. La primera parte establece los periféricos que permiten al usuario sentirse atraído con un espacio de enseñanza-aprendizaje diferente, donde se pueda crear y/o adquirir contenido digital para luego ser guardado, compartido y re-utilizado. Por otro lado, la segunda parte se

refiere al diseño de una red local que les brinde acceso a los recursos digitales del aula.

El documento a presentar a continuación está compuesto por 5 capítulos. En el capítulo I se establecen los objetivos y la problemática que motivó el desarrollo de este trabajo con su respectivo alcance. En el capítulo II se desarrollan los conocimientos previos necesarios para la comprensión del proyecto. En el capítulo III se mencionan los requerimientos mínimos establecidos para el desarrollo de este proyecto y se seleccionan los periféricos que formaran parte de la propuesta. El capítulo IV muestra el procedimiento que se siguió en el diseño de una red para el aula interactiva, cuya arquitectura se anexa al presente documento. Y por último, se muestran las conclusiones y recomendaciones generadas a partir de la propuesta final.



# **CAPÍTULO I**

## **EL PROYECTO**

### **1.1.Planteamiento del problema**

Desde la prehistoria, el ser humano se ha preocupado por desarrollar métodos que le permitan difundir sus conocimientos a sus semejantes y a futuras generaciones como condición básica para su adaptación y sobrevivencia al medio físico. El proceso mediante el cual ocurre esa transmisión de información se denomina enseñanza y, junto a un cambio evolutivo en la humanidad, se ha visto afectada (para bien o no) por el uso de recursos pedagógicos que intervienen en el proceso con una finalidad establecida.

Cabría calificar de interminable la avalancha de iniciativas empresariales, políticas educativas, etc., que una y otra vez insisten en la mejora de la enseñanza respaldada por la presencia de las tecnologías en las aulas. Es por ello que el área de Planificación de Proyectos de la Corporación Wimac Systems, tomó la decisión de desarrollar un proyecto factible, que permita abastecer de recursos tecnológicos a cualquier espacio destinado a la enseñanza, tomando en cuenta la necesidad específica de cada uno de ellos para brindarles la mejor solución. Sin embargo, por ser de gran envergadura, se decidió parametrizarlo en función de la necesidad específica que presenta la empresa mediante el diseño de una solución adaptada a sus requerimientos.

En este sentido, la sede de Wimac ubicada en Macaracuay, tiene en su oficina 8-A una Sala de Entrenamientos que requiere el diseño de un aula interactiva,

que abarque desde los periféricos a utilizar por los usuarios dentro de la misma hasta la adecuada infraestructura de red que, en la medida de lo posible, aproveche la ya existente.

En base a lo antes planteado y buscando obtener información necesaria para el diseño satisfactorio del proyecto, se plantean las siguientes interrogantes: ¿Es posible, considerando las dimensiones del aula, diseñar un entorno educativo digital interactivo?, ¿Es factible hacer la propuesta de diseño con tecnología de última generación?, ¿Es necesario modificar la infraestructura de red actual en el aula donde se realizará el diseño?

## **1.2. Justificación**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se están consolidando como un nuevo instrumento necesario en el proceso educativo. Uno de estos recursos es la Pizarra Digital Interactiva (PDI), que puede servir de puente entre la pizarra tradicional y las nuevas tecnologías; más aún, cuando se acompaña este recurso con un software especializado para el profesor y el alumno, una red de datos, un computador para cada participante, acceso a Internet, entre otros elementos que pueden formar parte del aula interactiva.

Con un diseño de aula que incluya estas herramientas digitales, se optimizaría el desarrollo de los cursos de formación corporativa en Wimax, reduciendo el esfuerzo y tiempo invertido en la preparación previa a cada sesión y brindando la posibilidad de grabar, imprimir y reutilizar las clases dictadas.

Para llevar a cabo la propuesta, se estudiarán las condiciones necesarias de diseño a fin de formular la mejor solución de aula interactiva en la empresa. Del mismo modo, se analizarán cuáles son los equipos necesarios para el diseño y se

determinará si es posible conseguir una cobertura óptima de la red inalámbrica tomando como referencia la cantidad de usuarios que estarán conectados a ella durante los entrenamientos. Es importante señalar, que la selección correcta de los equipos, como resultado de un estudio eficaz de las condiciones de los mismos, se traduce en ahorro de dinero evitando así posibles compras innecesarias y maximización del proceso de enseñanza.

### **1.3.Alcance del proyecto**

Se hará una selección de equipos con base en la necesidad específica de Wimax, garantizando que los mismos cuenten con tecnología de punta o al menos la más factible para el diseño. Además, se propondrá la plataforma educativa a utilizar que garantice la optimización de los recursos actuales de la misma. Por otro lado, se detallará la infraestructura de una red de datos para permitir conectividad entre los usuarios del aula y hacia Internet, todo esto especificando las topologías física y lógica, el cableado, las velocidades en los enlaces, entre otros aspectos necesarios para caracterizar una red. Por último, se hará una propuesta que incluya la configuración de los periféricos del aula interactiva y la arquitectura de red antes mencionada.

### **1.4.Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar un aula interactiva utilizando tecnologías digitales en la sala de entrenamiento de la Corporación Wimax Systems, C. A.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Realizar un levantamiento de información general que permita conocer los requerimientos de la empresa para diseñar la propuesta de aula interactiva.
2. Seleccionar a partir de un estudio documental, las tecnologías digitales que se involucraran en el diseño del aula interactiva.
3. Recopilar información sobre diferentes modelos de aulas interactivas y sus normativas.
4. Dimensionar los requerimientos de red (tanto de Internet como de la Intranet), para llevar a cabo la propuesta.
5. Seleccionar el software de gestión a utilizar.
6. Determinar los equipos a utilizar en función de sus características técnicas.
7. Establecer la configuración de los equipos.
8. Generar la propuesta final.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Tecnologías digitales usadas en aulas interactivas**

La incorporación de tecnologías digitales en las aulas interactivas se refiere al equipamiento que permite reducir la brecha digital en paralelo con el proceso educativo tradicional.

“Si bien no se dispone de censos recientes sobre equipamiento tecnológico escolar, los estudios disponibles señalan que las políticas de equipamiento están teniendo efectividad en la introducción de computadoras en las escuelas. Programas como la Campaña Nacional de Alfabetización Digital, promovieron en la última década la dotación de laboratorios o gabinetes informáticos en las escuelas” [2].

La implementación de estas tecnologías a nivel mundial ha pasado por diferentes etapas y estrategias, desde introducir cursos referidos a los avances tecnológicos e informáticos hasta implementar aulas interactivas donde el manejo de la información es completamente digital.

Entre las primeras estrategias de equipamiento se encuentra la del 1 a 1, que consiste en la entrega de una computadora para cada estudiante y también para cada docente. “Esta es la estrategia que está teniendo más apoyo en los últimos tres años, a partir de la aparición del proyecto One Laptop Per Child (OLPC), desarrollado por Nicholas Negroponte y el equipo del MIT que produjo laptops económicas y de fácil acceso para toda la población, y que fue seguido por iniciativas similares de grandes empresas del campo de la informática... Este programa luego fue acompañado por un software, Aula 1 a 1, que fue pensado como un recurso para tareas escolares que los

alumnos realizan en sus casas, y en ese sentido, hace una especie de ‘suplencia’ del maestro en los momentos en que los mismos no están en la escuela” [2].

Sin embargo, este programa comenzó a tener efectos negativos en los estudiantes debido a la individualización que les genera tanto a ellos como al profesor, aprender mediante la computadora. Es por esto que surgió una nueva idea: trabajar con computadoras y con una pantalla centralizada. Es así como aparece la llamada pizarra electrónica o pizarra digital interactiva, definida como una tecnología que permite la interacción entre dinámicas individuales y pantalla común [2]. Esta pizarra, con una proyección y una conversación estructurada en forma colectiva, es capaz de permitir un proceso pedagógico que no caiga ante las presiones de la individualización del conocimiento y del pensamiento.

A partir de ahí, surgieron ideas alternativas a las de las Aulas 1 a 1 para los profesores que no quisieran implementar al 100% estas tecnologías digitales en las mismas. Entonces aparecen los “carritos portátiles”, que contaban con un número de computadores portátiles con conexión Wi-Fi, además de estar equipado con una pantalla interactiva portátil y otros periféricos a gusto de los docentes. De esta manera, se podía escoger entre el uso de la tecnología en clase y el ambiente tradicional.

Cabe mencionar que en los últimos años, las políticas de equipamiento de tecnologías digitales en las aulas han estado acompañadas de estrategias para garantizar la conectividad y el mantenimiento de las mismas. La rapidez con la que avanzan las Tecnologías de Comunicación e Información (TICs), donde crecen continuamente los métodos de acceso a “la nube”, ayuda a que estas nuevas implementaciones sean posibles. Es por esto que ya no se trata solo de los equipos periféricos de uso en el aula, sino también de brindar un medio de conexión a redes

de datos que permita la utilización de plataformas educativas tanto dentro como fuera del aula de clase.

Entonces, a efectos de este proyecto, se define Aula Interactiva como un sistema de formación que utiliza tecnologías digitales para transformar el proceso de aprendizaje, haciéndolo muy eficiente en términos de tiempo y muy efectivo en términos de resultados.

Este sistema, cuenta con los más vanguardistas recursos tecnológicos orientados a la educación para cubrir las necesidades actuales de la sociedad, ya que, además de contar con los periféricos adecuados para el desarrollo del proceso de enseñanza (pizarra interactiva, proyector, ordenador para cada participante, software de gestión, entre otros), también cubre el diseño de una red que permita a los usuarios acceder a los recursos del aula a nivel de software y mantenerse interconectados.

## **2.2.Periféricos del aula interactiva**

Equipos de hardware y software de gestión comunes en aulas interactivas.

### **2.2.1. Pizarra Digital Interactiva (PDI)**

“Los primeros datos sobre el empleo de la pizarra datan del siglo XVIII. Es, en la actualidad, el recurso didáctico más empleado en los diferentes ámbitos educativos. Su presencia es un sinónimo de aula o local docente, y la larga tradición de su uso la convierten en un recurso indispensable. Es fácil de usar y muy pocos docentes pueden prescindir de ella” [3].

Las Tecnologías de Información han penetrado el mundo de la pizarra y han contribuido con nuevas posibilidades de expresión a las mismas.

“El concepto de pizarra electrónica no es más que la proyección de imágenes generadas en un sistema de presentación a través de un proyector multimedia” [2]. Siendo así, la Pizarra Interactiva consiste en la combinación de tres elementos básicos que son: computador, proyector y superficie que puede incluir la tecnología de forma interna o no; y cuya diferencia respecto a las digitales reside en la “I” de Interactiva, ya que esta tecnología permite controlar, crear y modificar con un puntero, o inclusive con el dedo, cualquier recurso digital que se proyecta sobre ella. Asimismo, cualquier anotación o modificación puede ser preservada, y posteriormente imprimida y distribuida.

Para que estos elementos cumplan sus funciones, deben existir los medios de conexión entre la superficie de proyección, el proyector y el computador, así como el software específico para la elaboración de materiales didácticos.

Asimismo, dentro de las PDI se encuentran las PDIP (Pizarra Digital Interactiva Portátil), cuya diferencia con las PDI de gran formato es que pueden transportarse fácilmente a cualquier lugar utilizando como superficie de proyección cualquier pizarra convencional o pared rígida y lisa. Ambos tipos de pizarra puede conectarse a otros periféricos por cable o radiofrecuencia, según sus características propias.

#### 2.2.1.1. Tipos de PDI

Se clasifican según su tecnología.



**Tabla 1:** Tipos de PDI

| Tipos de PDI                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tecnología integrada en la superficie de la pizarra                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     | Tecnología externa a la pizarra                                                                                                                                                                                                             | Tecnología integrada en el proyector                                                                                                                                                          | Otras tecnologías                                                                                            |
| Resistiva                                                                                                                                                                                   | Electromagnética                                                                                                                                                                                                         | Óptica                                                                                                                                                                              | Infrarrojos + ultrasonido                                                                                                                                                                                                                   | Infrarrojos                                                                                                                                                                                   | Pantalla LCD táctil                                                                                          |
| Superficie compuesta por dos membranas (interior y exterior). Al hacer presión entre esas dos capas se genera una variación de resistencia eléctrica que permite la localización del punto. | Requiere de un puntero electrónico. La superficie contiene un mallado por la parte de atrás de la pantalla. Cuando el puntero hace presión emite una onda electromagnética que le permite a la malla localizar el punto. | Tienen un marco de emisores y receptores de luz infrarroja alrededor de la pizarra. Cuando se hace el toque con la mano o puntero, se encuentra el punto a modo de coordenadas X-Y. | Cuando el marcador entra en contacto con la superficie de la pizarra, este envía simultáneamente una señal ultrasónica y otra de tipo infrarrojo para el sincronismo. Los receptores reciben las señales y calculan la posición del puntero | Cuando el lápiz entra en contacto con el tablero, se emite una luz infrarroja que permite el rastreo de la imagen por parte de la cámara, de la misma forma que lo hace un mouse inalámbrico. | El contacto con la pantalla es percibido por dos cámaras ópticas y luego se puede visualizar en la pantalla. |

*Fuente: “propia”.*

#### 2.2.1.2. Componentes de la PDI

Representan los elementos básicos de la pizarra interactiva.

##### 2.2.1.2.1. Computador

El trabajo se realizará siempre con el contenido que hay en su pantalla, pero en una dimensión mayor para que pueda ser apreciado por grupos de personas. La condición es que su sistema operativo sea compatible con el software de la PDI para garantizar integración [4]. Hay muchos términos para describir estos equipos. Las especificaciones en su mayoría se refieren al tamaño, al uso esperado y/o a la capacidad del mismo. La tabla 2 muestra los tipos más comunes; sin embargo, para conectarse con la PDI en el aula necesitan como mínimo tener un puerto USB y ser de fácil movilidad, por lo que solo se toman en cuenta el portátil y el Tablet PC.

**Tabla 2:** Tipos de computador

| Tipos de computador                                                                                                                 |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sobremesa                                                                                                                           | Portátil                                                                                                                                                                | Tablet PC                                                                                                                                                                                                                         | Servidor                                                                                                                |
| Diseñado para ser colocado de forma permanente sobre un escritorio. Consta de la unidad central, el monitor, el ratón y el teclado. | Tienen en su reducido tamaño su mayor ventaja. Su gran movilidad y alta potencia les han hecho muy populares. Su principal inconveniente es su autonomía (4 o 5 horas). | Es un híbrido que cuenta con multitud de ventajas, se puede escribir en su pantalla utilizando un lápiz especial de forma que reconozca la escritura. Además de todo es posible separar la pantalla, lo que lo hace más versátil. | Es un ordenador que ha sido optimizado para proveer de servicios a otros ordenadores sobre una red local o de internet. |
|                                                  |                                                                                      |                                                                                                                                               |                                    |

*Fuente: “propia”.*

#### 2.2.1.2.2. Proyector

Es el encargado de mostrar la imagen de la pantalla del computador en grandes dimensiones.

**Tabla 3:** Tipos de proyector

| <b>Tipos de proyector</b>                                        |                                                                |                                                        |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>“Tiro normal”</b>                                             | <b>“Tiro corto”</b>                                            | <b>“Tiro ultra corto”</b>                              |
| De 3 o 4 metros de distancia mínima entre la lente y la pantalla | Menos de 1,5 metros de distancia entre la lente y la pantalla. | De 15 a 80cm de distancia entre la lente y la pantalla |

*Fuente: “propia”.*

Hay que tener en cuenta las lentes que equipan al proyector. Los mejores equipos son aquellos que permiten la utilización de lentes intercambiables, de esa manera se puede convertir un proyector de “tiro normal” en uno de “tiro corto” con solo cambiar de lentes.

#### 2.2.1.2.3. Superficie de proyección

Es la pantalla que soporta los contenidos proyectados. Algunas permiten manejar los elementos proyectados con un lápiz y otras con el mismo dedo (dependerá siempre del modelo y el fabricante). “Podremos interactuar con todo lo que tengamos en el ordenador, así como con lo que encontremos en la red” [4]. Este componente puede ser de dos maneras: la propia PDI de gran formato, sea cual sea su tecnología, o una superficie lisa y rígida si es una PDI portátil.

#### 2.2.1.2.4. Medios de conexión

Sirven para comunicar el proyector con el computador y la PDI.

**Conexión de la PDI con el ordenador:** La PDI se puede conectar de manera cableada o mediante conexión inalámbrica. En caso de ser cableada, se realiza la conexión a través de uno de los puertos USB del computador. Si es inalámbrica, puede ser mediante identificación por radiofrecuencia o bluetooth.



**Figura 1:** Posibles conexiones de la PDI con el computador

*Fuente: “<http://html.rincondelvago.com/usb.html>”.*

**Conexión del ordenador con el proyector:** Generalmente se logra con un cable VGA conectado a los puertos VGA tanto del ordenador como del proyector.



**Figura 2:** Conexión del computador con el proyector

*Fuente: “Conceptos y funcionalidades básicas de la PDI”.*

Los últimos modelos de proyectores tienen muchas más funcionalidades, entre estas la conexión de hasta cuatro computadores al mismo tiempo por medio de una red LAN. Como también, la conexión de varios proyectores en distintas salas para proyectar la misma imagen desde un computador remoto a través de la red LAN, e incluso manejar dicho computador a través de dispositivos inalámbricos como teclado y ratón.

#### 2.2.1.2.5. Software propio de la PDI

Gestiona la comunicación entre el computador y la PDI. Debe ser compatible con el sistema operativo del computador.

**Tabla 4:** Requerimientos mínimos del software de la PDI

| Software de la PDI                           |
|----------------------------------------------|
| Características                              |
| Barra de herramientas                        |
| Crear perfiles de usuario                    |
| Grabar actividades                           |
| Escribir e integrarse con otras aplicaciones |
| Escritura sobre imagen o video               |
| Conversión de escritura manual a texto       |
| Utilizar un teclado virtual en pantalla      |
| Envío de correo electrónico                  |
| Idiomas                                      |
| Formato de salida                            |
| Plantillas e imágenes                        |
| Posibilidad de usar recursos propios         |
| Posibilidad de crear plantillas propias      |

*Fuente: “propia”.*

#### 2.2.2. Software de Gestión Educativa

El término “educación a través de la Red”, ha recurrido a herramientas estandarizadas, o de desarrollo propio, para llevar a cabo la interacción entre los diversos participantes en el proceso (profesores, alumnos, supervisores, tutores, encargados de administración, etc.); dichas herramientas son conocidas en inglés como Learning Management Systems o LMS y ofrecen a los alumnos un entorno cerrado y controlado en el que las instituciones académicas pueden establecer elementos correspondientes a funciones, tales como foros de participación, herramientas de retroalimentación, módulos educativos de contenidos, mecanismos de comunicación, etc., intentando proporcionar un ambiente lo más uniforme y familiar posible [5].

“A principios de 2008, el panorama de la educación a través de la Red reflejaba un fuerte predominio de una plataforma LMS denominada Blackboard. Frente a este predominio, otra herramienta, Moodle, basada en software de código abierto, se planteaba como alternativa interesante fundamentalmente debido a su mayor flexibilidad y menor coste” [6].

Según José Sánchez (2009), las plataformas deben poseer unas aplicaciones mínimas que se pueden agrupar en [7]:

- Herramientas de distribución de contenidos. Para el profesorado debe proveer un repositorio de contenidos, de distintos formatos y que se pueden organizar de forma jerarquizada.
- Herramientas de comunicación y colaboración síncronas y asíncronas para que los participantes de una actividad formativa puedan comunicarse y trabajar en común: foros de debate, salas de chat, mensajería interna, wikis, etc.
- Herramientas de seguimiento y evaluación.
- Herramientas de administración y asignación de permisos, que posibiliten asignar perfiles dentro de cada curso, controlando el acceso, etc.
- Herramientas complementarias (portafolio, block de notas, sistemas de búsquedas de contenidos del curso y/o foros.)

Por otro lado, M González (2003) establece que los aspectos más importantes a tener en cuenta en la elección de una plataforma son [7]:

- Compatibilidad tecnológica y posibilidades de integración, es decir, sin restricciones en cuanto a sus posibilidades de adaptación con cualquier sistema operativo, base de datos, navegador de Internet, servidor web, etc.
- Rapidez en el proceso de implantación.

- Compatibilidad con los estándares internacionales. Se refiere a la posibilidad de que la plataforma en cuestión cumpla con los estándares internacionales AICC, IMS, SCORM, etc.
- Integración de herramientas de administración y gestión. Una plataforma debe contar con herramientas propias de administración y gestión de todos los recursos que en dicho sistema se integran.
- Desarrollo de contenidos y cursos. Debe integrar las herramientas necesarias para construir un curso de formación en línea.

### 2.3. Estudio de mercado (estado del arte)

A la fecha más de 70 países han incorporado este mecanismo. Algunos casos de implementación de aulas interactivas:

**España:** El programa nacional Escuela 2.0, implantado en septiembre de 2009, trata de generalizar el acceso al equipamiento y contenido digital desde todos los centros educativos, para integrar las TIC en la vida escolar. Consiste en el suministro de una pizarra digital interactiva, conexión inalámbrica y un portátil a cada alumno. Además, se proporciona formación a los docentes de acuerdo a su nivel de competencia [7].

**Argentina:** Las destrezas del 1 a 1 vienen implementándose en algunas experiencias masivas, con la compra de periféricos para las escuelas rurales, además de la capacitación a los docentes en el uso del software y la inversión en infraestructura de red (sobre todo ligada a la conectividad) [8].

Según el informe evaluativo realizado por el CEPP en 2009 “las principales dificultades que se encuentran dentro del aula son: la inestabilidad en la conectividad –que obstaculiza el trabajo simultáneo y acompasado de todo el grupo–, la falta de

capacitación de docentes, su falta de familiaridad con esta nueva herramienta, y la dificultad de incorporar su utilización en trabajos pedagógicos y no como algo distinto al estudiar” [8].

**Reino Unido:** La introducción de las pizarras interactivas ha sido exitosa porque suelen reforzar un rol dominante del docente y una continuidad con el método frontal. “En ese sentido, son varios los analistas que dicen que su poder transformador no es muy grande, ya que termina siendo apropiado y readaptado por las dinámicas habituales del docente; en algún sentido, se observa que el docente replica su forma de trabajo tradicional aunque cuente con un recurso digital mucho más versátil que el pizarrón tradicional” [8].

**Venezuela:** Durante el año escolar 2012-2013, se instalaron pizarras interactivas de tecnología canadiense dentro de un total de 8 escuelas, beneficiando con este proyecto a 1323 estudiantes del Estado Monagas. Por otro lado, se han entregado más de 2 millones 600 mil computadoras con sistema operativo libre llamado Canaima a estudiantes de todos los niveles educativos en el país [9].

En cuanto a las plataformas de educación utilizadas en Europa [7]:

**Moodle:** es la más extendida. Se menciona en Suiza, Suecia, Bélgica, Austria (demandada ampliamente dentro de un programa llamado Edumoodle), España, Eslovenia y República Checa.

**Smartschool:** es la más utilizada en Bélgica y algunos centros también usan las gratuitas Moodle y Dokeos.

**Educanet:** ofrecida por el Servidor Educativo Suizo, es la plataforma extendida entre los centros, pero en las universidades se usa eduhub y, aunque menos, también son utilizadas Moodle, BSCW e Ilias.



**PuntoEdu y Sulinet:** son los entornos facilitados por las autoridades de Italia y Hungría, respectivamente.

Evaluando el caso de Venezuela, la plataforma Akademia, desarrollada por ingenieros venezolanos, ofrece un servicio web de gestión escolar que promueve la integración de la comunidad educativa y simplifica la gerencia de un colegio mediante el uso de tecnología innovadora [10].

“Por otro lado, existen aproximadamente 200 sitios web de particulares e instituciones educativas públicas y privadas en Venezuela que utilizan Moodle. La gran mayoría de las universidades venezolanas la han adoptado como la plataforma para el desarrollo de la educación a distancia, con la excepción de algunos casos particulares como la Universidad Central de Venezuela (FácilWeb y UCVWeb)” [11].

#### 2.4.Tablas comparativas de los periféricos del aula

A partir del estudio de mercado, se estableció una comparación entre diferentes modelos de los recursos que son capaces de cubrir los requerimientos mínimos establecidos en este proyecto para luego hacer la selección en función de sus parámetros técnicos.

##### 2.4.1. Hardware

Se tomaron en cuenta, en la mayoría de los casos, productos ofrecidos directamente por los fabricantes debido a las relaciones de Wimax con el mercado internacional.

## - Computador

**Tabla 5:** Comparación entre modelos de computador

| <b>Computador</b>             |                     |                      |                        |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Modelo</b>                 | <b>Toshiba C845</b> | <b>Toshiba L745</b>  | <b>Lenovo E-49</b>     |
| Procesador                    | Core i3/2,2GHz      | Core i3/2,30 GHz     | Core i3/2,4GHz         |
| Memoria RAM                   | 4GB                 | 4 GB                 | 4GB                    |
| Disco                         | 500GB               | 640 GB               | 500GB                  |
| Pantalla                      | 14"                 | 14"                  | 14"                    |
| Tarjeta de gráfica            | Si                  | Si                   | Si                     |
| Unidad óptica                 | Si                  | Si                   | Si                     |
| Puerto USB y VGA/XVGA         | Si                  | Si                   | Si                     |
| Conectividad Ethernet y Wi-Fi | Si                  | Si                   | Si                     |
| Sistema Operativo             | Windows 8           | Windows 7 Home Basic | Windows 7 professional |

*Fuente: "propia".*

## - Proyector

**Tabla 6:** Comparación entre modelos de proyector

| <b>Proyector</b>        |                                   |                |                        |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------|
| <b>Fabricante</b>       | <b>Sichuan Dowlab Electronics</b> | <b>IPBoard</b> | <b>BenQ</b>            |
| Modelo                  | UC88                              | IPBoard        | MX613ST                |
| Brillo (lúmenes)        | 1200                              | 2600           | 2800                   |
| Resolución              | XGA (1024*768)                    | XGA (1024*768) | XGA (1024*768)         |
| Tiro corto              | Si                                | Si             | Si                     |
| Distancia de proyección | 1-4metros                         | 1-4metros      | 1-4metros              |
| Aspecto                 | 4:3/ 16:9                         | 4:3/ 16:9      | 4:3 /16:9              |
| Fuente de alimentación  | 220V                              | 220V           | 100 a 240V AC. 50/60Hz |

*Fuente: "propia".*

- Pizarra Digital Interactiva

**Tabla 7:** Comparación entre modelos de la PDI

| Pizarra fija                  |                            |                          |         |                    |                                         |                       |                    |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------|--------------------|-----------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Fabricante                    | IPBoard                    |                          |         | IE Interactive     | iBoard                                  | HiTouch               | PKLNS              |
| Tecnología                    | Óptica                     | Electromagnética         |         | Óptica             | Óptica                                  | Óptica                | Electromagnética   |
| Área de proyección            | 84"                        | 85"                      | (77")*2 | 82"                | 82"                                     | 86"                   | 83"                |
| Relación radio                | 4:3                        | 4:3                      | 4:3/4:3 | 4:3                | 4:3/16:9                                | 4:3                   | 4:3                |
| Conectividad                  | USB                        | USB                      |         | USB 2.0/RF         | USB 2.0                                 | USB                   | Cable de red / USB |
| Sistema operativo             | Win7/XP<br>Vista/<br>Linux | Win7/XP / Mac /<br>Linux |         | Win7/Mac/<br>Linux | Win7/XP/Vista/<br>Linux/Mac/<br>Android | Win7/XP/Linux/<br>Mac | Win7/XP/Vista      |
| Altavoces                     | Si                         | Si                       |         | Si                 | Si                                      | Si                    | Si                 |
| Proyector de imagen requerido | Si                         | Si                       |         | Si                 | Si                                      | Si                    | Si                 |
| Método de entrada             | Táctil                     | Lápiz electrónico        |         | Táctil             |                                         |                       | Lápiz electrónico  |

*Fuente: "propia".*

- Otros periféricos

**Tableta interactiva**

**Tabla 8:** Comparación de modelos de tableta interactiva

| <b>Tableta interactiva</b> |                               |                                  |                         |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| <b>Modelo</b>              | <b>eBeam inscribe200e Pad</b> | <b>StarBoard WT-1</b>            | <b>IQBOARD IT</b>       |
| Interfaz de transmisión    | 2.4GHz RF                     |                                  |                         |
| Área activa                | 7.8" × 5.9"                   | 8" x 6"                          | 6" x 4"                 |
| Resolución                 | 2000LPI                       | 2000LPI                          | 4000LPI                 |
| Tecnología                 | Electromagnética              |                                  |                         |
| Entrada                    | Puntero electrónico           |                                  |                         |
| Compatibilidad             | Windows 2000/XP/Vista/7       | Windows 2000/XP/Vista/ 7(32bits) | Windows XP/2003/Vista/7 |
| Rango de alcance           | 10m                           | 10m                              | 25m                     |
| Tamaño                     | 10.9" × 11.1" × 0.8"          | 10.4" x 10.9" x 0.9"             | 9,65" x 9,25" x 0.7"    |

*Fuente: "propia".*

**Armario de carga y almacenamiento de portátiles**

**Tabla 9:** Comparación entre armarios de carga de portátiles

| <b>Armario de carga y almacenamiento de portátiles</b> |                     |                      |                      |
|--------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Modelo</b>                                          | <b>HP (QL490AA)</b> | <b>Aplei ACP0001</b> | <b>MDL001-OUTLET</b> |
| Cerradura con llave                                    | Si                  | Si                   | Si                   |
| Apto para portátiles de 14"                            | Si                  | Si                   | Si                   |
| Número de portátiles                                   | 30                  | 10-50                | 24                   |
| Posición portátiles                                    | Horizontal          | Horizontal           | Horizontal           |
| Dimensiones(cm)<br>Ancho*alto*profundidad              | 123,6 x 106,7 x 63  | 90x80x50             | 104 x 92 x 55        |

*Fuente: "propia".*

## 2.4.2. Software

### - Software de control de estudios

Se refiere a una plataforma que permita llevar un control de todos los documentos referentes a cada usuario del aula interactiva, bien sea profesor o estudiante. Para ello se requiere de un software que permita unificar documentos personales como datos de usuario, kardex, constancias de estudio, certificaciones, etc., con el proceso administrativo que conlleva la realización de cursos en la empresa, como por ejemplo facturas de pago de cada usuario, cuentas por cobrar, etc.

**Tabla 10:** Comparación de software de control de estudios

| Software de control de estudios   |          |                                       |              |
|-----------------------------------|----------|---------------------------------------|--------------|
| Características                   | Akademia | Zoho CRM integrada a Zoho facturación | Conexstudios |
| Requiere acceso a Internet        | Si       | Si                                    | Si           |
| Software propietario              | Si       | Si                                    | Si           |
| Nóminas                           | Si       | Si                                    | Si           |
| Expedientes                       | Si       | Si                                    | Si           |
| Proceso de inscripción            | Si       | Si                                    | Si           |
| Datos e historial de usuarios     | Si       | Si                                    | Si           |
| Emisión de facturas               | Si       | Si                                    | Si           |
| Apta para soluciones corporativas | No       | Si                                    | No           |

*Fuente: "propia".*

### - Software de contenidos

Las plataformas educativas son "programas informáticos que llevan integrado diversos recursos de hipertexto y que son configurados por el docente, en

función a las necesidades de la formación, para establecer un intercambio de información y opinión con el discente, tanto de manera síncrona como asíncrona" [7].

Entre las distintas plataformas educativas estandarizadas disponibles en la red se pueden encontrar Claroline, Moodle, Teleduc, Ilias, Dokeos, etc. Entre otras plataformas virtuales no gratuitas se pueden destacar WebCt., FirstClass, Blackboard, etc [7]. Se tomaron en cuenta las más comunes para la comparación.

**Tabla 11:** Comparación de software de contenidos

| <b>Software de contenidos</b>                                        |                    |                                 |                                 |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Características</b>                                               | <b>Edmodo</b>      | <b>Moodle</b>                   | <b>Schoology</b>                |
| Puede ser instalado dentro de la red                                 | No                 | Si                              | No                              |
| Se accede a través de un navegador web                               | Si                 | Si                              | Si                              |
| Es de código abierto                                                 | No                 | Si                              | No                              |
| Alojamiento en servidor de alojamiento web que no sea el propietario | No                 | Si                              | No                              |
| Entorno de uso común                                                 | Educación primaria | Cualquier ambiente de enseñanza | Educación primaria y secundaria |
| Interfaz de red social                                               | Si                 | No                              | Si                              |

*Fuente: "propia".*

## 2.5.Consideraciones de diseño y desarrollo de aulas de clase en la actualidad

Antes de comenzar un diseño, debe existir una serie de normativas o leyes a seguir para que el mismo pueda ser avalado como una solución factible a nivel general. En este caso, por ser el diseño de un aula digital interactiva, se consideraron parámetros como luminosidad, tamaño y distancia de proyección, ergonomía respecto a la pizarra, entre otros.

### Luminosidad y distancia de proyección

La calidad de las señales cada día es mejor, es por ello que los proyectores deben considerar mantener en constante mejora características técnicas como conectividad, calidad de imagen, resolución, tecnología del lente, relación de aspecto, etc. Sin embargo, los aspectos fundamentales antes de elegir este equipo para un diseño específico son la luminosidad y la distancia de proyección.

El nivel de iluminación o luminosidad se define como la medida de la cantidad incidente de luz en un área dada y cuya unidad de medición es el lux [lumen/m<sup>2</sup>]. Por otro lado, la distancia de proyección será la existente entre el equipo que proyecta la imagen y la superficie donde se observa, cuya unidad de medida es el metro [m].

Ley de los cuadrados inversos: “es una ley que establece la relación inversa de la distancia entre la fuente de luz y un fotodetector” [12].

Esta ley establece que cuando la distancia de una fuente de luz (como un proyector) es duplicada, es decir, se lleva al doble de la distancia que se tenía originalmente, la intensidad de iluminación decae en un 75%, lo que implica que la luz percibida en la superficie de proyección será menor a la que originalmente brinda el fabricante del equipo en términos de lúmenes ANSI [13].

Evalutando la forma simple de la ley de cuadrado inverso en fotometría y radiometría para incidencia perpendicular, se obtiene la ecuación (1).

$$E_v = \frac{I_v}{r^2} \quad (1)$$

Fuente: “<http://www.latindex.ucr.ac.cr/ing006/ing006-08.pdf>”

“Esta es la iluminancia  $E_v$  [*lux*] a una distancia  $r$ [*m*] desde una fuente puntual de intensidad  $I_v$ [*lumen*] sobre una superficie perpendicular a la línea entre la fuente puntual y la superficie donde  $E_v$  se mide” [12].

Entonces, al seleccionar el equipo de proyección, no basta con los datos del fabricante, sino que hay que hacer un estudio de las condiciones del aula para garantizar un buen diseño. Para hacer las mediciones correctas de luz en un ambiente como una sala de entrenamientos, se debe utilizar un dispositivo llamado luxómetro.

**Establecer un rango de iluminación de acuerdo a las tareas:** se toma en cuenta porque últimamente un gran número de aulas de clases no cumplen con los parámetros de iluminación normalizados [13].

A fines de este proyecto y según la Norma COVENIN 2249-93 (Iluminancias en tareas y áreas de trabajo, pág. 12), se pudo determinar que la iluminancia en una sala de conferencias debe estar comprendida entre 200 y 500 lux.

### Superficie de proyección

Ahora, tomando en cuenta la superficie de proyección (pizarra), se deben conservar tamaños ergonómicos para que el usuario pueda llegar tanto a la parte superior como inferior con manos o punteros según sea el caso. Si la pizarra es móvil, siempre el proyector debe estar en el mismo chasis para que exista sincronía entre los dos equipos (pizarra y proyector) [13].

Existe una medida estándar para los tamaños de las pizarras interactivas, entre 70” y 100” de diagonal, con lo cual se obtuvo un promedio general de 80” basado en el tamaño estándar de una pizarra tradicional (aproximadamente 1,20 x 2,40m). Así mismo, existe una medida generalizada de la relación de aspecto, que

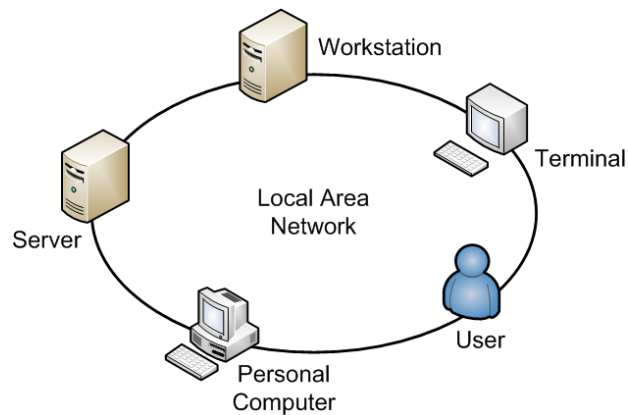


determina la proporción entre el ancho y alto del equipo, suele ser 4:3 o 16:9. Cuando se trata de pizarras portátiles, como son equipos que se adaptan al tamaño de la superficie que generalmente es una pizarra tradicional, existe una ventaja ya que el proyector puede colocarse en relación de aspecto de 16:9 y ganar tamaño en las presentaciones [13].

Otro aspecto importante y poco conocido, es qué tan borrrable es la superficie. La mayoría de pizarras de acrílico son muy brillantes porque son fáciles de borrar. Entonces, mientras más opaca es la pizarra, más probabilidades tiene de quedar manchada si se utiliza marcadores comunes (es menos borrrable). Actualmente se está exigiendo a los proveedores de estas tecnologías que sus nuevos dispositivos presenten índices de opacidad de aproximadamente 3.5 y el de borrado máximo de 5. La mayoría de las PDI fijas son totalmente opacas, por tanto hay que tener cuidado de utilizar marcadores que no sean los que entrega el proveedor. También, si la pizarra es muy brillante, se produce reflejo. Es por esto que se están construyendo nuevas PDI que permitan trabajar con marcadores, que no generen reflejo y además sean económicamente factibles [13].

## 2.6.Red de datos LAN

Una Red de Área Local (o Local Area Network por sus siglas en inglés), se define como la red que “conecta varios computadores, servidores y periféricos en un edificio, una casa, un colegio, universidad, empresa o institución. Las distancias abarcan de 10m a 1km y está formada por equipos activos, cableado y/o conexiones inalámbricas” [14].



**Figura 3:** Red de datos LAN

*Fuente:* “[http://lancore.sourceforge.net/es/thin\\_client\\_faq.html](http://lancore.sourceforge.net/es/thin_client_faq.html)”.

## **2.6.1. Medios de transmisión de datos**

### **2.6.1.1. Medios Guiados**

La señal se propaga confinada en un camino físico.

#### Cable coaxial

Se utiliza comúnmente “a frecuencias en el intervalo de Muy Alta Frecuencia o VHF (del inglés Very High Frequency) e incluso mayores (500MHz). Dicho cable consiste de un alambre interior que se mantiene fijo en un medio aislante que después lleva una cubierta metálica. La capa exterior evita que las señales de otros cables o que la radiación electromagnética afecte la información conducida por el cable coaxial” [15]. Se utiliza en televisión por cable, en redes LAN y en redes de telecomunicación urbanas telefónicas.

**Tabla 12:** Ventajas y desventajas del cable coaxial

| <b>Cable Coaxial</b>                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ventajas</b>                                                                                                                                                | <b>Desventajas</b>                                                                                                                                                  |
| Protección de señales contra interferencias eléctricas si se usa apantallamiento.<br>Soporta grandes distancias entre 185 y 1500m o 10Km dependiendo del tipo. | Alto costo de instalación.<br>Se necesitan moduladores, si no se trabaja en banda base (CATV).<br>Limitación: atenuación, ruido térmico y ruido de intermodulación. |

*Fuente: “propia”.*

### Par trenzado de cobre

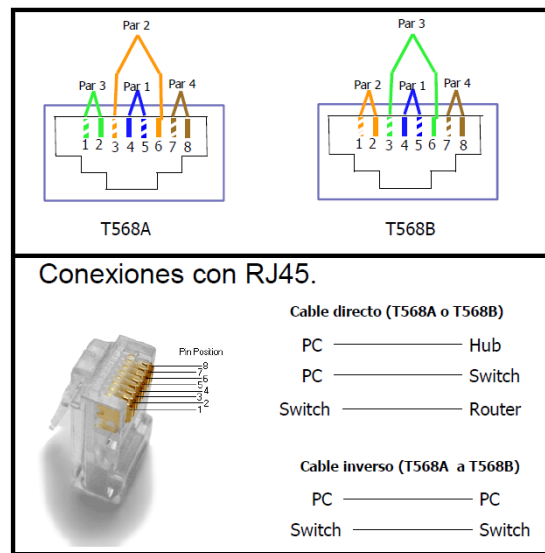
También llamado par trenzado. Son llamados “par” pues consiste en dos alambres de cobre conductores aislados entre sí, con el exterior y trenzados en espiral; donde cada par es un enlace de comunicación. Están clasificados por categorías, las cuales dependen del número de trenzados por unidad de longitud y a mayor categoría, mayor velocidad de datos habrá en el enlace.

**Tabla 13:** Tipos de par trenzado

| <b>Tipos de Par</b>                                                                                     |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>UTP</b>                                                                                              | <b>STP</b>                                                                                                                                               | <b>FTP</b>                                                                                                                             |
| Cables sin blindar.<br>Impedancia característica de 100 ohm.<br>Usa conector RJ45.<br>Vulnerable a EMI. | Con cubierta protectora en cada par.<br>Impedancia característica de 150 ohm.<br>Menos vulnerable a EMI.<br>Apantallado por par.<br>Más costoso que UTP. | Con pantalla protectora global.<br>Impedancia característica de 120 ohm.<br>Apantallamiento para los 4 pares.<br>Costo parecido a UTP. |

*Fuente: “propia”.*

“El cable de par trenzado debe emplear conectores RJ45 para unirse a los distintos elementos de hardware que componen la red. Actualmente de los ocho cables sólo cuatro se emplean para la transmisión de los datos. Éstos se conectan a los pines del conector RJ45 de la siguiente forma: 1, 2 (para transmitir), 3 y 6 (para recibir)” [16].



**Figura 4:** Conexión de par trenzado con RJ45

*Fuente: “Clases de TCP/IP”.*

Obedeciendo al número de pares del cable, del número de vueltas por metro en su trenzado y de los materiales empleados, los estándares clasifican a los cables de pares trenzados por categorías: 1, 2, 3, 4, 5, 5e, 6 y 7. Las dos últimas están todavía en proceso de definición:

**Categoría 1:** diseñado para comunicaciones telefónicas.

**Categoría 2:** esta categoría de cable es capaz de transmitir datos hasta 4 Mbit/s.

**Categoría 3:** soporta velocidades de transmisión hasta 10 Mbits/seg. Utilizado para telefonía de voz, 10Base-T Ethernet y Token ring a 4 Mbits/seg.

**Categoría 4:** soporta velocidades hasta 16 Mbits/seg. Es aceptado para Token Ring a 16 Mbits/seg.

**Categoría 5:** hasta 100 Mbits/seg. Utilizado para Ethernet 100Base-TX.

**Categoría 5e:** hasta 622 Mbits/seg. Utilizado para Gigabit Ethernet.

**Categoría 6:** soporta velocidades hasta 1000 Mbits/seg”.

**Tabla 14:** Ventajas y desventajas del par trenzado

| <b>Par trenzado</b>                                                                                                |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Ventajas</b>                                                                                                    | <b>Desventajas</b>                                         |
| Cable delgado, flexible, fácil de pasar por las paredes.<br>Menos costoso por unidad de longitud que otros medios. | Susceptibilidad a la Interferencia Electromagnética (EMI). |

*Fuente: “propia”.*

### Fibra óptica

“Es un tubo fino de plástico o vidrio que permite transportar luz y está formado por 3 secciones concéntricas: una central (el núcleo, de vidrio o plástico), otra periférica (el revestimiento, de vidrio o plástico) y la cubierta protectora de plástico. Dicha luz modulada permite transportar señales [17].

**Tabla 15:** Tipos de fibra óptica

| <b>Tipos de fibra óptica</b>                                                                                   |                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Monomodo</b>                                                                                                | <b>Multimodo</b>                                                                                                                            |
| Ancho de banda típico:<br>10GHz/Km.<br>Se emplea sólo para el tráfico a larga distancia telefónica y TV cable. | Existen varios caminos de propagación.<br>Puede haber dispersión de un pulso de luz de entrada.<br>Dos tipos: de índice gradual y discreto. |

*Fuente: “propia”.*

#### 2.6.1.2. Medios no Guiados

Utilizan antenas para lograr la transmisión por aire, agua o vacío.

### Espacio radioeléctrico

“Es la utilización del espacio libre para la transmisión de ondas electromagnéticas con algún tipo de modulación. En una WAN se pueden usar

enlaces de microondas, o satelitales. En una LAN se pueden usar puntos de acceso inalámbrico, para poder acceder a la red cableada” [14].

**Tabla 16:** Ventajas y desventajas del espacio radioeléctrico

| <b>Espacio radioeléctrico</b>                                               |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ventajas</b>                                                             | <b>Desventajas</b>                                                                                                                    |
| No se limita a conductores o canaletas.<br>Mayor rapidez en la instalación. | No puede doblarse, debido a que se basa en la reflexión interna.<br>Alto costo.<br>Instalación por parte de personal bien calificado. |

*Fuente: “propia”.*

## 2.6.2. Tecnologías de transmisión de datos

Se mencionaran algunas de ellas.

### 2.6.2.1. Línea de abonado digital Asimétrica (ADSL)

“Se utiliza fundamentalmente en acceso residencial, empleando la misma infraestructura que el teléfono de voz (par trenzado). Permite alcanzar hasta 20 Mbps (dependiendo de la distancia entre los modems) y usar el teléfono simultáneamente. Además, los enlaces son punto a punto y dedicados (no se comparten con otros vecinos) y, por la forma en que los usuarios suelen usar Internet, el canal de bajada tiene un ancho de banda mayor que el de subida (de ahí lo de asimétrico). Esta técnica utiliza multiplexación en frecuencia.” [18].

### 2.6.2.2. Ethernet

“Es la tecnología más popular en redes LAN actualmente. Su popularidad se debe a que permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Estos puntos fuertes, combinados con la amplia aceptación del mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a

Ethernet la tecnología ideal para la red de la mayoría de usuarios de la informática actual. La norma de Ethernet fue definida por el Instituto para los Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) como IEEE Standard 802.3. Adhiriéndose a la norma IEEE, los equipos y protocolos de red pueden interoperar eficazmente” [19].

#### 2.6.2.3. Fast Ethernet

“Para redes Ethernet que necesitan mayores velocidades, se estableció la norma Fast Ethernet (IEEE 802.3u). Esta norma elevó los límites de 10 Megabits por segundo (Mbps) de Ethernet a 100Mbps con cambios mínimos a la estructura del cableado existente. Hay tres tipos de Fast Ethernet: 100Base-TX para el uso con cable UTP de categoría 5, 100Base-FX para el uso con fibra óptica, y 100Base-T4 que utiliza un par de cables más para permitir el uso con cables UTP de categoría 3. La norma 100Base-TX se ha convertido en la más popular debido a su íntima compatibilidad con la norma Ethernet 10Base-T. En cada punto de la red se debe determinar el número de usuarios que realmente necesitan las prestaciones más altas, para decidir que segmentos del troncal necesitan ser específicamente reconfigurados para 100Base-T y seleccionar el hardware necesario para conectar dichos segmentos “rápidos” con los segmentos 10Base-T existentes” [19].

#### 2.6.2.4. Wireless LAN o Wi-Fi

Se basa en la tecnología Ethernet para medios compartidos (en este caso se utilizan enlaces de radio), donde una serie de dispositivos finales comparten el mismo rango de frecuencias para enviar y recibir datos (TDM). Pueden cubrir grandes áreas la superposición de múltiples puntos de acceso [18].

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado, en la tabla 2.13 se mencionan lo más conocidos.

**Tabla 17:** Algunos estándares Wi-Fi

| <b>Estándares Wi-Fi</b>                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEEE 802.11a: opera en banda de frecuencia de 5 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps. No es compatible con IEEE 802.11 b ni IEEE 802.11 g. |
| IEEE 802.11b: opera en banda de frecuencia de 2,4 GHz y ofrece velocidades de hasta 11Mbps.                                                     |
| IEEE 802.11g: opera en banda de frecuencia de 2,4 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps.                                                    |
| IEEE 802.11n: opera en banda de frecuencia de 2,4 GHz o 5 GHz y ofrece velocidades de 100 a 210 Mbps.                                           |

*Fuente: “propia”.*

### 2.6.3. Topologías de red

Se refiere al patrón de conexión entre dispositivos de una red. Uno de los criterios a tomar en cuenta en busca de la mejor topología para un diseño consiste en que la red cuente con una estructura que permita la búsqueda del camino más rápido o fácil al momento de encaminar los paquetes, así como también que permita tener tolerancia a fallos y que sea fácil de instalar y configurar [20]. Los elementos que forman parte de una topología de red son los siguientes:

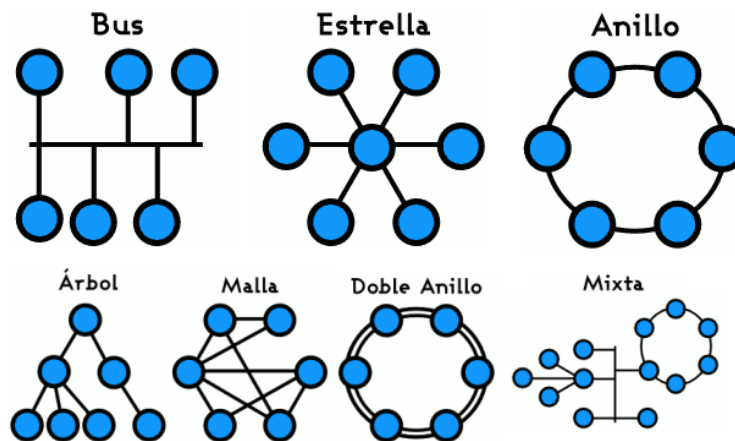
**Nodos:** Son los dispositivo que forman parte de la red en sí, pueden ser de tipo terminal (computadores, servidores, teléfonos IP, impresoras, etc.) o dispositivos de red (enrutadores, conmutadores, puntos de acceso inalámbrico, etc.)



**Protocolos:** Son normas que permiten a los ordenadores comunicarse. Aunque cada protocolo de la red es diferente, todos pueden compartir el mismo cableado físico. Este concepto es conocido como “independencia de protocolos”, lo que significa que dispositivos que son compatibles en las capas de los niveles físicos y de datos permiten al usuario ejecutar muchos protocolos diferentes sobre el mismo medio físico” [21].

**Enlace:** nexo que une dos nodos, a través del cual fluyen los datos de la red.

La topología de red define su estructura. Pueden establecerse las siguientes:



**Figura 5:** Topologías de red.

Fuente: “[http://guimi.net/monograficos/G-Redes\\_de\\_comunicaciones/G-RCnode4.html](http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode4.html)”.

**Bus:** posee un único canal de transmisión llamado troncal. Es una topología donde todos los dispositivos de red comparten el mismo medio para comunicarse entre sí.

**Estrella:** todos los nodos cables de la red están conectados en un punto central de concentración, que puede ser un conmutador. La comunicación va al dispositivo de red y este se encarga de transmitirla al resto de los equipos conectados a él.

**Anillo:** esta topología no tiene un final; es decir, el primer nodo está conectado al siguiente y el último al primero. Por esta razón, la información viaja en una sola

dirección, cuya consecuencia grave es que cuando un nodo pierde señal o la red se cae, se pierde la conexión hacia los nodos siguientes a este, excepto si el flujo de la red es bidireccional y al suceder algo como eso, la señal empieza a viajar en sentido contrario. Cada equipo terminal cubre función de repetidor, recibiendo datos y enviando a la siguiente estación.

**Árbol:** es una topología jerarquizada, variante de la estrella ya que contiene un dispositivo central (o núcleo) que controla el tráfico de la red. La diferencia radica en que no todos los dispositivos están conectados directamente a él. Esta topología combina características de la estrella con la bus, facilitando el crecimiento de la red y permitiendo tolerancia a fallas como ninguna otra ya que provee fácil recuperación.

**Malla:** en esta topología, todos los nodos están conectados entre sí con enlaces punto a punto.

**Doble anillo:** es igual que la de anillo solo que habrá un segundo anillo que conecte los mismos dispositivos con la finalidad de incrementar la fiabilidad y la flexibilidad de la red. Cada dispositivo forma parte de dos topologías de red independientes, por lo que solo se utiliza uno por vez.

**Mixta:** en esta, se combinan dos o más topologías para formar un diseño de red más complejo. Provee rapidez de acceso a la red pero si el concentrador principal se cae, se viene abajo toda la red.

#### 2.6.3.1. Topología física

Es la forma en que se distribuyen los terminales, y dispositivos de red. En ella debe incluirse el tipo de conexión cableada y los conectores.

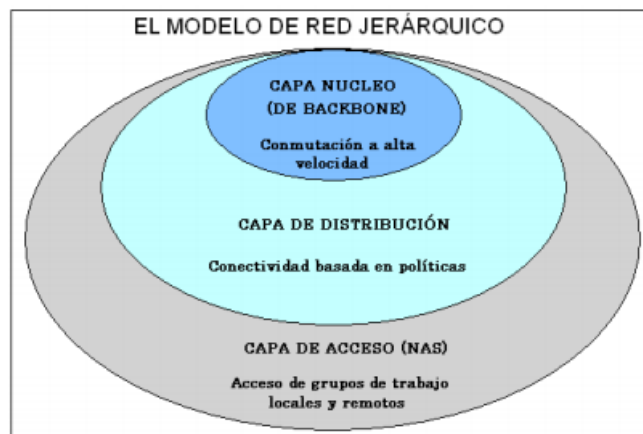
#### 2.6.3.2. Topología lógica

Determina la manera en que los dispositivos se comunican entre sí a través de los protocolos de red. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son:

**Topología broadcast:** cada equipo envía sus datos hacia todos los demás equipos del medio de red. Las estaciones envían su información según el orden de llegada. Un ejemplo de este tipo de topología es Ethernet [20].

**Topología transmisión de tokens:** el acceso a la red es controlado mediante la transmisión de un token electrónico (serie especial de bits) a cada equipo de forma secuencial. Cuando un host recibe el token se le permite enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, transmite el token al siguiente host ya que existe sólo un token por cada red [22].

#### 2.6.4. Modelo de red jerárquico



**Figura 6:** Modelo de red jerárquico

*Fuente:* "<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2598/1/CD-3286.pdf>".

Es un modelo que permite que la red sea más predecible, ya que el campus de la misma es dividido en capas y cada una brinda servicios distintos entre sí. Las redes separadas en 3 niveles ofrecen ventajas en el diseño, la implementación, el manejo y la escalabilidad de la red; así como también la hace más confiable y con mejor relación costo/beneficio.

“Cada capa tiene funciones específicas asignadas y no se refiere necesariamente a una separación física, sino lógica; así que podemos tener distintos dispositivos en una sola capa o un dispositivo haciendo las funciones de más de una de las capas” [23]. Algunas funciones típicas de cada una son:

**Capa de Acceso:** brinda un medio de conexión de los dispositivos a la red y controla cuáles pueden establecer comunicación en la misma. En ella se realiza la conmutación Ethernet (Ethernet Switching). Se interactúa con dispositivos finales brindándoles acceso a la red mediante dispositivos de red.

**Capa de Distribución:** funciona como intermediaria entre la capa de acceso y el núcleo de la red. En ella se implementan las políticas de red y seguridad, por ejemplo: se realizan labores de enrutamiento, filtrado de paquetes, cola de espera, enrutamiento entre redes virtuales (VLANs), dominios de broadcast y multicast, acceso a la red WAN y determinación de los paquetes que deben llegar hasta el núcleo. Además, la capa de distribución determina la manera más rápida de responder a los requerimientos de red.

**Capa de Núcleo:** conmuta el tráfico de la red tan rápido como sea posible y es capaz de manejar gran cantidad de datos de forma confiable. Es por estas funciones que la latencia y la velocidad son factores a tomar en cuenta en esta capa. Es decir, funciones como enrutamiento interVLAN y filtrado de paquetes no se realizan en la capa de núcleo ya que pueden aumentar la latencia y disminuir la velocidad de transmisión. Otros aspectos muy importantes son la tolerancia a fallas, pues si ocurre alguna, afecta a todos los usuarios de la red, así como también la disponibilidad y la redundancia de esta capa, ya que es esencial para la interconectividad entre los dispositivos de la capa de distribución.

“La selección de conmutadores o equipos de red debe de ser considerada de acuerdo a las exigencias de cada capa, basado en el modelo jerárquico” [23].

### **2.6.5. Arquitectura del TCP/IP**

#### **2.6.5.1. Modelo de capas**

Es un modelo que representa una serie de normas generales de diseño e implementación de protocolos de red definidos para permitir que un equipo pueda comunicarse a través de la red. Tiene cuatro capas según el RFC 1122 (Requerimientos para Hosts de Internet) y a menudo se le compara con el Modelo OSI que es básicamente lo mismo pero de siete capas.

#### **2.6.5.2. Funciones, protocolos y nodos de las capas**

**Funciones:** “En una red de computadoras, en general cada capa puede realizar una o más de las siguientes tareas:

- Control de errores de transmisión.
- Control de flujo de datos y de congestión.
- Segmentación de mensajes y reensamblado de paquetes de datos.
- Multiplexado de los enlaces de transmisión.
- Establecimiento de conexiones” [18].

#### **Capas y protocolos:**

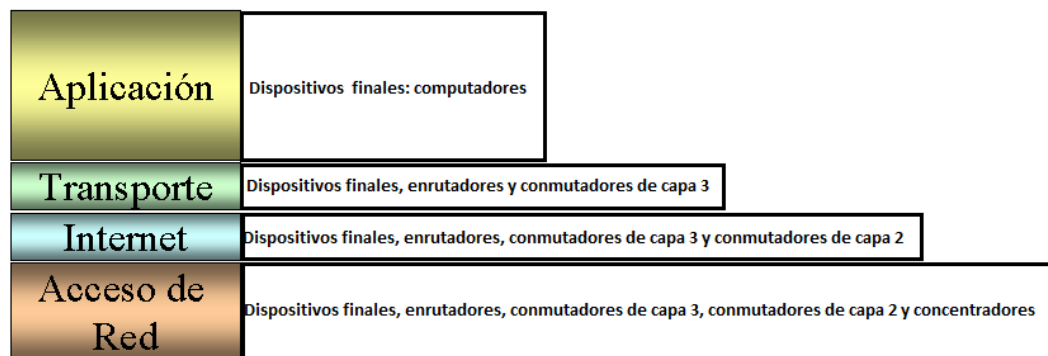
**Capa de aplicación (capa 4):** contiene protocolos de nivel más alto para servicios como transferencia de archivos, correo electrónico, acceso a páginas web, etc. Es equivalente a las capas 5 (sesión), 6 (presentación) y 7 (aplicación) del modelo OSI [14]. Protocolos: HTTP (Web), SMTP (e-mail), FTP (ftp), etc.

**Capa de transporte (capa 3):** permite que entre los huéspedes finales (dispositivos terminales) los procesos puedan interactuar directamente, como en el modelo OSI. Se corresponde con la capa 4 (transporte) de OSI [14]. Protocolos: TCP (transferencia fiable de datos) y UDP.

**Capa de internet (capa 2):** permite que los huéspedes (terminales) inyecten paquetes de una red a otra, y sean transmitidos de una dirección a otra. Es equivalente a la capa 3 (Red) de OSI [Clases de TCP/IP]. Protocolos: IP (enrutamiento), ICMP (Internet Control Message Protocol)

**Capa de red (capa 1):** en esta capa se realizan funciones de reenvío y enrutamiento. Define los medios de transmisión y regula el flujo para que receptores lentos no sean saturados por transmisores rápidos. Se corresponde con las capas 1 (física) y 2 (enlace de datos) del modelo OSI [Clases de TCP/IP]. Protocolos: CSMA/CD (Ethernet), Point-to-Point Protocol (PPP), etc.

#### Nodos:



**Figura 7:** Nodos de capas TCP/IP

*Fuente: “propia”.*

#### 2.6.5.3. Capa de aplicación

Se mencionan algunas aplicaciones propias de esta capa.

## Web 2.0

“La Web 2.0 es la representación de la evolución de las aplicaciones tradicionales hacia aplicaciones web enfocadas al usuario final. Se trata de aplicaciones que generen colaboración y de servicios que reemplacen las aplicaciones de escritorio” [24].

“De acuerdo con la interpretación que hacen algunos, de las palabras del Sr. O'Reilly, aunque el termino sugiere una nueva versión de la Web, no se refiere a una actualización o a cambios técnicos específicos de esta, sino a modificaciones hechas por los desarrolladores de software y a la(s) manera(s) en que los usuarios finales utilizan la Web” [25].

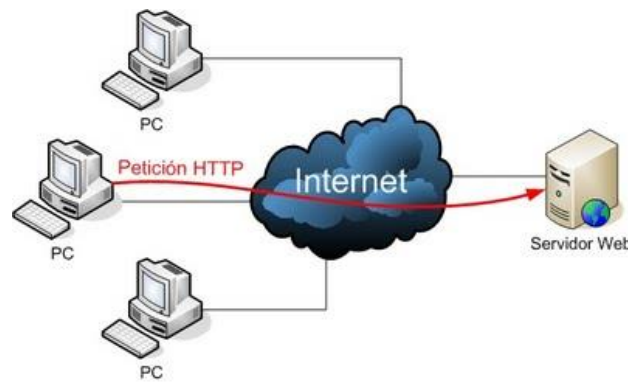
“Un número de nuevos servicios y aplicaciones basados en la Red, que en alguna medida se están utilizando en educación, demuestran su fundamentación en el concepto de Web 2.0. No son realmente programas como tales, sino servicios o procesos de usuario contruidos usando porciones de programas y estándares abiertos soportados por Internet y la Web. Estos incluyen Blogs, Wikis, sindicación de contenido, y el compartir recursos multimediales” [25].

## Servidores web

Antes de explicar el funcionamiento de un servidor web, se debe mencionar la arquitectura más común para compartir recursos dentro de una red:

**Modelo cliente-servidor:** es una arquitectura de la capa aplicación en la que las actividades se distribuyen entre los proveedores de servicios o recursos (llamados servidores), y los demandantes (denominados clientes). Un cliente cuando hace peticiones a otro programa, lo hace a un servidor, quien le brinda respuesta.

Comúnmente se llama cliente a los computadores (dispositivos finales), dentro de una red.



**Figura 8:** Acceso a servidor web

*Fuente: “[http://bloghotpoint.blogspot.com/2009\\_09\\_01\\_archive.html](http://bloghotpoint.blogspot.com/2009_09_01_archive.html)”.*

Servidor dedicado: ofrecido únicamente al sitio del cliente.

Servidor Compartido: un mismo computador (servidor) se usa para varios clientes compartiendo los recursos.

Estos servidores pueden ser instalados dentro de una red local o fuera de ella, teniendo acceso a través de la nube de Internet (ver figura 8).

#### 2.6.5.4. Capa de transporte

Cuando los datos llegan a la capa de transporte, los protocolos inician el proceso de encapsulado de datos. El protocolo de esta capa crea un flujo virtual de datos entre la aplicación de envío y la de recepción, que se identifica con un número de puerto de transporte. El resultado final depende de si la información se maneja con los protocolos TCP, SCTP o UDP [26].

**Segmentación TCP:** TCP se denomina a menudo protocolo "orientado a la conexión" porque garantiza la entrega correcta de los datos al host de recepción. A continuación, TCP divide los datos que se reciben de la capa de aplicación en segmentos y adjunta un encabezado a cada segmento [26].



**Paquetes UDP:** UDP es un protocolo "sin conexiones". A diferencia de TCP, UDP no comprueba los datos que llegan al host de recepción. En lugar de ello, UDP da formato al mensaje que se recibe desde la capa de la aplicación en los paquetes UDP. UDP adjunta un encabezado a cada paquete. El encabezado contiene los puertos de envío y recepción, un campo con la longitud del paquete y una suma de comprobación [26].

#### 2.6.5.5. Capa de red

**Dirección IP:** es un identificador de 32 bits para dispositivos finales o interfaces de conexión de un enrutador. Contiene una parte de subred (bits de orden superior) y una parte de host o dispositivos finales (bits de orden inferior).

**Tabla 18:** Direcciones IP especiales

| Red o rango                   | Uso                       |
|-------------------------------|---------------------------|
| 127.0.0.0 – 127.255.255.255   | Reservado (fin clase A)   |
| 128.0.0.0 – 128.0.255.255     | Reservado (ppio. Clase B) |
| 191.255.0.0 -191.255.255.255  | Reservado (fin clase B)   |
| 192.0.0.0 – 192.0.0.255       | Reservado (ppio. Clase C) |
| 224.0.0.0                     | Reservado (ppio. Clase D) |
| 240.0.0.0 – 255.255.255.254   | Reservado (clase E)       |
| 10.0.0.0 – 10.255.255.255     | Privado                   |
| 172.16.0.0 – 172.31.255.255   | Privado                   |
| 192.168.0.0 – 192.168.255.255 | Privado                   |
| 169.254.0.0 – 169.254.255.255 | Direcc. de enlace local   |

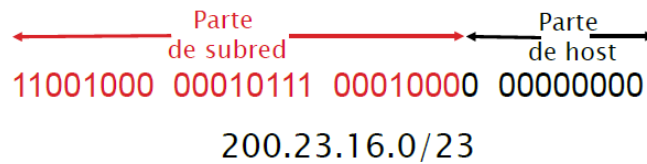
*Fuente: “clases de Sistemas de Telecomunicaciones II”.*

**Subred:** es todo el grupo de elementos conectados detrás de la/s interfaz/ces de los enrutadores que pertenezcan a la red.

**Máscara de red:** consiste en una combinación de bits que permite delimitar el alcance de una red de computadores. Permite indicar la parte de subred y la parte de

hosts de una dirección IP determinada. Se identifica por el uso de una barra “/” (ver figura 9).

**Enrutamiento con máscara variable (VLSM):** es un proceso por el cual se divide una red o subred en subredes más pequeñas cuyas máscaras son diferentes según se adaptan a las necesidades de hosts por subred.



**Figura 9:** Parte de subred y host de una dirección IP  
*Fuente “clases de Sistemas de Telecomunicaciones II”.*

La manera de calcular el número de hosts (dispositivos finales) por subred con este método de direccionamiento, es aplicando la ecuación (2).

$$\text{número de hosts por subred} = 2^m - 2 \quad (2)$$

*Fuente: “clases de sistemas de telecomunicaciones II”.*

Y, la forma de calcular el número de subredes es utilizando la ecuación (3).

$$\text{número de subredes} = 2^n \quad (3)$$

*Fuente: “clases de sistemas de telecomunicaciones II”.*

Donde “m” es el número de bits disponibles en la porción de hosts y se le resta 2 a la ecuación ya que toda subred debe contar con la propia dirección de la subred y unas de broadcast. Dejando como rango de direcciones para los hosts el valor obtenido de la ecuación (2). Por otro lado, “n” es el número de bits “robados” de la porción de hosts. Por lo tanto, si se tiene el número de hosts a los cuales se les debe asignar direcciones IP y se quiere saber cuántos bits de la parte de hosts se

deben emplear para la asignación, simplemente se despeja el valor “n” de la ecuación (2).

#### 2.6.5.6. Capa de enlace de datos

Los estándares más conocidos son Ethernet, Fast Ethernet y Wi-Fi.

#### **Servicios [24]:**

**Transporte de datos:** El único servicio que siempre se suministra independientemente de la tecnología subyacente, es el de transporte de datos. Los demás son opcionales (para la capa de red y de transporte).

**Direccionamiento:** En el caso de que en un mismo enlace existan más de un posible nodo receptor, la capa de enlace de datos proporciona un mecanismo de direccionamiento basado en direcciones que permita al emisor diferenciarlos, denominadas direcciones físicas.

**Control de acceso al medio:** En aquellos casos donde existan dos o más nodos emisores potenciales conectados a un mismo enlace de datos, la capa de enlace de datos proporciona un mecanismo de arbitraje del medio para evitar las colisiones.

**Transferencia fiable:** En algunas tecnologías, la capa de enlace de datos garantiza que el transporte de una trama entre el emisor y el receptor se realice sin errores. Para ello se implementan, a este nivel, algoritmos de control de flujo y de errores.

## **CAPÍTULO III**

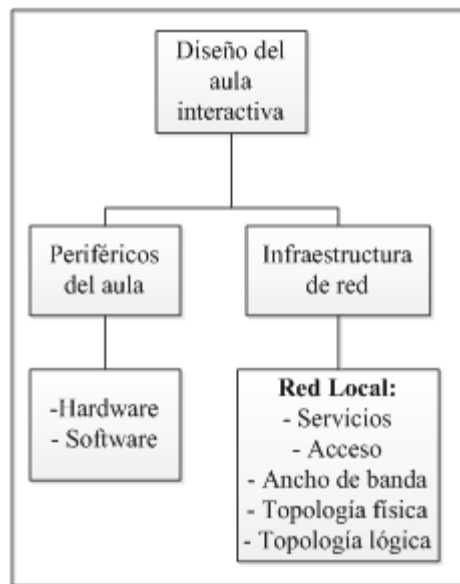
### **AULA INTERACTIVA EN WIMAC**

El diseño de un aula interactiva para Wimax se enmarca en el escenario de formación corporativa (ver anexo número 2).

La necesidad específica es contar con un centro de formación integral constante y sostenible para la empresa, creado desde dentro de la propia organización para permitir un cambio de modelo formativo, donde el autoaprendizaje también sea posible.

Dicho centro de formación estará compuesto por un sistema completamente automatizado que permita la gestión y administración de una suite de cursos de programación alojados en una plataforma educativa para brindar, además de los entrenamientos presenciales en tiempo real, el acceso a los recursos digitales del aula a través de una red que será parte de la propuesta. Además, se debe realizar el diseño con el objetivo de integrar dicha aula con los recursos y la infraestructura de red existentes en Wimax.

Por lo tanto, en la siguiente sección, se generará una propuesta que cubra el diseño de un aula interactiva utilizando tecnologías digitales aplicadas a la educación dentro de la propia sala de entrenamientos, permitiendo que la empresa cuente con avanzada tecnología durante el desarrollo de los cursos y beneficiando a todas las partes incluidas con los servicios ofrecidos (ver figura 10).



**Figura 10:** Diseño del aula interactiva

*Fuente: “propia”.*

### 3.1. Requerimientos mínimos

Para el aula interactiva o centro de formación corporativa, los requerimientos fueron determinados en una reunión realizada con la Dirección General de la compañía y se presentan a continuación.

#### 3.1.1. Espacio físico

Luego de definir el área de la sala donde se realizaran los cursos de la empresa en el anexo número 1, se puede concluir que las sesiones de entrenamientos deben contar con un máximo de diez participantes (incluyendo el desarrollador guía o profesor). Para que cada uno de ellos cuente con un espacio de trabajo que le permita tener su ordenador portátil y cualquier material que requieran sobre la mesa.

### 3.1.2. Hardware

Se desea tener en la sala de entrenamientos, equipamiento de última generación para una proyección interactiva. Cabe destacar que no habrá instrumentos de uso común en “aulas tradicionales” (marcadores, tizas, libros, papeles, etc).

**Pizarra Digital Interactiva de gran formato:** Debe cumplir con las normas de diseño establecidas en el capítulo II. Por tanto, el requerimiento mínimo es que el tamaño de su diagonal oscile entre 70” y 100”. Preferiblemente que cumpla con el promedio generalizado: 80”. Además, debe ser fija en la pared por el espacio físico del aula. El índice de opacidad es irrelevante, pues por requerimiento de la empresa, no se trabajará con marcadores comunes dentro del aula. Y, por último, un requisito indispensable es que el software de interactividad que trae sea compatible con linux, Mac y Windows (preferiblemente 7 professional). Este último aspecto se toma en cuenta ya que existen máquinas en la empresa para cada caso.

**Computador:** El desarrollo de software es exigente en términos de procesamiento y espacio, requiriendo mayor seriedad y estabilidad al momento de probar lo que se esté haciendo. El ordenador ideal para desarrolladores de software (según opiniones propias de usuarios en la empresa), es uno de tipo sobremesa (o desktop), ya que el tamaño de la pantalla debe ser grande y además tener un teclado amigable. Sin embargo, para el caso particular de Wimax, se propone el uso de computadores portátiles debido al espacio físico de la sala.

Entonces, en alianza con los desarrolladores de la empresa, se concluyó como requerimientos mínimos del computador portátil lo siguiente: procesador core 2 duo o superior, ya que debe estar en condiciones de compilar y procesar gran cantidad de datos, así como soportar dos o más programas abiertos simultáneamente; disco duro de 320GB o más, suficiente para manejar gran cantidad de información;

memoria RAM de 2GB o más, capaz de consumir recursos como flash, aplicaciones, etc; pantalla de 14” o más; y, por supuesto, tener conexión a Internet.

**Proyector:** Según lo explicado en el capítulo II, se hizo un estimado de la intensidad de luz de la sala, ya que no se cuenta con el equipo de medición y se calculó la distancia a la que estará el proyector de la pizarra según el espacio físico de la misma.

**Tabla 19:** Requerimientos de proyección

| Intensidad de la sala ‘E’ [luxes] | Distancia de proyección máxima ‘r’ [m] |
|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 400                               | 2                                      |

*Fuente: “propia”.*

Aplicando la ecuación (1) y despejando el valor que se necesita, se obtiene:

$$I = E * r^2 = 400 * 4 = 1600 \text{ lúmenes}$$

El resultado obtenido indica la cantidad de lúmenes mínima que debe tener el proyector a utilizar. Además de eso, debe contar con una resolución tal que garantice la nitidez de la imagen.

### 3.1.3. Software

Se mencionaran a continuación los requerimientos mínimos de software necesarios para el diseño del aula interactiva con una lista de los servicios que deben cubrir. Estos, sin contar los beneficios propios del software integrado en la PDI.

**Tabla 20:** Requerimientos mínimos de software

| Software de control de estudios                                                         | Software de contenidos                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Facturación automatizada y digital                                                      | Contenidos estáticos como: enlaces, páginas, imágenes, archivos, grabación de video o sonido, contenido HTML                                      |
| Control de la gestión del usuario                                                       |                                                                                                                                                   |
| Gestión del capital humano: profesores y administración                                 |                                                                                                                                                   |
| Emisión de informes del estado del centro                                               | Contenidos dinámicos como: tareas, lecciones, contenidos importados, evaluaciones, preguntas, actividades sociales (chat, foros, glosario, wikis) |
| Gestión de los casos y soporte                                                          |                                                                                                                                                   |
| Tablas de gastos e ingresos                                                             |                                                                                                                                                   |
| Preferiblemente plataforma on-line                                                      |                                                                                                                                                   |
| Administración de varios niveles de formación y sedes                                   | Acceso desde la red LAN del aula                                                                                                                  |
| Control de servicios como admisiones, inscripciones, registro de materias, evaluaciones | Acceso desde fuera de la red del aula                                                                                                             |
|                                                                                         | Usuarios registrados (Seguridad en la información)                                                                                                |

*Fuente: “propia”.*

#### 3.1.4. Infraestructura de red

Se desea contar con una red local que represente la parte del diseño que es transparente para el usuario. La misma debe garantizar disponibilidad 24/7 del contenido digital del aula y brindar acceso desde dentro de las instalaciones de Wimax, como fuera de ella.

Un requerimiento importante por parte de la empresa fue el de generar un diseño que permitiese la integración con los recursos actuales, incluyendo la infraestructura de red y recursos como el acceso a Internet. Por tanto, se deberá realizar en función de ello.

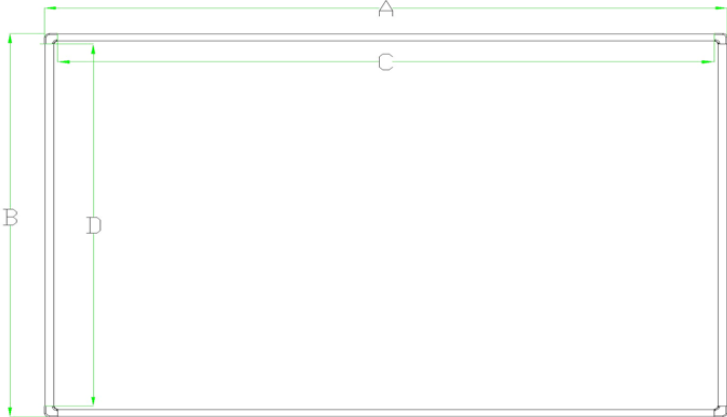
#### 3.2. Selección de los periféricos del aula

Se eligieron los periféricos en función de los requerimientos.

##### 3.2.1. Hardware



**Tabla 21:** Especificaciones de la PDI del aula

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Pantalla táctil iBoard 82"</b></p>                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| <p style="text-align: center;"><b>Requerimientos mínimos de ordenador para la PDI</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <p>CPU: Procesador Pentium III 800-1GHz (se recomienda uno más rápido).<br/>Memoria: 256MB de RAM (Se recomienda de 512GB o mayor) para Windows 2000, o XP / 512MB de RAM (Se recomienda de 1GB o mayor) para Windows Vista o 7.<br/>Disco Duro: 300MB de espacio libre en el disco duro.<br/>Sistema operativo: Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Linux, Mac, Android.</p> |  |

*Fuente: "propia".*

Destaca por su compatibilidad de sistemas operativos que se fijaron en los, por su tamaño y por la facilidad de instalación y configuración. Además, un punto clave para la escogencia de este modelo fue la disponibilidad. El poco tiempo con el cual se contaba para la realización de este proyecto fue determinante para crear el diseño en función de los dispositivos previamente adquiridos en la empresa; los cuales, cabe destacar, no habían sido configurados por la falta de personal capacitado. Esta pizarra (junto al proyector y el computador) representa el dispositivo final más importante del diseño, debido a que determina la interactividad en la sala de entrenamientos. Es por esto que se dedicó el anexo número 3 a la configuración de los periféricos del aula interactiva.

## Computador



**Figura 11:** Computador del aula. Lenovo Notebook E49

*Fuente:* “<http://shopap.lenovo.com/my/en/laptops/essential/e-series/e49/>”.

Estableciendo una comparación entre las especificaciones de este equipo y los requisitos que debe cumplir el computador conectado a la pizarra observados en la tabla 21, se puede apreciar la compatibilidad de los dispositivos. Además, uno de los criterios que se utilizaron para la selección fue basado en las oportunidades de negocio de la empresa con proveedores nacionales que tienen disponibilidad de este computador, ya que solicitar la importación de los mismos representa un problema actualmente generalizado a nivel nacional.

## Proyector

**Tabla 22:** Especificaciones del proyector del aula

|                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>BENQ MX613ST</b>                                                                 |  |
|  |  |
| <b>Otras características</b>                                                        |  |
| Cañón corto: 55” a 1 metro.                                                         |  |
| Lámpara: 210W, 4000/5000 horas (normal/económico).                                  |  |
| Contraste: 5000:1.                                                                  |  |
| Tamaño imagen: 27” a 300”.                                                          |  |

*Fuente:* “propia”.

Las características técnicas de este proyector superan en gran medida los requerimientos del aula.

Por ejemplo, en el caso importante de luminosidad, donde el requerimiento mínimo era 1600 lúmenes ANSI según la ecuación (1), este equipo presenta 2800 lúmenes ANSI, con lo cual se garantiza nitidez en la imagen proyectada incluso cuando la sala está totalmente iluminada.

Otro caso es el tamaño de proyección que puede cubrir el equipo respecto al de la PDI seleccionada. Entonces se observan los siguientes datos: la pizarra mide 82” de diagonal y el proyector es capaz de mostrar una imagen de 55” a tan solo 1 metro de distancia, lo que quiere decir que la distancia que deberá existir entre estos dos dispositivos, calculada mediante una simple regla de 3 es de 1,5m aproximadamente. Lo cual es válido pues la distancia máxima establecida según el espacio físico de la sala es de 2m.

La resolución nativa de este equipo (XGA), soporta una resolución máxima de 1024x768 pixeles, con una paleta gráfica de 256 colores, o 640x480 con una profundidad de color de 16 bits por pixel (65.536 colores) [27]. Lo que indica su buen funcionamiento en todo tipo de presentaciones (incluso aquellas donde se deben proyectar diagramas de flujo y hojas de cálculo).

Asimismo, el hecho de que sea de tiro corto beneficia al ponente y a la audiencia, ya que disminuye notablemente las sombras que se generan con proyectores comunes, como se explicó en el capítulo II.

Para finalizar, y luego de considerar las características técnicas del equipo, cabe mencionar que su disponibilidad inmediata en las instalaciones de la empresa

también representó un aspecto diferencial al seleccionarlo como parte del diseño (tal como fue el caso de la pizarra), ya que permitió establecer la conexión y configuración de los equipos a pesar de no ser parte del alcance inicial del proyecto (ver anexo número 3).

#### Tableta interactiva



**Figura 12:** Tableta interactiva del aula. EBeam inscribe200e Pad

*Fuente: “<http://www.etroxell.com/interactive-solutions/interactive-tablets/luidia-inc-46000811-inscribe-200e-wireless-tablet.html>”.*

Esta tableta interactiva portátil no formaba parte de los requerimientos del aula; sin embargo, se propone su utilización debido a los beneficios que trae consigo. Con lo cual cabe mencionar que no podrá ser utilizada con otro sistema operativo que no sea Windows.

Se trata de una tableta interactiva que permite acceso remoto a la pantalla de gran formato; es decir, si un usuario dentro de la sala quiere participar en las anotaciones de la clase sin siquiera levantarse de su asiento, puede utilizar este dispositivo para ello.

Existen muchos modelos comerciales para este equipo, cuyas características técnicas varían principalmente según la distancia que alcancen. Luego de una búsqueda detallada de alguno cuyo software fuese compatible con el de la PDI gran formato seleccionado, se pudo establecer la elección de este equipo. Dicha

compatibilidad fue garantizada mediante contacto directo con el proveedor. Además, sus 10 metros de alcance incluso supera el área de la sala de entrenamientos.

#### Armario de carga y almacenamiento de equipos



**Figura 13:** Armario de carga de portátiles del aula. Aplei ACP0001

*Fuente:* “[http://www.aplei.com/web/uploads/producto\\_archivos\\_descarga/Armarios%20para%20portatiles.pdf](http://www.aplei.com/web/uploads/producto_archivos_descarga/Armarios%20para%20portatiles.pdf)”.

Es un modelo muy atractivo para el diseño del aula debido a su ergonómica estructura, sus dimensiones permiten la cómoda ubicación dentro de la sala de entrenamiento; sin embargo, no se consiguió proveedor en Venezuela y su adquisición depende del proceso de importación.

#### 3.2.2. Software

##### Software de control de estudios

Se propone la utilización de una plataforma que combina ventajas de la aplicación Zoho CRM y Zoho Invoice (facturación). La elección de este software radica en la posibilidad de adaptación con entornos corporativos, el cual es el caso del aula interactiva.

“Zoho CRM se puede utilizar como una solución en línea de informes de estudiantes ya que tiene una función de combinación de correo de gran alcance que es

perfecta para su uso en centros de enseñanza que necesitan crear documentos combinados regulares tales como cartas encabezadas, invitaciones, folletos, reportes de estudiantes, etc. Además, es totalmente en línea, disponible desde cualquier lugar y en cualquier momento. Nuestro principal mercado es en España, aunque se cuenta con un gran éxito en países como: Argentina, Panamá, Venezuela, Ecuador, etc” [28].

“Zoho facturación permite el seguimiento de las fechas de preparación y envío de las facturas; y así controlar los costes de proyectos y relacionados con cada cliente, tener recepción de los pagos, y monitorizar la salud financiera del negocio rápido y eficientemente. Además, es sincronizable con tu CRM” [29].

La integración de estas dos soluciones permite a los clientes Zoho CRM importar cuentas y contactos en Zoho factura. Así como también las facturas y estimaciones creadas para los clientes de Zoho factura se reflejarán en Zoho CRM. Por lo tanto, a pesar de ser dos aplicaciones separadas, funcionan como una sola. “El producto final será administrado por la línea de proyectos Zoho para que pueda seguir las tareas y el estado de las mismas, discutir temas y así sucesivamente, lo que nos permite colaborar con usted en línea y conseguir que el trabajo se realice” [30]. Para ello, debe contratarse dicha solución con Zoho Corp. que brindará disponibilidad 24/7 y cuyo consumo de ancho de banda es mínimo desde la red interna del aula interactiva. Además de ser una solución adaptada específicamente a la necesidad actual de formación corporativa y de proveer actualización automática del programa.

#### Software de contenidos educativos

Se propone una solución desarrollada en Moodle 2.5.2 (versión más actualizada) por las siguientes razones:

- Puede ser instalado en servidor propio o externo y no necesita más que contar con espacio de almacenamiento. Esta es una gran ventaja debido a que permite su integración con el servicio de alojamiento web que tiene contratado la empresa.
- Por ser una plataforma de código abierto, existe una comunidad en la red de Internet donde se encuentra amplia información sobre sus vulnerabilidades y cómo solventarlas sin necesidad de esperar un técnico que resuelva el problema.
- Si se aloja en el servidor interno local, no requiere acceso a Internet.

**Tabla 23:** Requerimientos mínimos de Moodle

| <b>Requerimientos mínimos de Moodle [31]</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hardware</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Software</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Espacio de disco: 160 MB libres (mínimo) más cuanto baste para almacenar sus materiales. 5GB es un mínimo realista.</p> <p>RespalDOS: Preferentemente en una localización remota.</p> <p>Memoria: 256 MB (mínimo), 1GB o más es fuertemente recomendado.</p> <p>Moodle soporta de 10 a 20 usuarios concurrentes por cada GB de RAM.</p> | <p>Linux y Windows son las elecciones más comunes y para las que existe buen soporte. Un servidor web, primariamente Apache.</p> <p>PHP: La versión mínima es la 5.3.2.</p> <p>Una base de datos. MySQL y PostgreSQL son las bases de datos para desarrollo primario.</p> <p>Navegador mínimo para accesar Moodle: Firefox 4, Internet Explorer 8, Safari 5, Google Chrome 11, Opera 9.</p> |

*Fuente: "propia".*

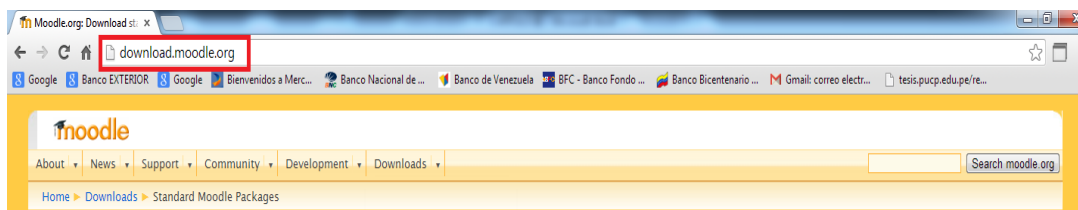
Según estos requerimientos, se decide destinar en principio 3GB de memoria RAM en el servidor local donde se alojará la plataforma Moodle, con lo cual se tiene capacidad para aproximadamente 60 usuarios concurrentes y se estaría garantizando la escalabilidad pertinente del aula.

### 3.2.3. Integración

A pesar de que cada equipo se propone por separado, es muy importante considerar la conexión de todos dentro del aula, permitiendo la integración del sistema a nivel de hardware, lo cual se puede observar en el anexo número 3, donde

se encuentra el manual de configuración del aula interactiva. Es posible integrar la plataforma de contenidos mencionada en la sección anterior con el servicio de alojamiento web (hosting) con que cuenta Wimac: Bluehost. La manera de hacer esta integración no es parte del alcance fijado en este proyecto; sin embargo, se numeraran los pasos a seguir, obtenidos de un tutorial en la web [32].

- Lo primero será instalar Moodle 2.5.2 en el servidor local de Wimac y luego en el servidor web. La manera de hacerlo es escribiendo en el navegador de Internet “download.moodle.org”.



**Figura 14:** Instalando Moodle en Bluehost (i)

*Fuente: “propia”.*

- Descargar la versión que dice “Moodle 2.5.2+” haciendo click en el “.zip”. Al finalizar la misma, ir a la carpeta de descargas del servidor local y extraer el archivo comprimido para visualizarlo como una carpeta de documentos. Esta carpeta será la que se deberá cargar luego al servidor de bluehost.



**Figura 15:** Instalando Moodle en Bluehost (ii)

*Fuente: “propia”.*

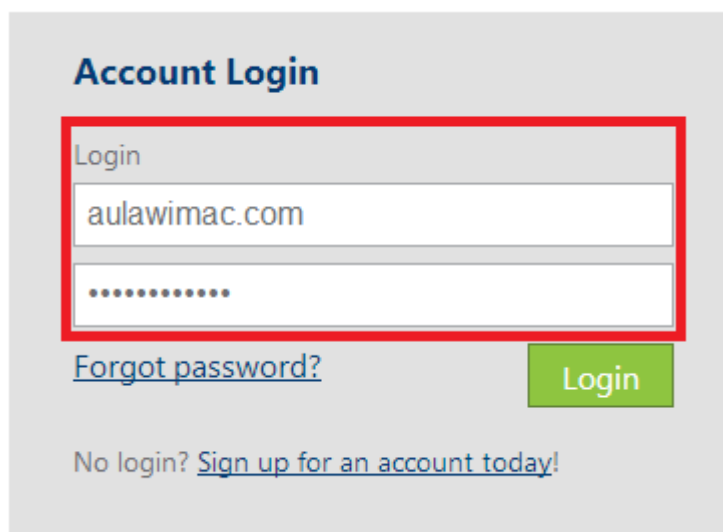


Entonces, después de haber instalado Moodle en el servidor local de Wimax, se debe alojar el mismo en el servicio web Bluehost, para lo cual se debe hacer la solicitud y tener la aprobación para iniciar una sesión de FTP y poder ingresar al panel de control del nuevo sitio web. El primer requisito para hacerlo es elegir un dominio donde se va a instalar el programa; por lo tanto, se propone para el diseño, la creación del dominio “aulawimac.com”. Luego de hacerlo, se debe ingresar en una nueva pestaña del navegador a “www.bluehost.com”, se hace click en “Control Panel Login” y se suministran los datos solicitados (dominio y clave).



**Figura 16:** Instalando Moodle en Bluehost (iii)

*Fuente: “propia”.*



**Figura 17:** Instalando Moodle en Bluehost (iv)

*Fuente: “propia”.*

- Una vez dentro del panel de control, se hace click en FTP ilimitados o “Unlimited FTP” en la sección de Archivos o “Files” para poder cargar los archivos del curso al servidor web sin límite de almacenamiento.

- Ahora, se procede a cargar los archivos que se tienen en el servidor local. La manera de hacerlo es yendo al directorio local, a la carpeta de descargas y darle click a la carpeta de Moodle que se descargó anteriormente. Luego de esto, suben todos los archivos del curso dentro de esta carpeta.

- Luego, se hace click en cPanel y se procede a verificar que se está trabajando con el servidor PHP 5.3.3; de no ser así, se selecciona y se guardan los cambios.

El siguiente paso será la administración de las carpetas y contenidos digitales subidos al servidor web de manera que se empiece a crear la permisología pertinente para los usuarios del aula.

El software de control de estudios, por el contrario, es totalmente en línea, por lo cual no hace falta integrarlo a Bluehost.

Considerando ahora la integración hardware-software, cabe mencionar que el sistema es prácticamente “plug and play” (rápida instalación y configuración). Esto es porque cada una de las aplicaciones de las plataformas seleccionadas, se encontrará previamente instalada en las máquinas que les corresponde y durante la sesión de entrenamiento los involucrados tendrán la posibilidad de ingresar de manera local a la plataforma de contenidos para trabajar en la sección correspondiente. Es decir, el proceso es totalmente intuitivo.

### 3.2.4. Continuidad operativa de la sala

Para asegurar la continuidad operativa de la sala de entrenamiento, se han enumerado una serie de recomendaciones que se deben seguir a nivel de hardware, software y del sistema interactivo en sí. Representan a groso modo una manera de prevenir inconvenientes que ocasionen interrupciones en el desarrollo de los cursos.

#### 3.2.4.1. Consideraciones generales del sistema de interacción

- Al enfrentar cualquier cambio bien sea una evolución tecnológica o no, existe una resistencia natural por parte de las personas que se ven involucradas. Es por ello que, para el desarrollo de este proyecto, se propone como primera fase de implementación la instrucción personalizada a los desarrolladores guía de la empresa, quienes serán los que se verán mayormente involucrados con el sistema instalado en la sala de entrenamientos. Este primer entrenamiento o instrucción estará seccionado en dos partes:

**Primera parte:** únicamente para conocer el sistema interactivo en su totalidad; es decir, impartirles conocimiento sobre la utilización de la pizarra en sí y del software interactivo. Para ello se elaboró un manual de configuración del aula y se mencionaron algunas bondades del sistema interactivo en el anexo número 3.

**Segunda parte:** luego de la estructuración del pensum, el profesor debe conocer y seleccionar los contenidos digitales más adecuados a sus entrenamientos. Entonces, al terminar la formación didáctico-tecnológica, se le debe brindar a cada profesor la información que requieren para tener un conocimiento pleno sobre los cursos que se dictaran en la sala; es decir, los programas de cada uno de los cursos a desarrollar.

Generalmente, se requiere un proceso de alfabetización digital previa a la utilización de recursos tecnológicos en las aulas. Sin embargo, tratándose de una empresa de soluciones de este tipo y más específicamente del departamento de Desarrollo de Software, no se toma en cuenta este aspecto. Entonces, se puede concluir que como este diseño ha sido adaptado al mercado de formación corporativa mencionado en el capítulo II, y además enmarcado en una empresa de soluciones tecnológicas, este impacto tiende a ser nulo.

- Todos los cables irán por las paredes y techo, sin interferir las zonas de paso.

#### 3.2.4.2. Consideraciones de Hardware

**Pizarra:** A pesar de ser la resistencia física una de las principales características de esta pizarra, se debe tener en cuenta que se puede estropear y manchar con facilidad. Si una persona utiliza un marcador inadecuado sobre la pizarra, se genera una mancha prácticamente imposible de quitar. Asimismo, si se utilizan objetos punzantes para manipularla, se pueden producir daños que resulten en reparaciones costosas. Es por ello que se mencionan algunas recomendaciones al respecto:

- Es necesario asegurar que la sala siempre cuente con los marcadores que trae la pizarra al momento de hacer la compra. Sin embargo, hay situaciones que no se pueden prever, como por ejemplo, que la pizarra sea manchada con un marcador de tinta permanente. Tomando en cuenta esto, se debe contar con un limpiador estándar de borrado en seco y utilizarlo de ser necesario.
- El instructor guía debe estar atento a las participaciones de los demás desarrolladores cuando desean interactuar con la pizarra, asegurándose de que no se utilicen objetos punzantes como lápices, bolígrafos, etc.
- Al comprar la pizarra, trae incluidos 3 marcadores de distintos colores, un apuntador y un borrador especiales para trabajar en la misma. Se recomienda solicitar al

proveedor la compra de al menos un juego de estos periféricos más, para estar prevenidos si en algún momento se extravían. De igual forma, se recomienda delegar a un encargado (que puede ser el desarrollador guía), la responsabilidad de verificar que esté todo en su lugar al finalizar cada sesión y además guardarlos en un sitio seguro de manera que se pueda prevenir el extravío en cualquier momento fuera de clase.

**Proyector:** La lámpara del proyector tiene una vida útil efectiva que a medida que se utiliza, va perdiendo potencia de luminosidad. Es por ello que se deben tomar en cuenta ciertos aspectos para prolongarla:

- No tocar la lámpara con las manos salvo que haya que reemplazarla.
- Para limpiarle el polvo use una brocha.
- No desenchufar el proyector de la alimentación hasta que el ventilador se apague.
- Es recomendable encender primero el proyector y luego el computador. Y para apagar el sistema, es preferible primero el computador y luego el proyector.
- Si el proyector está encendido pero no se proyecta lo que está en el computador, se debe revisar que el cable VGA está bien conectado y sino, revisar el ajuste de pantalla.

**Ordenador personal:** Al tratarse de ordenadores portátiles, se debe considerar el tiempo de vida de las baterías. Por ende se pueden tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Para aumentar al máximo la vida útil de la batería, no comience a recargarla inmediatamente después de disminuir luego de la carga completa.
- No se requiere cargarla o descargarla completamente.
- En la sala de entrenamiento habrá un máximo de 10 personas por sesión. Para prever interrupciones debido a las baterías de los ordenadores portátiles, se recomienda tener aproximadamente 5 baterías extra, debidamente cargadas. De esta

manera, si algún computador lo necesita, se le puede colocar la batería nueva sin necesidad de ser apagado, simplemente conectándolo con el alimentador de corriente mientras hace la sustitución.

**Armario de carga:** Se debe considerar la utilización de un protector o regulador de voltaje que esté conectado entre la toma de corriente y el armario para prevenir daños a los equipos cuando haya un corte brusco en el suministro de energía eléctrica.

#### 3.2.4.3. Consideraciones de Software

**Software de la pizarra:** Además de instruir a los desarrolladores guía sobre el uso de la pizarra y sus aplicaciones, se tomaron en cuenta las fallas más comunes a nivel de software y como solventarlas:

- La calibración de la pizarra debe hacerse al momento de comenzar cada sesión o cuando haya existido una interrupción en la conexión de la misma con los demás equipos. La manera de realizarlo se muestra en el anexo número 3.
- Durante la realización de este proyecto, a pesar de ser un alcance extra, se pudo manejar la pizarra interactiva con un computador cuyo sistema operativo es Windows 7 professional, garantizando que la compatibilidad es absoluta y el sistema interactivo funciona perfectamente; por tanto, si se utiliza con otro sistema (a pesar de que el fabricante muestre su compatibilidad), no se puede asegurar nada sobre el funcionamiento del software interactivo.

**Software de contenidos:** Moodle, por ser un sistema de gestión de cursos de distribución libre, puede presentar algunas debilidades que hay que tener en cuenta para el buen funcionamiento del mismo y que no exista fuga de información [33]:

- Es recomendable mantener actualizada la versión del Moodle. Cuanto más antigua sea la versión, tanto más probable es que sea vulnerable a ataques indeseables.
- Se debe usar contraseñas complejas para el administrador y los profesores.
- Abrir cuentas de profesor únicamente a usuarios dignos de confianza, ya que las cuentas de profesor tienen permisos mucho más libres y es más fácil crear situaciones donde se pueda abusar de los datos o generar fuga de información.
- Desactivar el acceso de invitados.
- Tener un administrador siempre disponible para solucionar cualquier problema en la plataforma.

## CAPÍTULO IV

### RED DEL AULA INTERACTIVA EN WIMAC

Una vez establecido cuáles son los equipos que formaran parte del aula interactiva y luego de realizar la configuración de los mismos (ver anexo número 3), se procede a la creación de una red dentro de la empresa para los usuarios de los cursos de formación corporativa, la cual debe aprovechar la infraestructura actual.

Entonces, debido a que ya existe una red en Wimax, se decidió hacer otra lógicamente separada de esta pero que pueda utilizar los mismos medios de transmisión física; logrando un diseño que se ajuste a las necesidades de la empresa y que además cumpla los parámetros de escalabilidad y tolerancia a fallas que todo diseño debe tener. Estos dos últimos parámetros fueron determinantes para escoger como base un modelo de topología de red de árbol jerárquico y adaptarlo a los requerimientos del proyecto.

Antes de comenzar el diseño, se propone una división de la red actual (ver anexo número 1). Esta puede hacerse de dos maneras, mediante redes virtuales, también llamadas VLAN, o subredes. Para este proyecto, esa decisión es transparente; sin embargo, con el fin de ilustrar la explicación, se tomó en cuenta la segunda opción.



**Figura 18:** División de la red de Wimax.

*Fuente: “propia”.*



La dirección IP privada actual de la empresa es: 192.168.1.0/24. En función de esto, existirán 2 subredes diferentes, con distinto número de hosts, distintos requerimientos y usos. Los requisitos de host actuales según la figura 18 y el anexo número 1, son:

Red A (Departamentos de Wimax): 21 hosts.

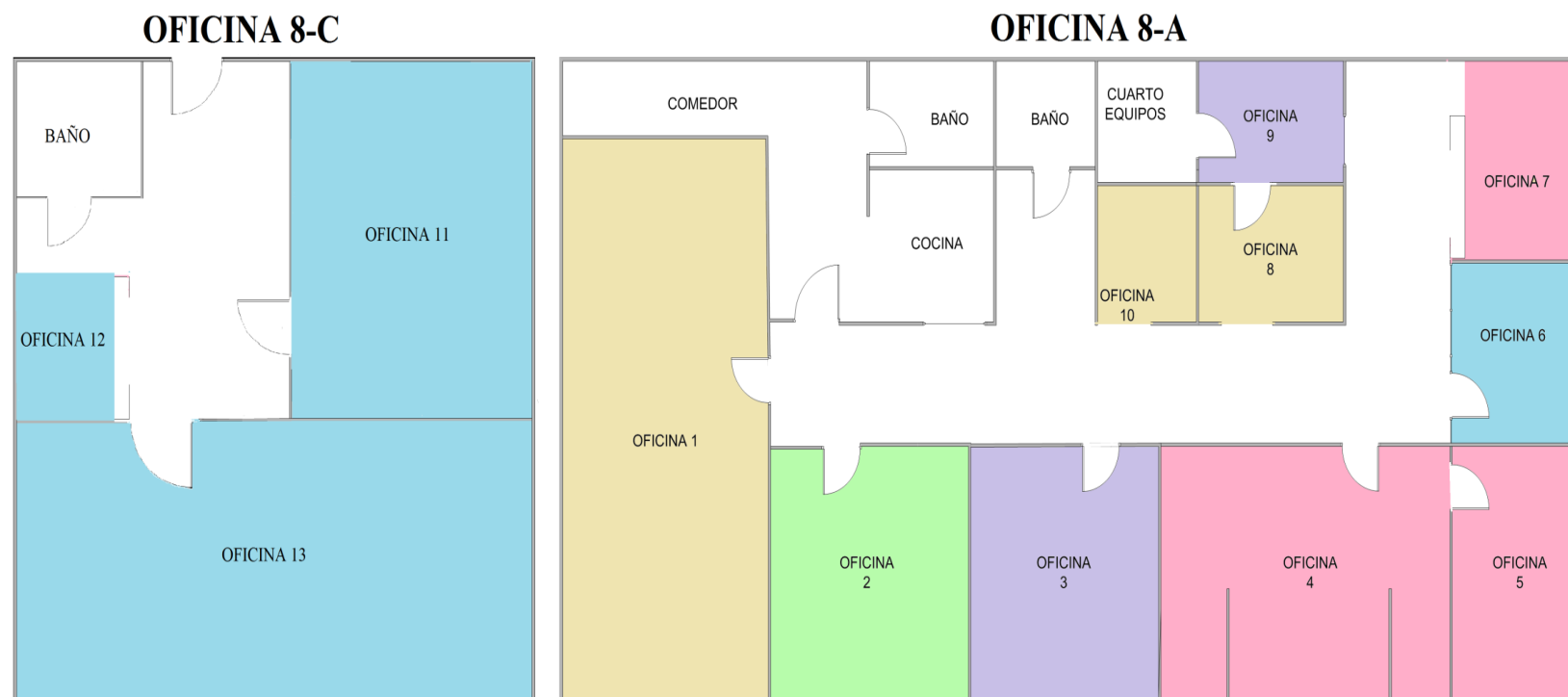
Red B (Aula interactiva): 25 hosts.

El área de trabajo definida como “Aula interactiva” en la tabla 24, se describió así para ilustrar cuáles son las oficinas que deberán estar interconectadas a través de la red que se está diseñando. Se puede observar en la figura 19 que la red del aula debe interconectar puestos de trabajo que se encuentran en la oficina 8-A y otros en la oficina 8-C de la empresa.

**Tabla 24:** Distribución por áreas de trabajo en Wimax

| Área de trabajo                        | Oficina | Nº de PC por oficina | Nº total de PC's por área |
|----------------------------------------|---------|----------------------|---------------------------|
| Aula interactiva                       | 6       | 10                   | 25                        |
|                                        | 11      | 1                    |                           |
|                                        | 12      | 2                    |                           |
|                                        | 13      | 12                   |                           |
| Departamento de administración         | 4       | 6                    | 8                         |
|                                        | 5       | 1                    |                           |
|                                        | 7       | 1                    |                           |
| Departamento de sistemas               | 3       | 4                    | 6                         |
|                                        | 9       | 2                    |                           |
| Departamento de operaciones de negocio | 2       | 4                    | 4                         |
| Departamento de dirección general      | 1       | 1                    | 3                         |
|                                        | 8       | 1                    |                           |
|                                        | 10      | 1                    |                           |

*Fuente: “propia”.*



**Figura 19:** Distribución por áreas de trabajo en Wimar

*Fuente: “propia”.*

La manera de comenzar a dividir la red, es tomando primero la sección que tenga mayor requisito de host. En este caso, se tomó como inicio la red B (ver figura 18) no solo porque cumple con ese requerimiento sino que, además, la administración de la red A no es parte del alcance de este proyecto.

Tomando en cuenta los requerimientos mínimos mencionados en el capítulo III, se caracterizará la red del aula a continuación.

#### 4.1. Servicios ofrecidos

Tomando en cuenta las características que presentan las plataformas seleccionadas como software del aula, se establecieron los servicios que brindará la red del aula interactiva a los usuarios que serán parte de los entrenamientos. A saber:

##### 4.1.1. Servicios para el control de estudios

- Tener un récord del alumno.
- Emisión de documentación: matrículas, temarios, diplomas, etc.
- Informes y gráficos del estado del centro.
- Procesos: aprobaciones, notificaciones. Roles y jerarquías.
- Control de asistencias, incidencias, calificaciones, pagos.
- Gestión de grupos formativos, aulas y alumnos. Posibilidad de asignar tutores, alumnos, gastos e ingresos a un aula.
- Portal del aula.
- Base de datos de tutores y cursos. Búsqueda de formadores disponibles para la acción formativa.
- Facturación automática. Gestión de cobros, gastos, recurrentes y remesas. También multiempresa.

- Comunicación masiva con la base de datos, donde el único requerimiento es contar con una conexión a internet, ya que el software deberá estar alojado en los servidores de la empresa proveedora.
- Integración de módulos de correo, ofimática, agenda, redes sociales.

#### 4.1.2. Servicios para profesor

- Fácil de usar. Solo recursos como wikis, quices, lecciones y bases de datos tienen una configuración complicada; pero las tareas, glosarios, foros de discusión, foros de noticias, subir archivos, añadir recursos, entre otros, son recursos sencillos de configurar por cualquier profesor.
- Permite la transferencia de información a los estudiantes, a través de las herramientas antes mencionadas excepto los quices que están pensados para evaluar.
- Permite la evaluación del aprendizaje. Además de los quices, se consiguen secciones evaluativas dentro de las lecciones y tareas. En otros recursos también se pueden configurar evaluaciones.
- Comunicación e interacción. Existen los foros que son ideales para la interacción en pleno o en grupos entre alumnos y profesores.
- Co-creación de contenidos. Utilizando herramientas como foros de discusión, wikis o incluso bases de datos, los alumnos pueden colaborar en la creación de algún tema.
- Según la taxonomía de Bloom, en muchas de las actividades que abarca Moodle se desarrollan buena parte de las habilidades cognitivas del alumno: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

#### 4.1.3. Servicios para el estudiante

- Biblioteca virtual de contenidos, donde el repositorio de información estará alojado en la nube. Por lo que, desde cualquier conexión a internet podrá acceder a los recursos del aula.
- Permitir que cada estudiante tenga su propio ritmo de trabajo. Normalmente se establecen plazos de entrega de actividades y el profesor monitorea el desarrollo.
- Los estudiantes se familiarizan rápidamente con el entorno de la plataforma Moodle.
- Evaluación continua. Lo cual implica que el estudiante se ve obligado a iniciar sesión en la plataforma y mantenerse al día con las novedades de los cursos.

#### 4.1.4. Servicios para el administrador de Moodle

Además de los beneficios para profesores y alumnos, existe un conjunto de servicios asociados a un Administrador del curso que son propias del software a emplear. En este caso, los beneficios se traducen en tener acceso a la configuración inicial de cada usuario y de cada curso que se vaya a desarrollar. Asimismo, estará capacitado para solucionar problemas asociados a la utilización de la plataforma.

#### 4.2. Acceso

Tal como se explicó anteriormente, se utilizaran dos plataformas para hacer posible que se cumplan todos los servicios requeridos para el aula interactiva: contenidos de Moodle y software de control de estudios. Cada una de ellas tiene características de acceso distintas entre sí, a saber:

#### 4.2.1. Acceso a la plataforma de contenidos (Moodle)

Los estudiantes, profesores y administradores del curso podrán tener acceso a la plataforma, desde dentro de la red del aula, como fuera de ella. Para lo cual, se proponen dos formas de hacerlo:

- **Acceso local:** es el caso donde los usuarios se encuentran dentro de la red del aula. Para ello, deberán contar con un servidor ubicado en el cuarto de equipos de Wimax. El servidor de la empresa (ver anexo número 1), actualmente está siendo utilizado como repositorio de información y tiene 487GB de espacio disponible. Por tanto, se propone la virtualización del mismo para optimizar su utilización y aprovechar al máximo su capacidad.

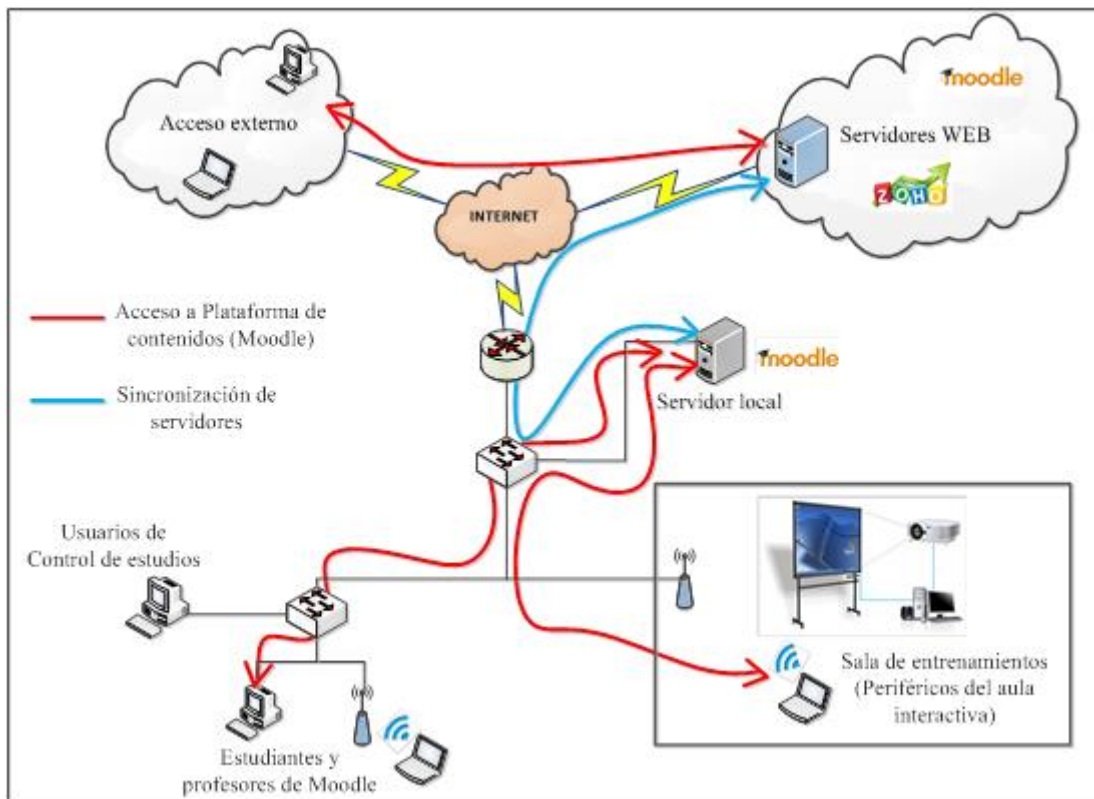
En este caso, no se consume ancho de banda. Esto se puede observar con mayor claridad en la figura 20, cuando un usuario dentro de la red del aula realiza una petición Moodle y el servidor local le brinda la respuesta (no hay transferencia de datos hacia Internet).

- **Acceso externo:** en este caso, los usuarios se encuentran físicamente separados de la red del aula pero no tienen que acceder al servidor local de Wimax para ingresar al curso, sino que a través de internet podrán hacerlo ya que el servicio estará alojado en un servidor externo. Basta una conexión a Internet. En la figura 20 se aprecia cómo las peticiones y respuestas Moodle de los usuarios externos a la red del aula no necesitan tener acceso a la misma. Respondiendo a estas necesidades de acceso, la propuesta incluye lo siguiente:

**Sincronización de servidores:** Es un método que consiste en mantener los datos de los cursos replicados en dos servidores, uno local y otro externo para acceso remoto, de tal manera que los contenidos sean los mismos en ambos casos. La configuración

para lograr este proceso no es parte del alcance de este proyecto, sin embargo a modo de introducción se puede proponer lo siguiente: el servidor web Bluehost, sólo permite el intercambio de ficheros a través del protocolo FTP; sin embargo, existen clientes FTP que ofrecen sincronizar dos directorios con la opción mirror (espejo). De esta manera se pueden mantener sincronizados dos directorios de forma automática y en ambas direcciones, remoto→local y local→remoto.

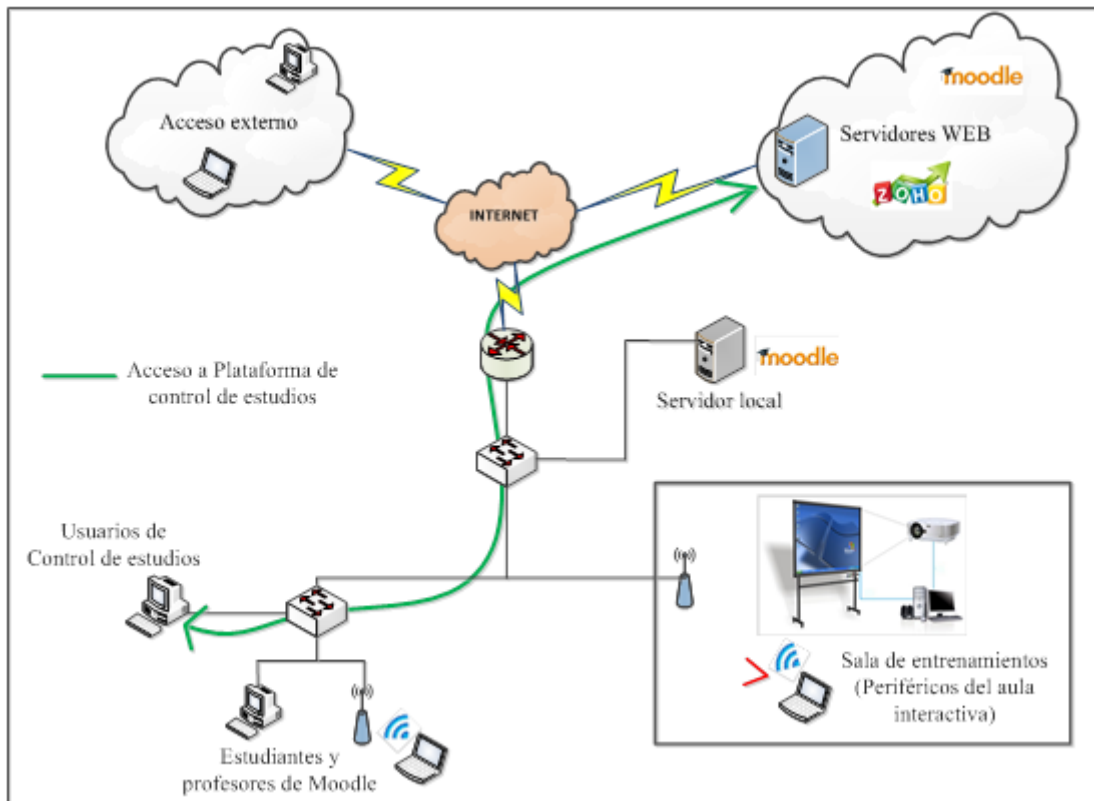
Se plantea este método, en principio, porque es una manera de ahorrar ancho de banda de subida y porque la disponibilidad de la plataforma alojada en la nube estará garantizada por los proveedores del servicio externo; con lo cual, Wimac no necesitará adquirir un mayor ancho de banda en el enlace de subida de acceso a Internet.



**Figura 20:** Acceso a la plataforma de contenidos  
Fuente: "propia".

#### 4.2.2. Acceso al software de control de estudios

Por otro lado, el software que permite llevar el control de estudios del aula interactiva si se encuentra alojado en un servidor web. La decisión de hacerlo así radica en que son pocos los usuarios que utilizaran esta plataforma y el consumo de la misma es mínimo; por lo tanto, no hace falta una sincronización local como en el caso de Moodle. Sin embargo, siempre se brinda la oportunidad de almacenar respaldos o archivos en el servidor local.



**Figura 21:** Acceso a la plataforma de control de estudios

*Fuente: “propia”.*



#### 4.3. Ancho de banda

Cuando de contenido digital se trata, se debe tomar en cuenta que la información transmitida, sea cual sea su formato, ocupa un espacio específico dentro del espectro de frecuencias. La tasa de transferencia de datos que se maneja en redes de computadores se refiere al ancho de banda y generalmente se expresa en bits (de datos) por segundos (bps). En algunas ocasiones, también se expresa en Bytes por segundos (Bps).

Para el alcance de este proyecto, solo se mencionará el servicio de acceso a Internet como principal consumo de ancho de banda, lo que quiere decir que no se tendrá intercambio de información en tiempo real. Por ende, es importante resaltar que al ser una conexión de tipo asincrónica, los servicios no son permanentes y los recursos no se pueden reservar, por tanto todos los cálculos son de tipo estadísticos.

El ancho de banda de Wimax (ver anexo número 1), en momentos de poca concurrencia, ha llegado hasta 1Mbps en la subida y 6Mbps en la bajada. Como ya se mencionó antes, estas medidas de velocidad se hacen en ráfagas y no en un período de tiempo determinado.

Para que la red del aula interactiva pueda brindar los servicios antes mencionados, se debe evaluar si el ancho de banda con que cuenta Wimax es suficiente o no. Por ende, se hace un estimado del consumo por parte de las dos plataformas, la de contenidos y la de control de estudios:

La base de datos del software de contenidos consta de un pensum bien estructurado como se mencionó en capítulos anteriores, lo que quiere decir que la información a manejar será diseñada por los profesores del aula. A su vez, este contenido será alojado en el servidor local de manera que los cursos

tengan prelación entre sí y la permisividad respectiva para cada estudiante. Lo que quiere decir que la información de mayor "peso" será sincronizada con el servidor web una sola vez (la primera). Por tanto, el consumo en el enlace de subida más significativo se hará en ese momento.

Respecto al software de control de estudios, habrá solicitudes al servidor web a diario. Estas visitas las hará la persona encargada de llevar la administración del aula y los datos de los profesores y estudiantes de la misma. En cada sesión de la plataforma habrá posibilidades de descargar documentos como factura de pago, kardex de un estudiante, constancia de participación en los cursos, certificados, etc. Sin embargo, estimando un "peso" de 400KB por petición, asumiendo el caso en que se quiera descargar documentos como los que se mencionaron, etc., el consumo en el enlace de bajada se puede considerar despreciable.

Asimismo, se calcula que habrá sincronización de la base de datos de moodle diariamente con un consumo despreciable (tratándose del intercambio de documentos entre alumnos y profesores, principalmente de texto) y uno que otro foro de discusión en el sitio). Por lo que se estima un tamaño de 1MB como caso crítico.

Entonces, a modo de ejemplo, asumiendo que se cuenta con una hora como máximo para la primera sincronización y sobredimensionando el tamaño del contenido a manejar, se aplicará la ecuación (4) para calcular la velocidad de enlace.

$$velocidad\ del\ enlace[Kbps] = \frac{tamaño\ del\ archivo\ [KB]*8}{tiempo[s]} \quad (4)$$

*Fuente: "propia".*

**Tabla 25:** Ancho de banda

| <b>Caso</b>                                                | <b>Tamaño<br/>[KB]</b> | <b>Tiempo<br/>[s]</b> | <b>Enlace de<br/>bajada<br/>requerido[<br/>Kbps]</b> | <b>Enlace de<br/>subida<br/>requerido<br/>[Kbps]</b> |
|------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Primera<br>sincronización de<br>base de datos de<br>Moodle | 80000                  | 3600                  | -                                                    | 177,77                                               |
| Siguientes<br>sincronizaciones                             | 1000                   | 600                   | -                                                    | 13,33                                                |
| Solicitudes de<br>control de<br>estudios                   | 400                    | 300                   | 10,66                                                | -                                                    |
| <b>TOTAL REQUERIDO</b>                                     |                        |                       | 10,66                                                | 191,11                                               |

*Fuente: “propia”.*

La tabla 25 muestra un caso muy particular, donde se exige la velocidad del enlace en función de un tiempo máximo requerido. Sin embargo, por ser una evaluación estadística, no siempre los datos son los de la tabla. Lo único que se quiere demostrar es que el ancho de banda con que cuenta Wimax supera los requerimientos del aula interactiva.

El tiempo a invertir en cada solicitud puede variar, bien sea aumentar o disminuir, en función de la disponibilidad que se tenga en la red para cargar o descargar datos.

#### 4.4. Entorno físico de la red

##### Descripción del entorno

La red está siendo diseñada para permitir que los usuarios que se encuentren dentro de la empresa y formen parte de los entrenamientos, puedan intercambiar

información y mantenerse interconectados sin tener acceso a la red principal de Wimax, donde se encuentran los datos del resto de los departamentos.

Tal como se describe en el anexo número 1, es necesario que la red del aula abarque toda la oficina 8-C y además, la sala de entrenamientos ubicada en la oficina 8-A. El cuarto de equipos principal de Wimax se encuentra ubicado en la oficina 8-A y la distancia en línea recta que separa ambas oficinas es aproximadamente 20m. En la oficina 8-C hay un rack de pared que cuenta con un conmutador y un punto de acceso inalámbrico. En esta oficina laboraran los administradores del curso, estudiantes, profesores, y usuarios encargados del control de estudios. Todos los puntos de red estarán cableados al conmutador de esta oficina (conmutador de acceso), el cual se conecta directamente con el de distribución ubicado en el cuarto de equipos principal.

En la sala de entrenamientos, se utilizaran solo computadores portátiles al momento del dictado de un curso. Por tanto, el acceso ahí será a través de un punto inalámbrico.

### Topología física de la red

En esta sección, se determinaran los dispositivos que van a permitir el buen funcionamiento de la red diseñada. Se tomaron en cuenta cuatro requerimientos técnicos clave: escalabilidad, disponibilidad, seguridad y capacidad de administración.

La topología escogida fue la de árbol jerárquico y se dividió el diseño en capas, empezando por la capa de acceso, pasando por la de distribución y llegando hasta la capa del núcleo.

### **Capa de acceso**

Dispositivos de red: Conmutador y punto de acceso inalámbrico.

Dispositivos finales: Computadores de sobremesa y portátiles

Este conmutador es de capa 2 (según el modelo TCP/IP), su función es distribuir los paquetes que recibe del conmutador de distribución a los dispositivos finales, y viceversa. Los dispositivos de red de esta capa proveen conexión a aproximadamente 25 dispositivos finales.

### **Capa de distribución**

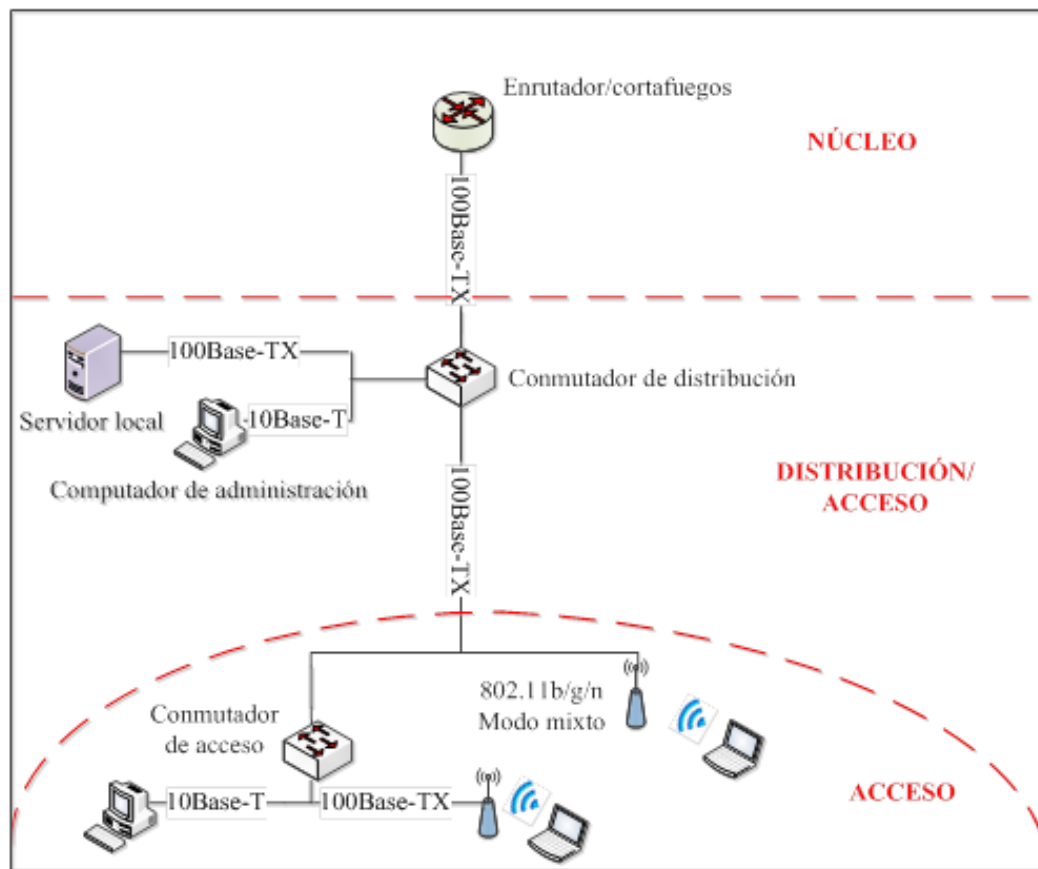
Dispositivos de red: Conmutador de distribución (también de capa 2 en modelo TCP/IP).

Dispositivos finales: Servidor local.

### **Capa de núcleo**

Dispositivos de red: Enrutador (capa 3 de modelo TCP/IP).

El enrutador de esta capa asignará las direcciones IP a los dispositivos finales (trabajo que realiza en conjunto con los dispositivos de conmutación mencionados anteriormente) y además encaminará los paquetes que circulan por la red de manera segura y confiable utilizando protocolos especializados para ello. Este dispositivo, además, enlazará la red WAN con red LAN del aula, así como también brindará la seguridad mediante la opción de cortafuegos (conocido en inglés como firewall).



**Figura 22:** Topología física de la red  
*Fuente: "propia".*

#### 4.5. Elección de cableado y velocidad de la red

Caracterizando en detalle la topología física mostrada en la figura 22, se realizó la tabla 26, detallando los tipos de cable, conector y velocidad que debe tener cada una de las conexiones antes mencionadas.

**Tabla 26:** Cableado y velocidad de la red

| Capa                | Conexión                               | Interfaz    | Cable           | Conector | Velocidad de enlace [Mbps] |
|---------------------|----------------------------------------|-------------|-----------------|----------|----------------------------|
| Acceso              | Conmutador-Computador                  | 10 Base-T   | UTP categoría 5 | RJ-45    | 10                         |
|                     | Conmutador-Punto de acceso inalámbrico | 100 Base-TX |                 |          | 100                        |
| Acceso-Distribución | Conmutador - Conmutador                | 100 Base-TX |                 |          | 100                        |
| Distribución        | Conmutador-Servidor                    | 100 Base-TX |                 |          | 100                        |
|                     | Conmutador-Computador                  | 10 Base-T   |                 |          | 10                         |
|                     | Conmutador-Punto de acceso inalámbrico | 100 Base-TX |                 |          | 100                        |
| Distribución-Núcleo | Conmutador - Enrutador                 | 100 Base-TX |                 |          | 100                        |
| Núcleo              | Enrutador-WAN                          |             |                 |          |                            |

*Fuente: “propia”.*

#### 4.6. Entorno lógico de la red

##### Descripción del entorno

De acuerdo a los servicios ofrecidos por las plataformas de software mencionadas en secciones anteriores, es necesario que el flujo de datos no sea compartido para todos los usuarios de la red. Más específicamente, los datos que manejarán las personas encargadas del control de estudios tendrán información confidencial que no debe ser vista por los desarrolladores (alumnos y profesores) del aula, por ejemplo. Entonces, garantizando la seguridad de la información se decidió dividir los flujos de datos.

A pesar de que el software propuesto para el control de estudios estará completamente alojado en “la nube”, es necesario que los encargados de estas

funciones puedan contar con un repositorio de almacenamiento que les brinde la posibilidad de tener un respaldo de sus archivos. Estos archivos pueden o no contener información confidencial sobre los participantes de los entrenamientos.

Por otro lado, como se mencionó antes, el software de contenidos, requiere mayor espacio ya que habrá sincronización absoluta de los cursos a dictar que también estarán alojados en “la nube”.

Entonces, en vista de estos requerimientos y contando con un servidor físico capaz de cubrir ambos (ver anexo número 1), se propone la segmentación del equipo en dos “máquinas virtuales”. Cada uno de estos servidores virtuales tendrá una ruta de acceso diferente definida, ya que formaran parte de VLANs diferentes. Asimismo, la asignación de estos recursos deberá ser tal que el servidor sea capaz de cubrir los requerimientos actuales de la empresa respecto a la red definida por departamentos.

### Topología lógica de la red

Se emplea la topología de red Ethernet. Considerando la seguridad de los datos como aspecto fundamental, se plantea el diseño de dos redes virtuales, cada una con ciertos requerimientos y permisos, especificados más adelante. Estas VLANs serán configuradas en los conmutadores, motivo por el cual ambos deben ser gestionables y de hecho lo son.

Para comenzar el subneteo de la red B (25 hosts) mencionada en secciones anteriores, se aplica la ecuación (2). Si se piden “prestados” 5 bits a la porción que corresponde a los hosts, el cálculo sería  $2^5 - 2 = 30$ . Entonces, se dispone de 30 direcciones de hosts utilizables. Siendo así, se cumple con el requisito pero se deja poco margen de crecimiento. Es por ello que se propone tomar 7 bits de la porción de hosts, quedando el cálculo de la siguiente manera:



Red del aula interactiva: 192.168.1.0/25

Máscara: 255.255.255.128

Rango de direcciones IP: desde 192.168.1.1 hasta 192.168.1.126

Broadcast: 192.168.1.127

#### 4. Diseño de VLANs

Se empleará el tipo más sencillo, que consiste en creación por puertos del conmutador (un puerto solo puede pertenecer a una VLAN); es decir, el puerto del dispositivo de red pertenece a una sola red virtual, por tanto, si existe un dispositivo final, como por ejemplo un servidor conectado a un puerto y este pertenece a una VLAN particular, significa que el servidor estará solo en dicha VLAN.

#### **VLAN 10**

Será la red de acceso a la plataforma de contenidos, compuesta por el grupo de alumnos, profesores y administradores del curso. De esta manera, los datos referidos a esta sección serán almacenados en un servidor, al cual tendrán acceso solo los usuarios que conforman la VLAN 10.

Por ser una red privada, el subneteo y la división de máscara de red no es tan relevante y puede distribuirse en cantidad infinita de direcciones IP; sin embargo, a manera demostrativa se sobredimensionó la cantidad de usuarios que habrá dentro de la red para simplificar cálculos en la tabla 27.

Computadoras de estudiantes: 50

Computadoras de profesores: 3

Computadoras de administradores del curso: 2

Servidores: 1

Número total de hosts para VLAN 10: 56

Utilizando la ecuación (2), para  $n=6$ , daría como resultado  $64-2=62$  direcciones de hosts utilizables. Lo cual cumple con el requisito asumido.

El cálculo de la máscara de subred es:

Dirección: 192.168.1.0

En números binarios: 11000000.10101000.00000001.00000000

Máscara: 255.255.255.192

En números binarios: 11111111.11111111.11111111.11000000

Gateway de acceso: 192.168.1.1

Dirección del servidor: 192.168.1.2

Equipos terminales: desde 192.168.1.3 hasta 192.168.1.62

Broadcast: 192.168.1.63

## **VLAN 20**

Será la red de acceso a la plataforma de control de estudios, la cual permitirá acceso a un grupo muy reducido de personas.

Computadoras de control de estudios: 5

Servidores: 1

Número total de hosts para VLAN 20: 6

Utilizando la ecuación (2) con  $n=3$ , daría como resultado  $8-2=6$  direcciones de hosts utilizables. Lo cual cumple con el requisito actual. Para simplificar los cálculos en vista de que solo se diseñarán dos VLANs, se decidió diseñar con un total de 5 bits disponibles en la porción del host para esta área.

El cálculo de la máscara de subred es:

Dirección: 192.168.1.64

En números binarios: 11000000.10101000.00000001.01000000

Máscara: 255.255.255.224

En números binarios: 11111111.11111111.11111111.11100000

Gateway de acceso: 192.168.1.65

Dirección del servidor: 192.168.1.66

Equipos terminales: desde 192.168.1.67 hasta 192.168.1.94

Broadcast: 192.168.1.95

## **VLAN 99**

Se trata de la VLAN de administración de la red, la cual tiene acceso a todos los dispositivos de la red. Es decir, por medio de esta VLAN se puede acceder a todos los datos alojados en los servidores de la empresa. Se plantea ya que debe estar siempre presente cuando hay este tipo de división en una red. El número de dispositivos finales presentes en esta VLAN puede ser uno; sin embargo, para simplificar cálculos nuevamente y en vista de que no es influyente, se destinó parte de la red que quedó disponible a esta VLAN.

### **Red del aula: 192.168.1.0/25**

**Tabla 27:** Asignación de direcciones IP

| <b>RED</b>   | <b>Subred</b>    | <b>Máscara</b>  | <b>Puerta de entrada</b> | <b>Broadcast</b> | <b>N° de hosts</b> |
|--------------|------------------|-----------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| <b>1</b>     | 192.168.1.0/26   | 255.255.255.192 | 192.168.1.1              | 192.168.1.63     | 62                 |
| <b>2</b>     | 192.168.1.64/26  |                 |                          |                  |                    |
| <b>2.1</b>   | 192.168.1.64/27  | 255.255.255.224 | 192.168.1.65             | 192.168.1.95     | 30                 |
| <b>2.2</b>   | 192.168.1.96/27  |                 |                          |                  |                    |
| <b>2.2.1</b> | 192.168.1.96/28  | 255.255.255.240 | 192.168.1.97             | 192.168.1.111    | 14                 |
| <b>2.2.2</b> | 192.168.1.112/28 | 255.255.255.240 | 192.168.1.113            | 192.168.1.127    | 14                 |

*Fuente: “propia”.*

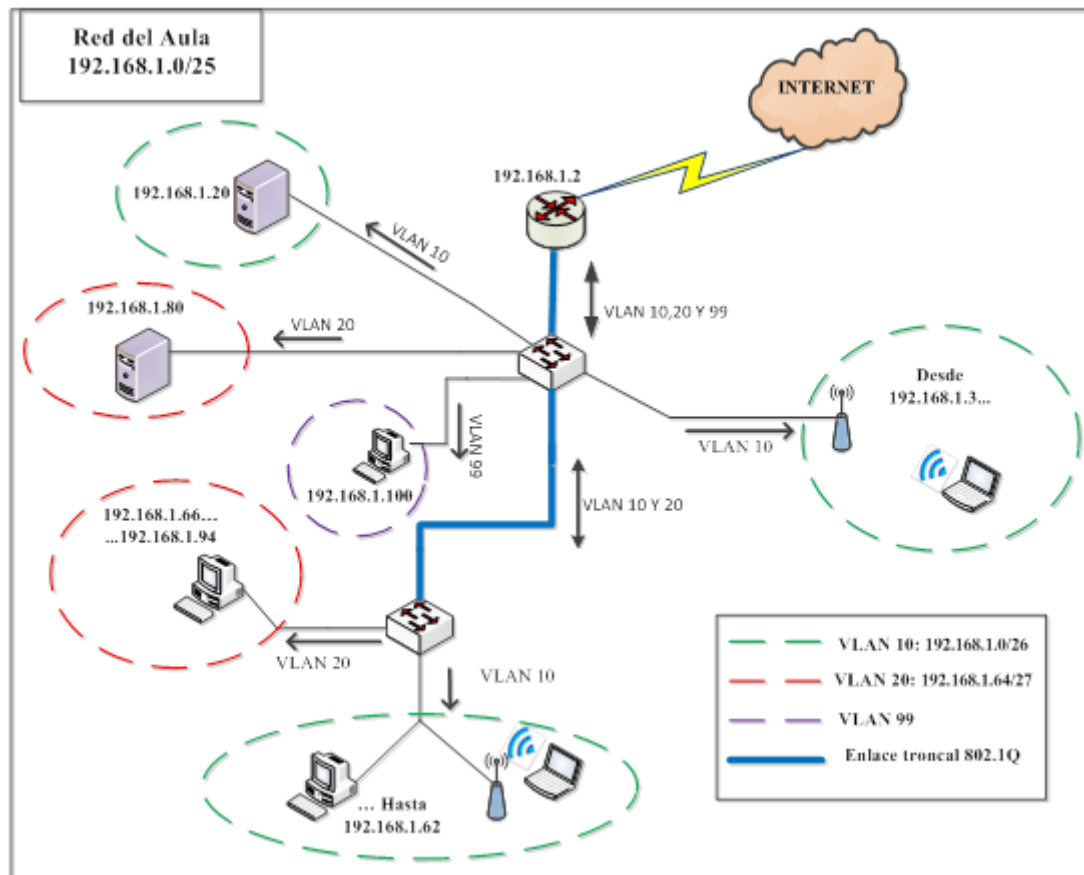
Según la figura 22, que establece las conexiones físicas entre los equipos, se puede observar que hay una conexión entre los dos conmutadores por donde deben circular datos de ambas VLANs para poder establecer la separación de datos correcta. Es por esto que se deben configurar los puertos troncales de los conmutadores que comparten este enlace. La manera de hacerlo es habilitar el tipo de encapsulación a utilizar, la cual deberá ser mediante el estándar 802.1q que permite el envío de múltiples VLANs de forma simultánea encapsuladas en tramas. Este método es posible porque los dispositivos que se están empleando son de capa 2 o superior y, además, porque ambos conmutadores admiten velocidades de Fast Ethernet, requisito mínimo para el enlace.

**Tabla 28:** Asignación de puertos de conmutación

| VLAN | Zona                                        | Puerta de entrada | Puerto de conmutación del enlace |        |
|------|---------------------------------------------|-------------------|----------------------------------|--------|
|      |                                             |                   | Distribución                     | Acceso |
| 10   | Servidor de Moodle                          | 192.168.1.1       | FA0/1                            | -      |
|      | Sala de entrenamientos                      |                   | FA0/4                            | -      |
|      | Desarrolladores y administradores de Moodle |                   | FA0/3                            | FA0/2  |
| 20   | Servidor de control de estudios             | 192.168.1.65      | FA0/2                            | -      |
|      | Control de estudios                         |                   | FA0/3                            | FA0/1  |
| 99   | Administración                              | 192.168.1.113     | 0/24                             |        |

*Fuente: “propia”.*

Una representación gráfica de la topología lógica incluyendo los enlaces de salida de los puertos de conmutación y la troncal que permite la multiplexación de las VLANs, se puede apreciar en la figura 23.



**Figura 23:** Topología lógica de la red  
*Fuente: "propia".*

#### 4.7. Elección y configuración de los dispositivos

##### 4.7.1. Dispositivos de red

###### Enrutador

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de una red tiene que ver con la seguridad. En este caso, el enrutador de la empresa (ver anexo número 1), además de actuar como distribuidor de la señal, seleccionando la mejor ruta de desplazamiento de la información para que la misma se reciba rápidamente, ofrece funciones como cortafuegos y VPN.

Para los usos de este proyecto, el enrutador debe funcionar como intermediario entre Internet y la red interna del centro de formación, además de tener la seguridad que brinda la opción de cortafuegos. Sin embargo, previendo un crecimiento masivo en el número de usuarios que formarán parte de los entrenamientos dentro de la empresa, se podría considerar la posibilidad de crear una red virtual privada (VPN) para los usuarios que se encuentren físicamente alejados de la red interna de la empresa y ya no se tengan los servicios alojados en la web sino solo dentro de los servidores de Wimax. Lo cual se aprecia como una ventaja entre las características del enrutador con el que se cuenta actualmente.

Entonces, se puede concluir que el enrutador disponible en Wimax es ideal para formar parte de este diseño.

### Conmutadores

Existe un término muy importante al momento de escoger un conmutador dentro de una red, el cual se denomina tasa de reenvío (también llamado back-plane en inglés). Estas tasas definen las capacidades de procesamiento de un conmutador mediante la estimación de la cantidad de datos que puede procesar por segundo el mismo.

Entendido esto, se procede a la caracterización de los conmutadores de capa 2 que deberán ser parte de este diseño:

**Tabla 29:** Conmutadores de distribución y acceso

| <b>Características</b>                               | <b>Conmutador de distribución</b> | <b>Conmutador de acceso</b> |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Número de puertos                                    | 12                                | 20                          |
| Interfaz                                             | 10/100Mbps                        | 10/100Mbps                  |
| Tasa de reenvío                                      | 1.2Gbps                           | 0.2Gbps                     |
| Velocidad máxima por puerto según la tasa de reenvío | 100Mbps                           | 10Mbps                      |
| Gestionable                                          | Si                                | Si                          |

*Fuente: “propia”.*

Para el conmutador de distribución, la tasa de reenvío debe garantizar que los dispositivos de red que se encuentran conectados a él y transmiten la señal a dispositivos finales, puedan hacerlo a una velocidad que cubra los requerimientos. Entonces, se propone uno cuya velocidad máxima por cada puerto cuando todos transmiten de manera simultánea es de 100Mbps, valor que se obtiene de dividir 1.2Gbps/12 puertos.

Por otro lado, para no trabajar en el límite pero tampoco sobredimensionar (ya que el espacio físico no permite mayor número de usuarios), se concluye que un conmutador de acceso en la oficina 8-C de 20 puertos capaz de enviar por cada puerto un total de 10Mbps cuando todos los puertos estén siendo utilizados, es una decisión bastante razonable pues se cuenta con un punto de acceso inalámbrico conectado a el que deberá transmitir los datos a usuarios que cuenten con computadores portátiles.

Además, se propone la utilización de conmutadores gestionables ya que permiten acceder a ellos para programarlos y configurar protocolos como el 802.1q antes mencionado. Esto proporciona una gran flexibilidad porque el mismo puede monitorizarse y ajustarse local o remotamente, para proporcionarle el control de cómo se transmite el tráfico en la red y quién tiene acceso a la misma.

Después de caracterizar los conmutadores a utilizar, se procede a la comparación con los que se tienen en la empresa.

Tal como se puede observar en el anexo número 1, los conmutadores que hay en Wimax cuentan con una tasa de reenvío de 9.6Gbps, lo cual al ser dividido entre el número de puertos, da como resultado un total de 200Mbps en cada puerto cuando todos están siendo utilizados de manera simultánea. Lo que quiere decir que son equipos cuya capacidad supera la necesidad actual respecto a la red del centro de

formación que se está diseñando, por lo tanto y para optimizar costos se tomaran los dos equipos como parte de la solución.

#### Puntos de acceso inalámbrico

Las redes inalámbricas difunden datos por un medio que permite fácil acceso, es por esto que la seguridad es tan importante.

Según la figura 22, la señal que llega al punto de acceso inalámbrico de la sala, está conectado directamente en el conmutador de distribución y el enlace permite hasta 100Mbps, por lo tanto esa será la velocidad de transmisión que recibirá el punto de acceso para distribuirla a los diez usuarios que se encontraran en el aula.

Por otro lado, el punto de acceso colocado en la oficina 8-C está conectado directamente del conmutador de acceso. Por lo tanto, la señal cuando llega al punto ya habrá pasado por la troncal y, la velocidad del enlace es menor (10Mbps máximo). Sin embargo, es un valor aceptable pues el número de usuarios que consumirán estos datos inalámbricos es menor por lo tanto la necesidad se reduce.

Evaluando las características de los puntos de acceso que se tienen en Wimax (ver anexo número 1), se pudo concluir que cubren los requerimientos, lo cual es beneficioso ya que se sigue optimizando el uso de los recursos.

#### 4.7.2. Dispositivos finales

#### Servidores virtualizados

Con base en los requerimientos antes establecidos, se consideran como dispositivos finales de esta red los servidores donde se alojaran los datos a utilizar



como recursos del aula interactiva. Como se mencionó, el servidor físico de la empresa será virtualizado mediante un software que permita la división del mismo en dos: contenidos del aula y control de estudios, cada uno de ellos con acceso a VLANs diferentes. El software escogido para este proceso es irrelevante pues cualquiera cumple la función que se requiere, así que se deja a gusto de los administradores de red que se encarguen de la implementación de este diseño en el futuro.

#### **Servidor de contenidos Moodle**

IP: 192.168.1.20.

Espacio en disco: 80GB.

Memoria RAM: 3GB.

VLAN: 10.

#### **Servidor de Control de estudios**

IP: 192.168.1.80.

Espacio en disco: 32GB.

VLAN: 20.

### 4.8. Continuidad operativa de la red

#### 4.8.1. Consideraciones de red

##### Capa de acceso

Como recomendación para futuras ampliaciones de esta red, se propone la adquisición de un nuevo conmutador de acceso, el cual esté ubicado en la oficina 8-A de la empresa. De esta manera se verán correctamente separados los roles que

deberán cubrir cada uno de los conmutadores del sistema; es decir, ya no habrá acceso a la red desde equipos de la capa de distribución.

#### Capa de núcleo

Lo ideal en esta capa sería garantizar redundancia en la red, pero ya que no se quiere sobredimensionar el diseño y los requerimientos actuales no son tales que ameriten la adquisición de más dispositivos, este aspecto no fue tomado en cuenta al menos para el diseño inicial del aula interactiva. Sin embargo, se recomienda, para diseños posteriores en función del crecimiento de los cursos de formación, tomarlo en cuenta como punto fundamental de diseño.

#### 4.8.2. Consideraciones a nivel eléctrico

Culturalmente, Venezuela es un país más reactivo que proactivo y todo lo relativo a prevención de riesgos y fallas no es la excepción, lo cual se acentúa en las organizaciones medianas o pequeñas como Wimac. Dentro de la gestión de Seguridad de Información en una empresa, es importante contar con un plan que garantice la continuidad de operaciones de TI. Para el caso de este diseño, se deben mencionar ciertas tareas a realizar en caso de fallas en la red del aula, así como ya se tomó en cuenta en ítems anteriores la manera de prevenir interrupciones en la sala de entrenamientos referida a los dispositivos finales que allí se encuentran.

El primer paso a seguir cuando hay que hacer un plan de continuidad operativa es la realización de respaldos de información. Esto se omitirá ya que toda la información manejada en la red (por ambas VLANs), será alojada en servidores externos, lo cual implícitamente funciona como un “respaldo en la nube”.

**SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida):** Es un aspecto muy importante en los diseños de red. Un sistema de SAI, también conocido como UPS (del inglés Uninterruptible Power Supply), es un dispositivo que gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado a todos los dispositivos que tenga conectados. Otras de las funciones que se pueden adicionar a estos equipos es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión.

En Wimax se cuenta con un solo UPS (ver anexo número 1) para la red actual. Por tanto, se propone la adquisición de un nuevo equipo para cubrir la red del aula. Sin embargo, detallar las características del equipo necesario requiere de un estudio del consumo de energía de todos los equipos que se alimentan de corriente eléctrica en el diseño de la nueva red; lo cual no es parte del alcance. Sin embargo, existe una función a considerar para la adquisición del dispositivo, a saber:

**UPS de red:** el UPS se conecta directamente con la red Ethernet y el Internet, dando soporte de monitoreo en tiempo real y control a través de la red por medio de un navegador Web estándar, un sistema de administración de red con cumplimiento SNMP o un software de administración de energía. Con este equipo se podrá monitorear el estado de suministro de energía a los dispositivos de la red y llevar un control del mismo para prevenir interrupciones.

## CONCLUSIONES

Un Aula Interactiva no es más que la combinación de elementos tecnológicos de apariencia familiar, manejo intuitivo y de gran potencia, que permiten una progresiva innovación de las prácticas docentes.

La utilización de tecnologías digitales en el Aula Interactiva combinada con una red de datos que permita la conectividad dentro de la misma y el acceso a Internet para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se traduce en ahorro de tiempo en la preparación de los cursos y en aumento de motivación por parte de los beneficiados del sistema.

La fácil integración de los recursos de hardware y software seleccionados para este diseño, con otros ya existentes en la infraestructura tecnológica de Wimax, permitió la elaboración de una propuesta que incluyera la instalación y configuración de los elementos del Aula Interactiva en la Sala de Entrenamiento, de manera rápida y sencilla.

Por otro lado, si se considera al Aula Interactiva como un nuevo producto, se puede decir que este trabajo abarcó todos los parámetros del estudio de la ingeniería per sé, desde la generación de ideas, pasando por filtros que permitieron la eliminación de conceptos que no encajaban en el diseño hasta el diseño de una propuesta en función de los beneficios que la misma presenta. Además, siendo un desarrollo en el ámbito de los negocios y la ingeniería, el estudio de mercado realizado también formó parte importante de los primeros pasos a seguir en la gestión del ciclo de vida de dicho producto final.

## RECOMENDACIONES

- El presente trabajo cubre los parámetros de un diseño en función a unos requerimientos específicos. Por tanto, se recomienda el desarrollo de un plan que permita la puesta en producción del mismo y a su vez, cubra el análisis de transferencia tecnológica con los usuarios del Aula Interactiva en Wimax. Es decir, un estudio que permita conocer a ciencia cierta cuál es el impacto social que genera la inclusión digital en un aula destinada a Desarrollo de Software dentro de una empresa tecnológica.

- Por otra parte, una vez implementado este diseño en Wimax, se recomienda tomar en cuenta las consideraciones para mantener la continuidad operativa del Aula Interactiva. Lo cual se refiere tanto al cuidado y buen aprovechamiento de los periféricos de la sala, como a la adquisición de nuevos dispositivos de red para permitir la mejor distribución de los datos en la misma, además de la escalabilidad pertinente.

- Cuando se hizo un estudio de mercado sobre las diferentes implementaciones de Aulas Interactivas en el mundo, se estableció una gama de propuestas en función de la estructura actual educativa en Venezuela. Siendo así, se recomienda evaluar cada mercado meta por separado y estructurar una matriz de soluciones en función de los requerimientos de cada centro de estudio y la disponibilidad de los productos, para ofrecer distintas alternativas a quienes lo soliciten.

- Al desarrollar el Aula Interactiva como un producto final que varía según los requerimientos del centro de enseñanza que lo solicite, se recomienda la disposición de un área en Wimax que funcione como cuarto de demostraciones abastecido de los recursos del aula y que permita a los centros interesados en adquirir el producto, tener encuentro en tiempo real con el mismo previo a la adquisición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Corporación Wimax Systems, C.A., «Corporación Wimax Systems, C.A.,» 2006. [En línea]. Available: <http://www.wimax.biz/>. [Último acceso: abril 2013].
- [2] I. Dussel y L. A. Quevedo, «Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital,» Fundación Santillana, 2010. [En línea]. Available: <http://virtualeduca.org/efd/pdf/ines-dussel.pdf>. [Último acceso: julio 2013].
- [3] Ciberespacio, «Ciberespacio,» [En línea]. Available: <http://www.ciberespacio.com.ve/2013/06/software/akademia-plataforma-web-con-tecnologia-de-ultima-generacion/>. [Último acceso: julio 2013].
- [4] «Pizarra Digital Interactiva,» [En línea]. Available: [http://cursos.institucion.org/pizarradigitalinteractiva/clase\\_02/exposicion/central1.htm#39](http://cursos.institucion.org/pizarradigitalinteractiva/clase_02/exposicion/central1.htm#39). [Último acceso: julio 2013].
- [5] E. Dans, «Educación online: Plataformas educativas y el dilema de la apertura,» marzo 2009. [En línea]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/3234/1/dans.pdf>. [Último acceso: 07 2013].
- [6] Plusformación: tu red social educativa, «Plusformación: tu red social educativa,» [En línea]. Available: <http://www.plusformacion.com.ve/blog/2011/5/12/Universidad-Virtual-Siglo-XXI>. [Último acceso: 2013 julio].
- [7] A. J. M. Guerrero, «Observatorio Tecnológico,» 2011. [En línea]. Available: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/software-educativo/1007-monografico-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-mediante-el-uso-de-plataformas-virtuales-en-distintas-etapas-educativas?start=3>. [Último acceso: julio 2013].

- [8] Virtual Educa, «Virtual Educa,» [En línea]. Available: <http://www.virtualeduca.org/exposicion/>. [Último acceso: julio 2013].
- [9] L. Perozo, «La prensa de Monagas,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.laprensademonagas.info/Articulo.aspx?aid=94100>. [Último acceso: agosto 2013].
- [10] Ericom, «Ciberespacio,» junio 2013. [En línea]. Available: <http://www.ciberespacio.com.ve/2013/06/software/akademia-plataforma-web-con-tecnologia-de-ultima-generacion/>. [Último acceso: agosto 2013].
- [11] R. Marquina, «El uso de Moodle en la Educación Superior Venezolana como una opción para ampliar el campo de acción de los estudios de postgrado,» 2012. [En línea]. Available: <http://es.scribd.com/doc/154219361/Uso-Moodle>. [Último acceso: julio 2013].
- [12] L. Marín, «ANÁLISIS DE LA LEY DE CUADRADO INVERSO PARA MEDICIÓN PRÁCTICA DE ILUMINANCIA,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.latindex.ucr.ac.cr/ing006/ing006-08.pdf>. [Último acceso: octubre 2013].
- [13] R. Herrera, «Grabación de sonido,» julio 2012. [En línea]. Available: <http://www.infocomm.org/cps/rde/xchg/infocomm/hs.xsl/33990.htm>. [Último acceso: octubre 2013].
- [14] C. Moreno, *Clases de TCP/IP*, Caracas, 2012.
- [15] E. Martinez, «Eveliux,» julio 2007. [En línea]. Available: <http://www.eveliux.com/mx/cable-coaxial.php>. [Último acceso: septiembre 2013].
- [16] <http://informatica.iescuravalera.es/>, «<http://informatica.iescuravalera.es/>,» [En línea]. Available: <http://informatica.iescuravalera.es/iflica/gtfinal/libro/c44.html>. [Último acceso: septiembre 2013].

- [17 Redes (IS20), «Redes (IS20),» 2002-2003. [En línea]. Available:  
] [http://www3.uji.es/~redondo/redes/capitulo3\\_IS20.pdf](http://www3.uji.es/~redondo/redes/capitulo3_IS20.pdf). [Último acceso:  
septiembre 2013].
- [18 «Introducción a redes de computadoras,» [En línea]. Available:  
] <http://www.hpca.ual.es/~vruiz/docencia/redes/teoria/html/texputse22.html#x31-270003.2>. [Último acceso: septiembre 2013].
- [19 Lantronix, «Lantronix,» [En línea]. Available:  
] [http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Lantronix/guia\\_et\\_p1.html](http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Lantronix/guia_et_p1.html). [Último  
acceso: septiembre 2013].
- [20 Topologías y redes, «Topologías y redes,» abril 2011. [En línea]. Available:  
] <http://topologiayredes.wordpress.com/tag/topologia-logica/>. [Último acceso:  
octubre 2013].
- [21 Lantronix, «Lantronix,» [En línea]. Available:  
] [http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Lantronix/guia\\_et\\_p3.html](http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Lantronix/guia_et_p3.html). [Último  
acceso: septiembre 2013].
- [22 «Topologías de red,» [En línea]. Available:  
] <http://www.angelfire.com/mi2/Redes/topologia.html>. [Último acceso: septiembre  
2013].
- [23 Configurar redes Linux y Cisco, «Configurar redes Linux y Cisco,» mayo 2011.  
] [En línea]. Available: <http://www.redesymas.org/2011/05/disenio-de-redes-modelo-jerarquico.html>. [Último acceso: octubre 2013].
- [24 Introducción a las redes de computadoras, «Introducción a las redes de  
] computadoras,» [En línea]. Available:  
<http://www.hpca.ual.es/~vruiz/docencia/redes/teoria/html/texputse144.html#x219-27400023.3>. [Último acceso: octubre 2013].
- [25 P. Anderson, «Eduteka,» diciembre 2007. [En línea]. Available:  
] <http://www.eduteka.org/Web20Intro.php>. [Último acceso: octubre 2013].



- [26 Oracle, «Oracle,» 2010. [En línea]. Available: <http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipov-34/index.html>. [Último acceso: octubre 2013].
- [27 Enciclopedia Universal, «Enciclopedia Universal,» 2012. [En línea]. Available: [http://enciclopedia\\_universal.esacademic.com/29621/XGA](http://enciclopedia_universal.esacademic.com/29621/XGA). [Último acceso: octubre 2013].
- [28 NGN Cloud, «NGN Cloud. Soluciones Tecnológicas Sostenibles,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.ngncloud.com/2013/09/zoho-crm-la-nueva-plataforma-para-la-educacion-a-distancia-parte-ii/>. [Último acceso: septiembre 2013].
- [29 NGN Cloud, «NGN Cloud. Soluciones Tecnológicas Sostenibles,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.ngncloud.com/2013/06/zoho-factura-gestion-de-facturas-en-linea/>. [Último acceso: septiembre 2013].
- [30 Zoho Corp. Invoice Software, «Zoho Corp. Invoice Software,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.zoho.com/invoice/help/integration/zoho-invoice-zoho-crm-integration.html>. [Último acceso: septiembre 2013].
- [31 L. Chiliquinga, «Entornos virtuales bajo plataforma Moodle,» julio 2013. [En línea]. Available: [http://www.slideshare.net/veronica\\_2013/plataformas-virtuales-24404268](http://www.slideshare.net/veronica_2013/plataformas-virtuales-24404268). [Último acceso: octubre 2013].
- [32 *Install Moodle 2.2 on BlueHost.com Server Part 1*. [Película]. EEUU: Youtube, 2012.
- [33 V. Colina, «Servicioshosting.com,» 2013. [En línea]. Available: <http://servicioshosting.com/knowledgebase/62/Consejos-para-mantener-su-sitio-Moodle-seguro.html>. [Último acceso: agosto 2013].

## BIBLIOGRAFÍA

- C. Moreno, *Clases de TCP/IP*, Caracas, 2012.
- R. Santana, *Clases de Sistemas de Telecomunicaciones II*, Caracas, 2012.
- Fundación Telefónica, Alfabetización digital y competencias informacionales, Barcelona, España: Ariel, S.A., 2012.
- E. Lovos, A. González, I. Mouján, R. Bertone y M. Cristina, «Estrategias de Enseñanza Colaborativa para un Curso de Programación de Primer Año de la Lic. En Sistemas».
- B. Vásquez y J. Molina, «Instructivo y normalización para la elaboración de trabajos especiales de grado,» Caracas, 2008.
- J. Tipán, «Desarrollo de una Pizarra Digital Interactiva de bajo costo mediante el uso de lápices infrarrojos y detección con Wiimote,» Quito, 2012.
- Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo, Limehouse Book Sprint Team, 2007.
- F. G. Arias, El proyecto de investigación. Guía para su elaboración, Caracas: Episteme Oriol Ediciones, 1999.
- D. Miller y D. Glover, «The Interactive Whiteboard as a Force for Pedagogic Change: The Experience of Five Elementary Schools in an English Educational Authority,» *Information Technology in Childhood Education Annual*, nº 1, pp. 5-19, 2002.
- D. Rada, «diseño de un programa de capacitación y actualización en las actividades académicas, fundamentado en las TICs, mediante el uso eficaz de la Pizarra Digital Interactiva (PDI), dirigido a la docencia del postgrado de la UNA, nivel central Caracas...,» Universidad Nacional Abierta, Centro Local Metropolitano, Caracas, 2012.

J. Maguiña, «Estudio de la formación de una empresa de servicios E-Learning y B-Learning,» Universidad Monteávila, Caracas, 2010.

J. Marugán, «Diseño de infraestructura de red y soporte informático para un centro público de educación infantil y primaria,» Escuela Universitaria de Informática Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2010.

C. Betcher y M. Lee, *The Interactive Whiteboard Revolution*, Camberwell: ACER Press, 2009.

Comité Técnico de Normalización CT6 Higiene, Seguridad y Protección, *Iluminancias en tareas y áreas de trabajo. COVENIN 2249-93*, Caracas: FONDONORMA, 1993.

R. J. Marzano, «Teaching with Interactive Whiteboards,» *The Art and Science of Teaching*, vol. 67, n° 3, p. 80, 2009.

R. Braden, «Requirements for Internet Hosts - Communication Layers,» Network Working Group, 1989.

P. Marqués, *Pizarra Digital*, Barcelona: Grupo edebé, 2006.

## GLOSARIO

**Alfabetización digital:** Se refiere a la habilidad para localizar, organizar, entender, evaluar y analizar información utilizando tecnologías digitales. Implica tanto el conocimiento de cómo trabaja la alta tecnología de hoy como la comprensión de cómo puede ser utilizada.

**Alojamiento web:** en inglés web hosting, es un servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, video, o cualquier contenido accesible vía web.

**Bluetooth:** es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre distintos dispositivos a través de un enlace por RF en la banda de 2,4GHz.

**Brecha digital:** se refiere a la distancia existente entre áreas individuales, residenciales, de negocios y geográficas en los distintos niveles socioeconómicos en relación con sus oportunidades para tener acceso a las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), así como también al uso de Internet.

**Equipos activos:** Son dispositivos o equipos que permiten comunicación entre otros equipos en una Red.

**Escuela 2.0:** ha sido el último proyecto de integración de las TIC en los centros educativos. El objetivo era poner en marcha las aulas digitales del siglo XXI, aulas dotadas de infraestructura tecnológica y de conectividad.

**La nube:** también llamado Cloud Computing en inglés, se refiere a un sistema informático basado en Internet y centros de datos remotos para gestionar servicios de

información y aplicaciones. Esta tecnología ofrece un uso mucho más eficiente de recursos al proveer solo los necesarios en cada momento.

**Latencia:** Se refiere a la suma de retardos temporales dentro de una red. Estos retardos pueden ser producidos por la demora en la transmisión de paquetes y la propagación de los mismos.

**Multiplexación:** Es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

**Parametrizar:** se refiere al proceso mediante el cual un sistema se puede moldear según especificaciones o parámetros previamente establecidos; es decir, se trata de establecer los límites de un desarrollo en función de las variables propias de una necesidad.

**Radiofrecuencia:** denominado también espectro de radiofrecuencia o RF, se refiere a la porción menos energética del espectro radioeléctrico, situada entre unos 3KHz y unos 300GHz. El hercio [Hz] es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas y corresponde a un ciclo por segundo.

## [ANEXO N° 1]

### [LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN]

#### 1.1. Espacio físico de la sala de entrenamientos

La Corporación Wimax Systems, C.A. cuenta con dos oficinas (8-A y 8-C) que están ubicadas en la Torre La California, piso 8, en la avenida principal de Macaracuay.

Dentro de las instalaciones de la oficina 8-A se encuentra la sala que será utilizada para dictar los cursos de formación corporativa, como se puede observar en la figura A-2. La misma, cuenta con un área de aproximadamente 23 metros cuadrados y sus dimensiones son 5,35 x 4,30 x 2,26 metros.



**Figura A-1:** Sala de entrenamientos de la oficina 8-A.

*Fuente: “propia”.*

El mesón ubicado en esta sala de entrenamientos está compuesto de doce mesas pequeñas unidas entre sí. Tal como se muestra en la figura A-1, el mesón tiene forma de rectángulo, conformado por tres mesas de un lado y cuatro mesas del otro.

Cada una de estas mide 72cm\*72cm, haciendo que el mesón tenga un área de aproximadamente 6.5 metros cuadrados.



**Figura A-2:** Ubicación de la sala de entrenamientos.

*Fuente: “propia”.*

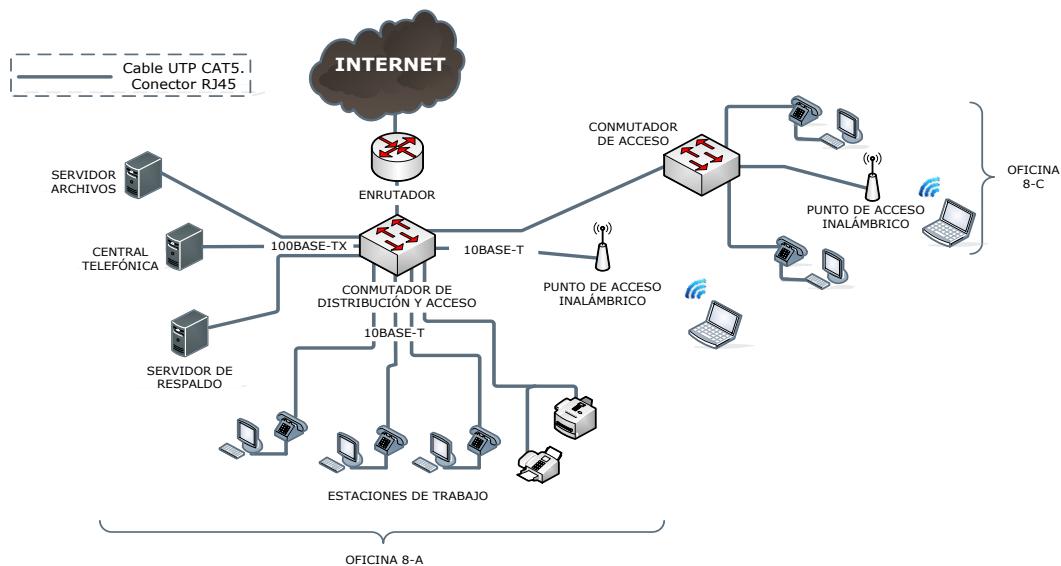
## 1.2. Red local de Wimax

En esta etapa del proyecto se muestran tanto el esquema físico como lógico de la red LAN con que cuenta Wimax, para formular y dimensionar la propuesta de aula interactiva. Se tomó en cuenta para el levantamiento de información: cantidad y

ubicación puntos de red, cantidad de equipos, acceso inalámbrico, servicios, entre otros.

Para empezar, el servicio de internet de Wimac se obtiene a través de dos proveedores (ISP), los cuales son CANTV e INTER. El módem CANTV brinda una conexión ADSL con un ancho de banda de 3Mbps en la bajada (download) y 1Mbps en la subida (upload). Por otro lado, INTER provee un servicio también ADSL pero con 4Mbps en la bajada y 1Mbps en la subida.

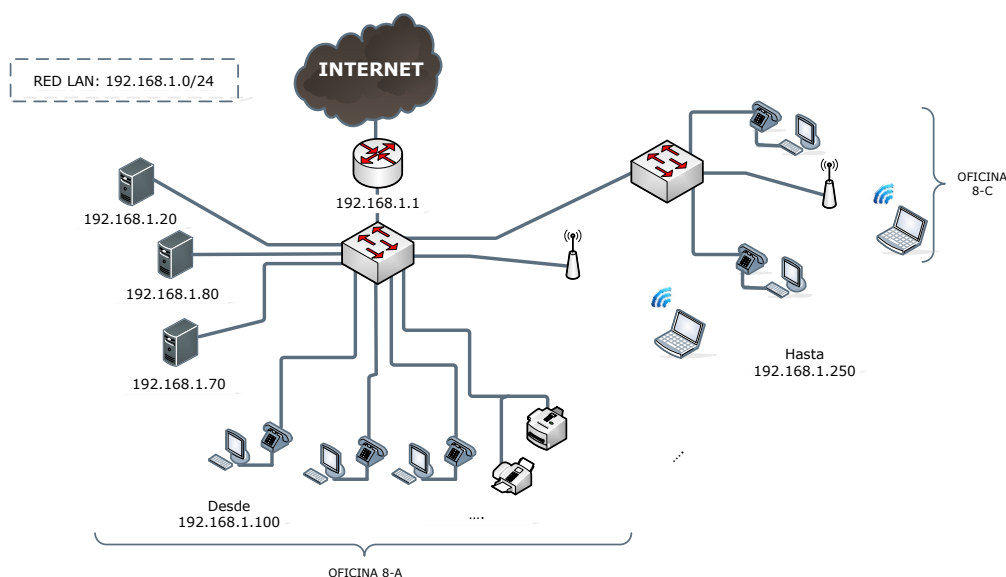
La red IP pública de alguno de los dos ISP está siendo Nateada (NAT) a la IP privada 192.168.1.0 cuya máscara de subred 255.255.255.0. Las direcciones IP asignadas a los usuarios son direcciones dinámicas otorgadas por DHCP, función de la que se encarga el enrutador. El rango de direcciones desde 192.168.1.2 hasta 192.168.1.99 son direcciones estáticas destinadas a equipos fijos como servidores, enrutadores, entre otros.



**Figura A-3:** Topología física de la red en Wimac.

*Fuente: "propia".*





**Figura A-4:** Topología lógica de la red en Wimax.

*Fuente: “propia”.*

Se cuenta con dos conmutadores, uno en el cuarto de equipos de la oficina 8-A y otro en el rack de pared de la oficina 8-C.

La oficina 8-A está compuesta por ocho oficinas y una recepción; en total se cuenta con veintiún computadores (algunas de sobremesa y otras portátiles) y cinco impresoras; todos estos equipos están conectados a la red que cuenta con cincuenta y dos puntos distribuidos por las paredes en toda la oficina. Actualmente, se hace uso de aproximadamente veinticinco puntos de red durante el horario de oficina. Todo esto se puede observar en la figura A-10.

La oficina 8-C (observada en la figura A-11), cuenta con dos oficinas y una recepción, sumando en total quince computadores (sobremesa y portátiles) y una impresora. Actualmente se hace uso de aproximadamente seis puntos de red en horario de oficina.

A continuación, se muestran las características de cada uno de los equipos antes mencionados.

| <b>Enrutador</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cisco RV042 (1 Unidad)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                        |  |
| Frontal                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Reverso                                                                            |
| <b>Características Técnicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacidad para VPN.</li> <li>➤ Puerto y capacidad para DMZ (zona de desmilitarización) .</li> <li>➤ DHCP.</li> <li>➤ 4 Puerto Ethernet 10/100Mbps (Conmutación).</li> <li>➤ 2 Puertos Ethernet Dual WAN (balanceo de carga).</li> <li>➤ Cortafuego.</li> </ul> |                                                                                    |

**Figura A-5:** Enrutador de Wimax.

*Fuente: “propia”.*

| <b>Conmutador</b>                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TP-LINK TL-SF1048 (2 Unidades)</b>                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                        |
| <b>Características Técnicas</b>                                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacidad de Conmutación 9.6 Gbps</li> <li>➤ Auto gestionable</li> <li>➤ Estándares y Protocolos IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x</li> <li>➤ 48 Puerto RJ-45 10/100 Mbps</li> <li>➤ Plug and Play</li> </ul> |

**Figura A-6:** Conmutadores de Wimax.

*Fuente: “propia”.*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Punto de Acceso Inalámbrico</b></p> <p><b>TENDA W301AP (2 unidades)</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Características Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estándares: IEEE802.11n/g/b; IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3ab.</li> <li>➤ Interfaces: 1puerto 10/100/1000M Ethernet.</li> <li>➤ Velocidad de transmisión inalámbrica: Hasta 300Mbps.</li> <li>➤ Seguridad: Filtro de direcciones MAC inalámbrico (Control de Acceso Inalámbrico); WEP, WPA-PSK/WPA2-PSK, WPA/WPA2; Seguridad inalámbrica: habilitado/deshabilitado.</li> <li>➤ Funciona también como “puente” repetidor de señal cuando se conecta a un enrutador inalámbrico.</li> </ul> |

**Figura A-7:** Puntos de acceso inalámbrico de Wimax.

*Fuente: “propia”.*

|                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Servidor de Archivos y Repositorio</b></p> <p><b>Inspur NF5280M2 (1 Unidad)</b></p>                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Características Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Procesador Intel Xeon E5600 2.4GHz x 16</li> <li>➤ 28 GB RAM</li> <li>➤ Disco Duro 580 GB</li> <li>➤ 6 Puertos USB 2.0</li> <li>➤ 3 Puerto Ethernet 10/100/1000Mbps</li> </ul> |

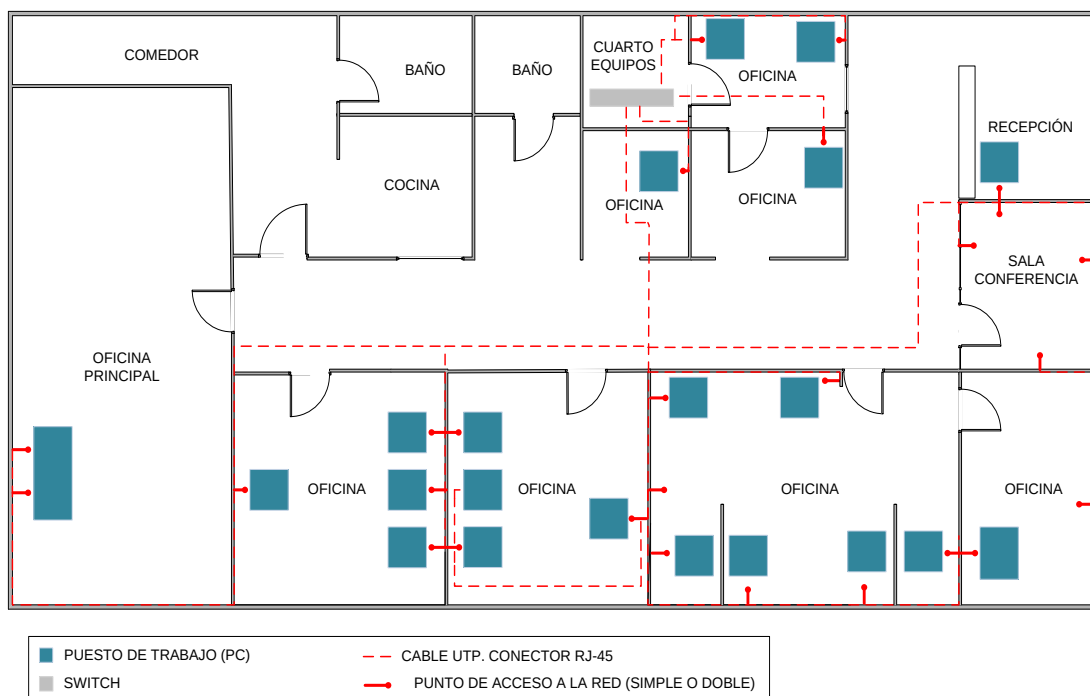
**Figura A-8:** Servidor de archivos y repositorio de Wimax.

*Fuente: “propia”.*

| Sistema de Alimentación Ininterrumpida<br>UPS APC (RS1300)                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                     |
| Características Técnicas                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tiempo de recarga: 16 horas.</li> <li>➤ Duración de reserva a media carga: 18.4 minutos (390 Vatios).</li> <li>➤ Duración de reserva (carga completa): 6.4 minutos (780 Vatios).</li> </ul> |

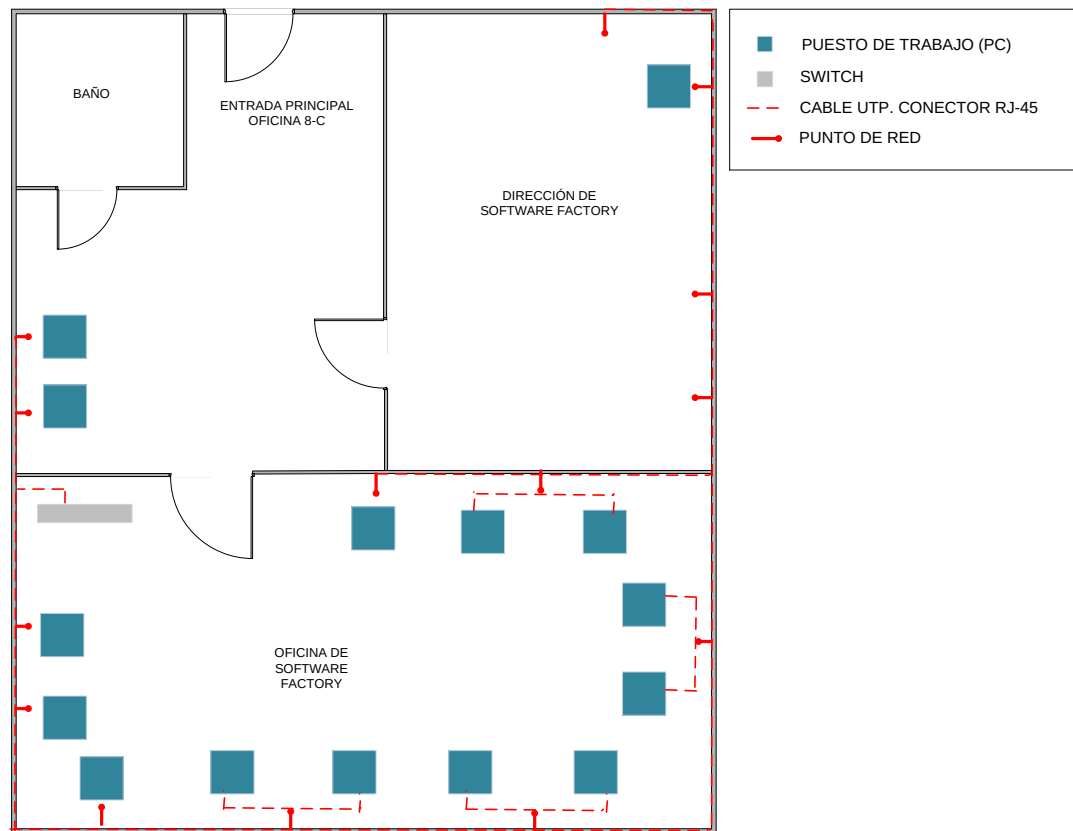
**Figura A-9:** UPS de Wimac.

*Fuente: “propia”.*



**Figura A-10:** Distribución puntos de red oficina 8-A.

*Fuente: “propia”.*



**Figura A-11:** Distribución puntos de red oficina 8-C.

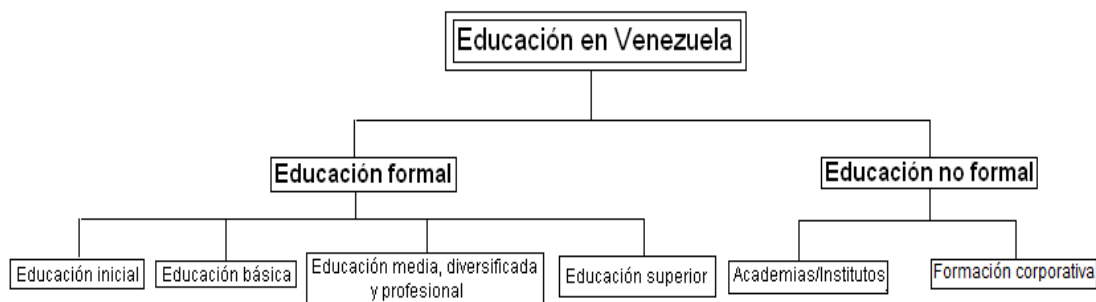
*Fuente: “propia”.*

## [ANEXO N° 2]

### [ESCENARIOS DE AULAS INTERACTIVAS]

Para poder entender las posibles oportunidades que presenta el sector de las TIC en la educación venezolana, es necesario conocer el sistema educativo actual. Según la Ley Orgánica de Educación vigente (1980), se pueden destacar dos grandes bloques: la educación formal y la no formal.

La educación formal abarca alumnos desde los 0 años hasta la formación profesional y de posgrado que imparten instituciones como las universidades y los institutos universitarios. La educación no formal abarcaría el resto de los servicios educativos complementarios como las instituciones y academias extraescolares para ayudar a los alumnos a aumentar su rendimiento y los cursos de formación corporativa.



**Figura A-12:** Educación en Venezuela

*Fuente: “propia”.*

Entonces, según el estudio de mercado mostrado en el capítulo II, se presentan propuestas de aula interactiva para distintos escenarios, los cuales varían dependiendo de ciertas variables, como por ejemplo la edad y el nivel de educación de los estudiantes beneficiados con el sistema.

## **Escenario 1. Educación inicial**

### **Características:**

- Se encuentran en pleno desarrollo las habilidades de percepción visual y habilidades motrices visuales.
- Estudios confirman que a los 6 años los niños son capaces de escribir nombres y saberse algunas letras de memoria. Ya cuando tienen 8 años, son capaces de leer y escribir. Entienden información de gráficos y tablas, lee instrucciones y explica los pasos a seguir, comprende lo que lee, entre otras habilidades.

### **Propuesta:**

En esta etapa, los alumnos no tienen computadores personales, ya que es primordial para su crecimiento, desarrollar las habilidades antes mencionadas. Entre estas, aprender a escribir, para lo cual necesitan utilizar cuadernos y lápices como en el método de enseñanza tradicional. Los periféricos serán:

- Pizarra digital interactiva de gran formato, con tecnología táctil para permitir que los niños puedan manejarla con sus propios dedos.
- Proyector cañón corto, que se encuentre fijo en el techo para evitar que sea manejado por algún alumno.
- Computador para el profesor, con el cual desarrollar el contenido del curso.
- Repetidor de internet inalámbrico.
- Pupitres digitales para los alumnos. Consisten en pequeñas mesas con una pantalla digital multi-táctil y permite la interacción directa de varios alumnos a la vez.
- Visualizador. Se trata de una cámara que permite observar objetos 3D de forma inmediata en la pizarra digital para ser mostrados a toda la clase.
- Servidor del aula, donde se puedan alojar las aplicaciones, contenido multimedia, documentos, y todo lo que necesite ser almacenado en formato digital.

## **Escenario 2. Educación básica**

### **Características:**

- Jóvenes que saben mucho de las TIC.
- La mayoría no tiene juicio crítico sobre lo que es importante al hacer una búsqueda en internet.
- La mayoría no domina inteligentemente las aplicaciones y los programas que brindan las TIC para conseguir la resolución de problemas relacionados con sus estudios.
- Se debe asegurar el aprendizaje de los alumnos en la escuela utilizando los ordenadores y demás dispositivos con supervisión del docente.

### **Propuesta:**

Mismos elementos del escenario 1, con ciertos cambios:

- PDI, de tecnología electromagnética, ya que la más resistente a golpes y de mayor precisión.
- Tableta interactiva portátil, para manejar la pizarra de gran formato de manera remota dentro del aula.
- Computador para los alumnos, en vez de pupitres digitales. Se recomienda el uso de tablet PC.
- Dispositivo llamado sistema de votación, de tamaño similar al de un teléfono inteligente y el cual permite al profesor realizar preguntas de selección simple y observar la respuesta del o los alumnos que tengan el equipo de manera instantánea. Incluso puede ofrecer un gráfico detallado de las opciones respondidas.
- Carrito de almacenamiento y carga de ordenadores. El cual permite almacenar de forma segura hasta 50 computadores y suministrarles la energía necesaria para recargar sus baterías.



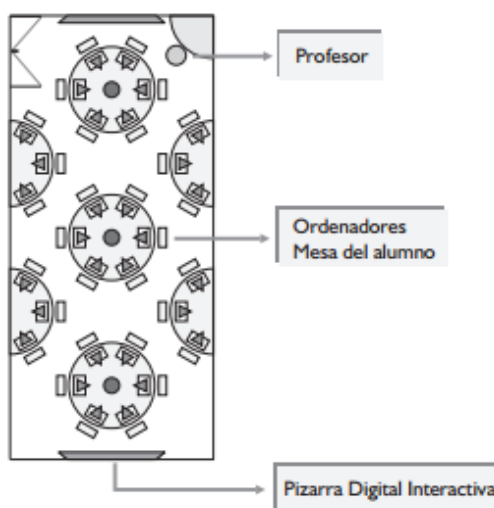
### Escenario 3. Educación media diversificada y profesional/Educación superior

#### Características:

- Última etapa del Bachillerato.
- Cursos pre universitarios.
- Institutos Universitarios Tecnológicos.
- Universidades, entre otros.

#### Propuesta:

En esta etapa, el profesor deja de tener el control total de los alumnos y la clase. Se propone una disposición en el aula que permita una mayor interacción con los estudiantes. Es decir, que tanto el educador como los educados se encuentren en un entorno de trabajo diferente:



**Figura A-13:** Disposición del aula propuesta en escenario 3.

*Fuente: “Experiencias pedagógicas con el modelo CAIT”.*

En esta disposición, los alumnos se acostumbran tanto a un trabajo colaborativo como autónomo. Es más efectiva la interacción entre los alumnos, el desarrollo del trabajo en equipo y la asesoría del profesor a cada uno de ellos ante cualquier duda. Los equipos propuestos coinciden con los del escenario 2, y se suma a ellos un sistema de audio externo capaz de reproducir a una potencia mínima de 20Watts y con micrófono inalámbrico. Esto ya que la clase se puede dictar en un auditorio con gran número de estudiantes.

#### **Escenario 4. Formación corporativa**

##### **Características:**

- Usos puntuales, donde la formación ya no es académica sino que comprende un pensum específico y de contenido restringido dependiendo de lo que se quiera ofrecer en cada empresa.
- Proporcionar conocimientos específicos orientados a resolver tareas concretas.
- Muchos profesionales toman los programas de capacitación voluntariamente con el fin de pasar por hechos simples que tienden a olvidar cuando pierden contacto con el puesto de trabajo.
- Hay dos tipos de personas que se consideran para la formación y el desarrollo profesional, que son: los que tienen las calificaciones, pero no la experiencia y aquellos que tienen la aptitud y la experiencia, pero no las calificaciones.
- El desarrollo de la formación profesional se ocupa de las personas altamente creativas y proporcionándoles las herramientas y los conocimientos para subir al próximo nivel.

### **Propuesta:**

En este caso, la solución dependerá directamente de las necesidades de cada empresa. Sin embargo, se puede manejar una propuesta que contenga todos estos equipos y serán opcionales o no para cada situación particular:

- PDI de gran formato fija o móvil, referiblemente táctil.
- Proyector cañón corto.
- Equipo de video conferencia con micrófono y altavoces.
- Opción a TV.
- Computadores para los participantes, cuyas especificaciones varían dependiendo del caso de estudio.
- Carrito de carga y almacenamiento de portátiles.
- Servidor para alojar los cursos de formación y todo lo que necesite ser almacenado en formato digital.
- Enrutador o repetidor de señal inalámbrica.

Desde un punto de vista teórico, todas las empresas, sin importar su tamaño, deberían apostar por capacitar a sus empleados. Sin embargo, al abordar el plano práctico, no todas cuentan con los recursos necesarios para crear y después sostener una escuela de formación dentro de sus instalaciones. Muchas veces, asumir este reto se traduce en costes que no toda PYME (Pequeña y Mediana Empresa) puede asumir.

## [ANEXO N° 3]

### [PROPUESTA DE AULA INTERACTIVA PARA WIMAC]

#### 3.1. Instalación y configuración de los periféricos del aula

Se mostrará los pasos a seguir para la configuración de los equipos que formarán parte de la sala de entrenamiento de Wimac. Algunos de ellos se lograron implementar ya que se contaba con los equipos, a pesar de no ser parte del alcance del proyecto. Además, se mostraran algunas funciones del software de la PDI.

##### **Paso 1**

Fijar la PDI en la pared siguiendo el manual del fabricante.



**Figura A-14:** Paso 1 de la propuesta final.

*Fuente: “propia”.*

### Paso 2

Fijar el proyector en el techo, a 1,5m de la PDI.

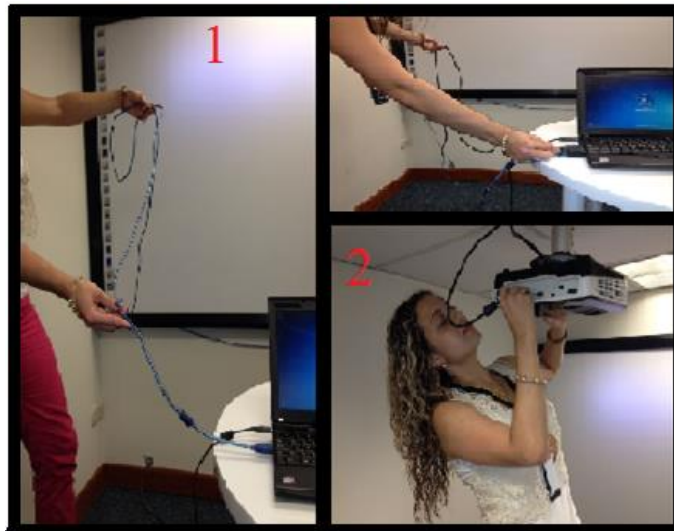


**Figura A-15:** Paso 2 de la propuesta final.  
*Fuente: "propia".*

### Paso 3

Conexión de equipos:

1. Conectar la PDI con el computador vía USB.
2. Conectar el computador con el proyector vía cable VGA.

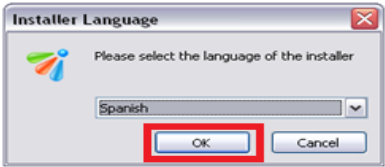
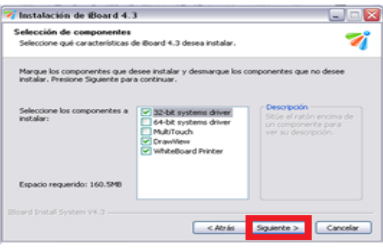
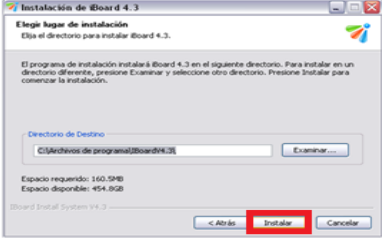


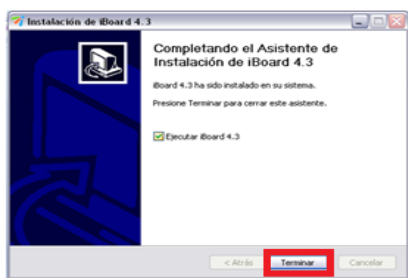
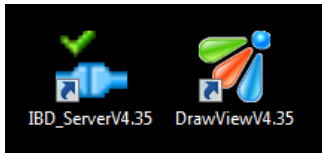
**Figura A-16:** Paso 3 de la propuesta final.  
*Fuente: "propia".*

#### Paso 4

Instalar el software IBoard en el computador, el cual permite la conexión entre la pizarra y el mismo. La última versión del mismo es la 4.3, por lo cual esa fue la que se utilizó. Este software está contenido en el CD de instalación del proveedor.

**Tabla A-1:** Paso 4 de la propuesta final

|                                                                                                               |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. En el CD que trae el producto se hizo click en el ícono de instalación.                                    |    |
| 2. A continuación se seleccionó español como lenguaje de instalación.                                         |    |
| 3. Apareció la siguiente pantalla, se hizo click en siguiente.                                                |  |
| 4. En esta pantalla se marcaron los componentes indicados y se hizo click en siguiente.                       |  |
| 5. A continuación se indicó el lugar en donde se instaló el programa, y finalmente se hizo click en instalar. |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>6. Al ver esta pantalla el programa estuvo correctamente instalado y se pudo comenzar a trabajar con él, click en terminar.</p>                                                                                                                                                                                                                        |   |
| <p>Una vez instalado el programa en el computador aparecerán los siguientes accesos directos en el escritorio.</p>                                                                                                                                                                                                                                        |   |
| <p>El IBD_Server se utiliza para conectar el computador a la pizarra. Se hace doble click sobre el icono y en ese momento se inicia la sincronización manual. En la esquina inferior derecha de la pantalla sobre el icono de conectividad aparece un visto bueno que indica que la conexión está establecida. En caso contrario, aparecerá una equis</p> |  |

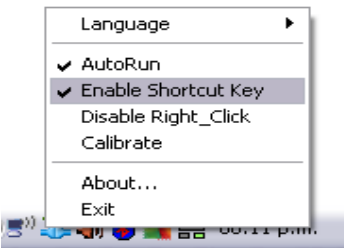
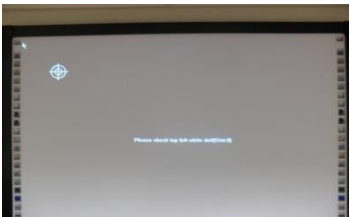
*Fuente: “propia”.*

También se debe instalar el software Scrapbook en el computador, el cual permite la conexión entre la tableta interactiva y el mismo. La última versión es la 2.2.3. Este software está contenido en el CD de instalación del proveedor. Sin embargo, no se pudo hacer la instalación debido a que no se contaba con el equipo al momento de realizar este proyecto. Sin embargo, según palabras del proveedor, es compatible con el de la PDI de gran formato y con Windows 7 professional del computador. Asimismo, al ser instalado, se puede comenzar a utilizar la pizarra interactiva de gran formato y la tableta de manera simultánea, haciendo anotaciones desde la propia PDI y desde cualquier ubicación remota en la sala.

## Paso 5

Calibración de la pizarra. Esto debe hacerse siempre que se conecte la pizarra antes de iniciar una sesión de entrenamiento.

**Tabla A-2:** Calibración de la PDI.

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Se oprime el botón derecho sobre el icono del IBD_Server y se presiona “Enable Shortcut Key” para activar el acceso directo.                       |  A screenshot of a Windows context menu for the 'Language' application. The menu is open, showing options: 'AutoRun' (checked), 'Enable Shortcut Key' (checked and highlighted), 'Disable Right_Click', 'Calibrate', 'About...', and 'Exit'. The background shows a Windows taskbar with the time 00:11 pm.                             |
| 2. Se presiona el botón superior izquierdo en el marco de atajos en la pizarra durante 5 segundos.                                                    |  A photograph showing a hand pressing the top-left button of the interactive whiteboard. The screen displays a grid of icons, including a Bluetooth icon.                                                                                                                                                                              |
| 3. A continuación aparecerán puntos en la pantalla que deben ser presionados con la finalidad de calibrar la misma.                                   |  A screenshot of the calibration screen. It shows a large crosshair in the center of the screen. Below the crosshair, there is a small text message: 'Please check up the white board!'. The screen is framed by a black border.                                                                                                      |
| Otra manera de iniciar la calibración de la pizarra es haciendo click derecho en el icono de IBD_Server y presionar “calibrate” (desde el ordenador). |  A screenshot of the same Windows context menu for the 'Language' application. The 'Calibrate' option is highlighted with a red rectangle. The other options are: 'AutoRun' (checked), 'Enable Shortcut Key' (checked), 'Disable Right_Click', 'About...', and 'Exit'. The background shows a Windows taskbar with the time 00:11 pm. |

*Fuente: “propia”.*





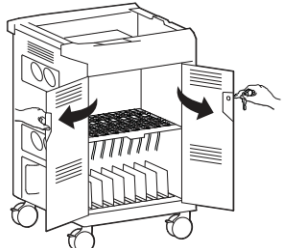
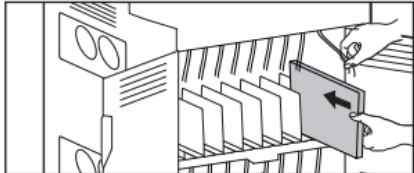
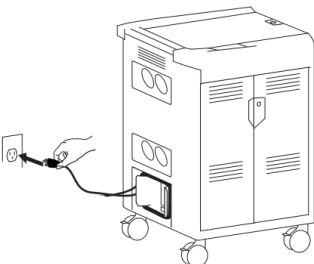
**Figura A-17:** Paso 5 de la propuesta final.

*Fuente: “propia”.*

## Paso 6

Instalación del carrito de almacenamiento y carga de equipos portátiles.

**Tabla A-3:** Instalación del carro de carga.

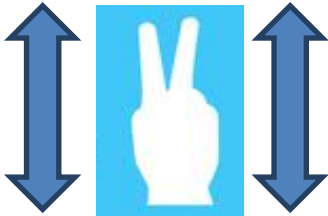
|                                                                                                                                      |                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Abrir las puertas delanteras del carro con la llave proporcionada por el proveedor.</p>                                           |   |
| <p>Guardar los computadores conectándolos a las tomas de corriente internas del carrito.</p>                                         |  |
| <p>Ubicarlo cerca de una toma de corriente y a continuación, conectar el cable de alimentación posterior del carrito a la misma.</p> |  |

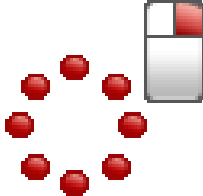
|                                                                                                                          |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Cerrar el carrito con la llave que suministró el proveedor para salvaguardar los equipos al final de cada sesión.</p> |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

*Fuente: “propia”.*

### 3.2. Usos básicos de la PDI

**Tabla A-4:** Usos básicos de la PDI.

|                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Zoom:</b> se coloca el pulgar y el índice en la pizarra, para agrandar la imagen se abre la distancia entre los dedos, para reducir la imagen se acorta la distancia entre los dedos.</p>                                   |   |
| <p><b>Pasar diapositivas:</b> se coloca el dedo índice y el medio con una abertura de 3 centímetros en la pizarra, se bajan ligeramente para pasar a la siguiente diapositiva y se sube para pasar a la diapositiva anterior.</p> |  |
| <p><b>Cerrar programas:</b> se coloca el dedo índice y el medio con una abertura de 3 centímetros en la pizarra y se deja ahí por 3 segundos.</p>                                                                                 |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Trabajar sobre la pizarra simula el mouse de la misma manera como se trabaja en el computador.</p> <p>Un click: se realiza un toque en la pizarra.</p> <p>Doble click: se realiza un doble toque.</p> <p>Para desplegar el menú de botón derecho se debe presionar la pizarra por 2 segundos hasta que aparezca la imagen de botón derecho del mouse.</p> |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

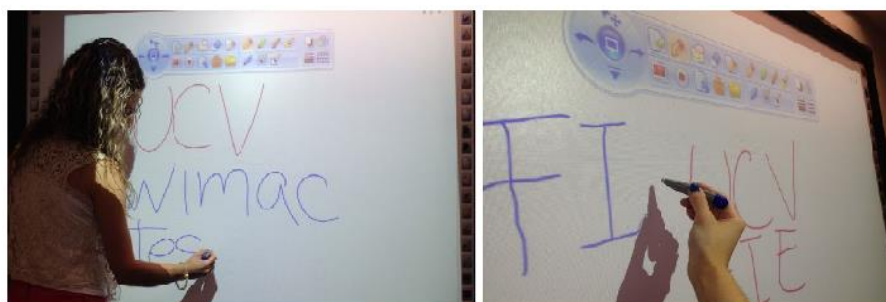
Fuente: “propia”.

### 3.3. Insumos de la PDI

**Tabla A-5:** Marcadores de la PDI

|                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Al momento de retirar un marcador, la pizarra entra en modo anotaciones y comienza a trabajar bajo el software Drawview, que proporciona una serie de herramientas interactivas.</p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: “propia”.

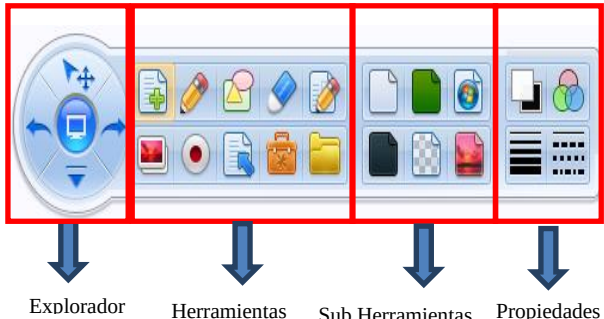
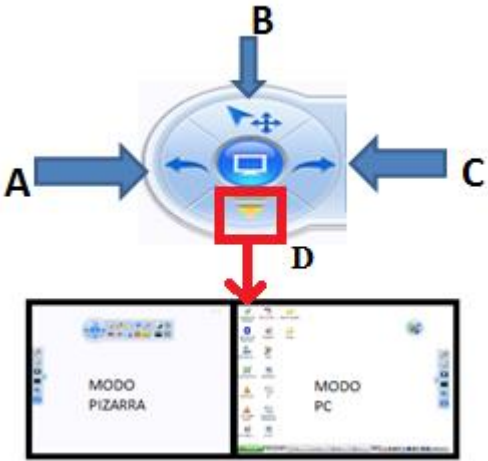


**Figura A-18:** Insumos de la PDI.

Fuente: “propia”.

### 3.4. Software interactivo DrawView

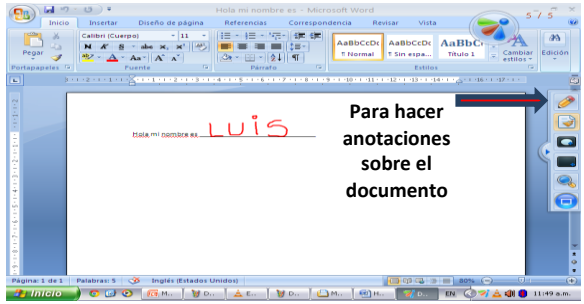
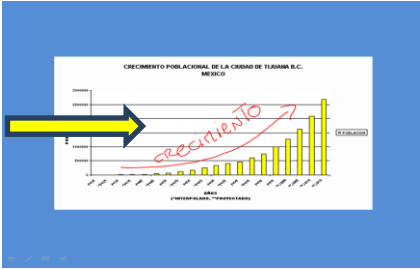
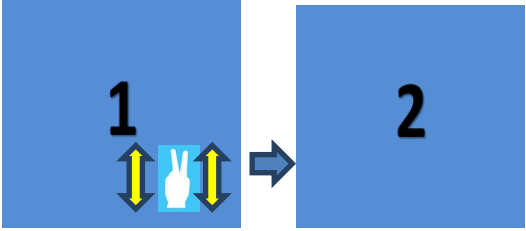
**Tabla A-6:** Software interactivo de la PDI.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Barra de herramientas principal:</b> aparece en la parte superior de la pantalla y está compuesta de 4 partes.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  <p>Explorador      Herramientas      Sub Herramientas      Propiedades</p> |
| <p><b>Barra de atajos:</b> colocada en el extremo izquierdo de la pizarra.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                            |
| <p>En esta parte de la barra de herramientas principal se ubican las funciones de uso común durante el empleo del programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a.) Deshacer: deshace la última acción.</li> <li>b.) Seleccionar: permite seleccionar elementos en la pizarra.</li> <li>c.) Rehacer: rehace lo último que se borró.</li> <li>d.) Cambio de modo: Para cambiar entre el uso de la pantalla de dibujo y la pantalla del computador.</li> </ul> |                                                                           |

*Fuente: “propia”.*

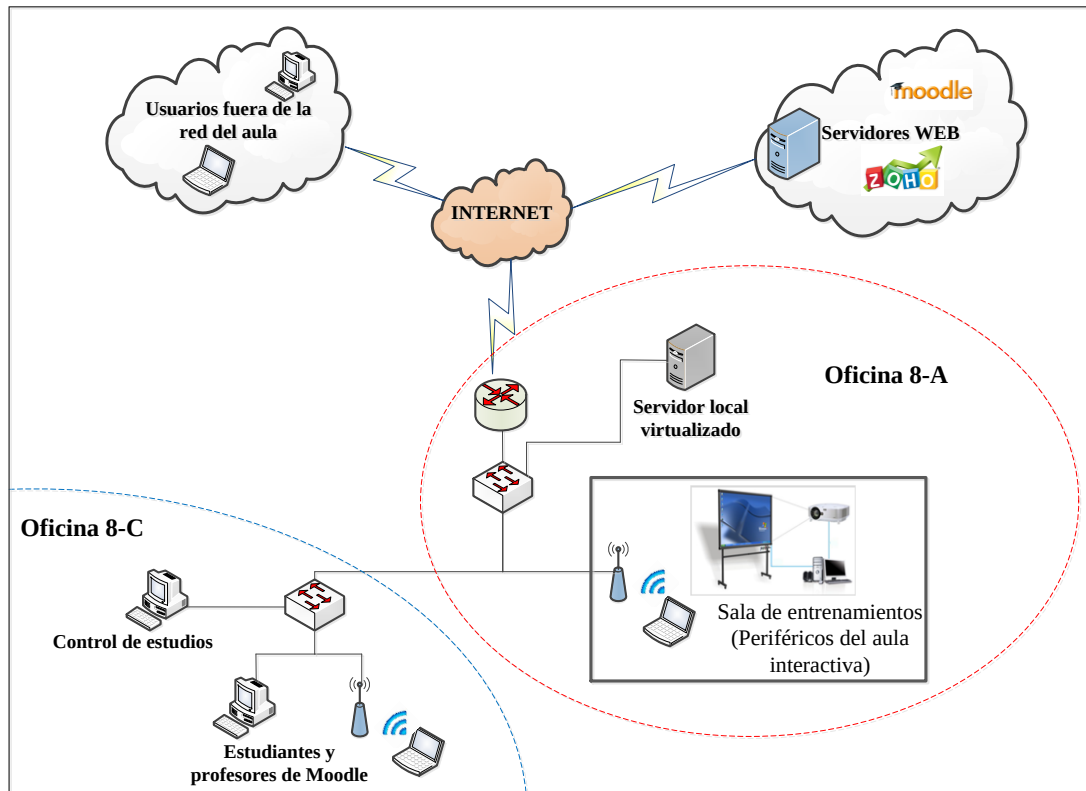
## Herramientas de oficina

**Tabla A-7:** Herramientas de oficina en drawView.

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Word:</b> Se pueden realizar anotaciones sobre el archivo de texto haciendo click sobre el lápiz en la barra de atajos.</p>                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Power Point:</b> Se pueden realizar notas en las diapositivas.</p> <p>Se pueden guardar las anotaciones.</p> <p>Para pasar las láminas durante la presentación se usan los gestos manuales antes explicados.</p> | <p>ANOTACIONES HECHAS DURANTE LA PRESENTACIÓN DE POWERPOINT</p>   <p>PARA CONSERVAR LAS ANOTACIONES</p> <p>DESCARTAR LAS ANOTACIONES</p>  |

*Fuente: "propia".*

### 3.5. Infraestructura de red



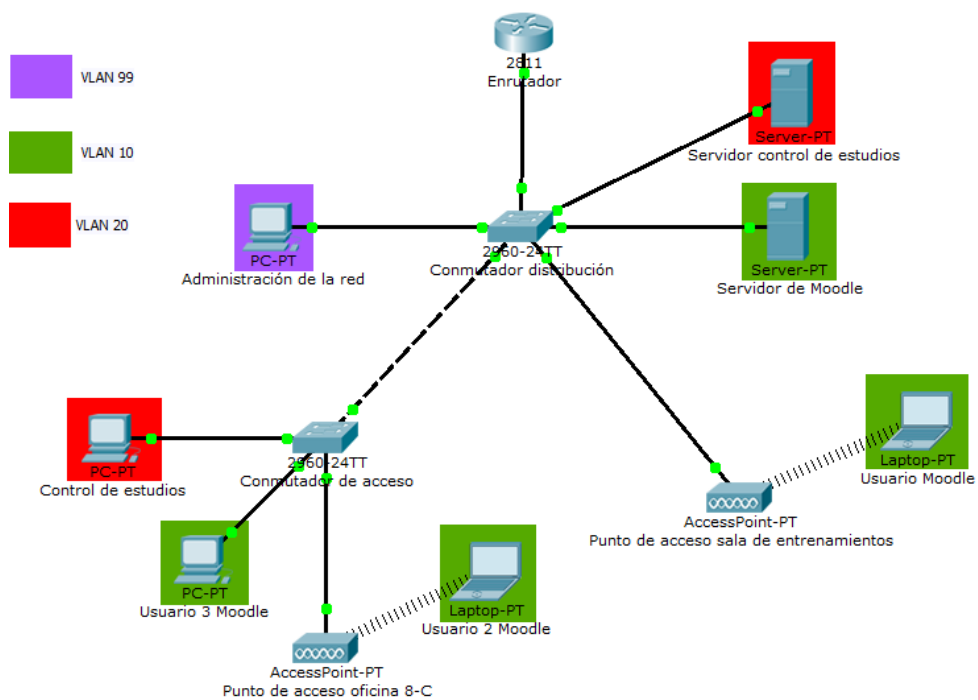
**Figura A-19:** Infraestructura de red del aula interactiva

*Fuente: “propia”.*

#### 3.5.1. Emulación de la red en packet tracer

Buscando emular la arquitectura de red diseñada para el aula interactiva, se utilizó un programa llamado Cisco Packet Tracer, en su versión 5.3 y se elaboró un paso a paso del proceso para mostrar dicha configuración.

La figura A-3.7 muestra la arquitectura diseñada en el programa mencionado, y, a continuación se enumeran los pasos seguidos para permitir la comunicación entre los dispositivos.

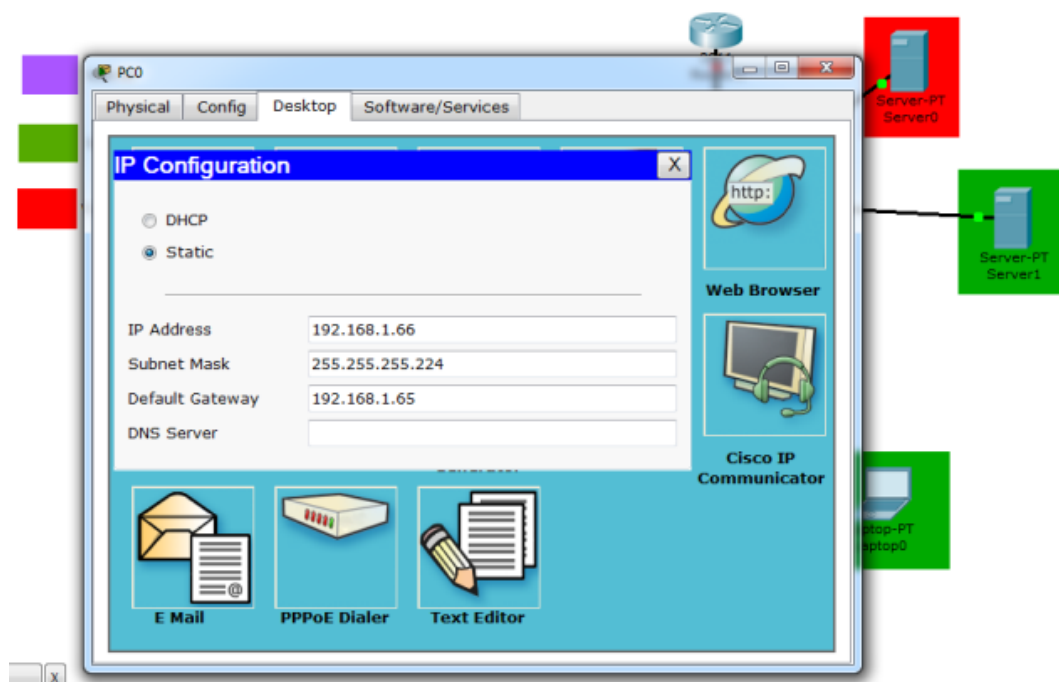


**Figura A-20:** Emulación de la red en packet tracer

*Fuente: “propia”.*

**Paso 1:** Se asignaron la dirección IP, la máscara de subred y la puerta de entrada por defecto de cada dispositivo final según las tablas realizadas del capítulo IV.

La manera de hacerlo fue haciendo “click” en todos los computadores y servidores para luego seleccionar la opción “desktop” y escribir en la opción “IP configuration” los valores mencionados manera estática.



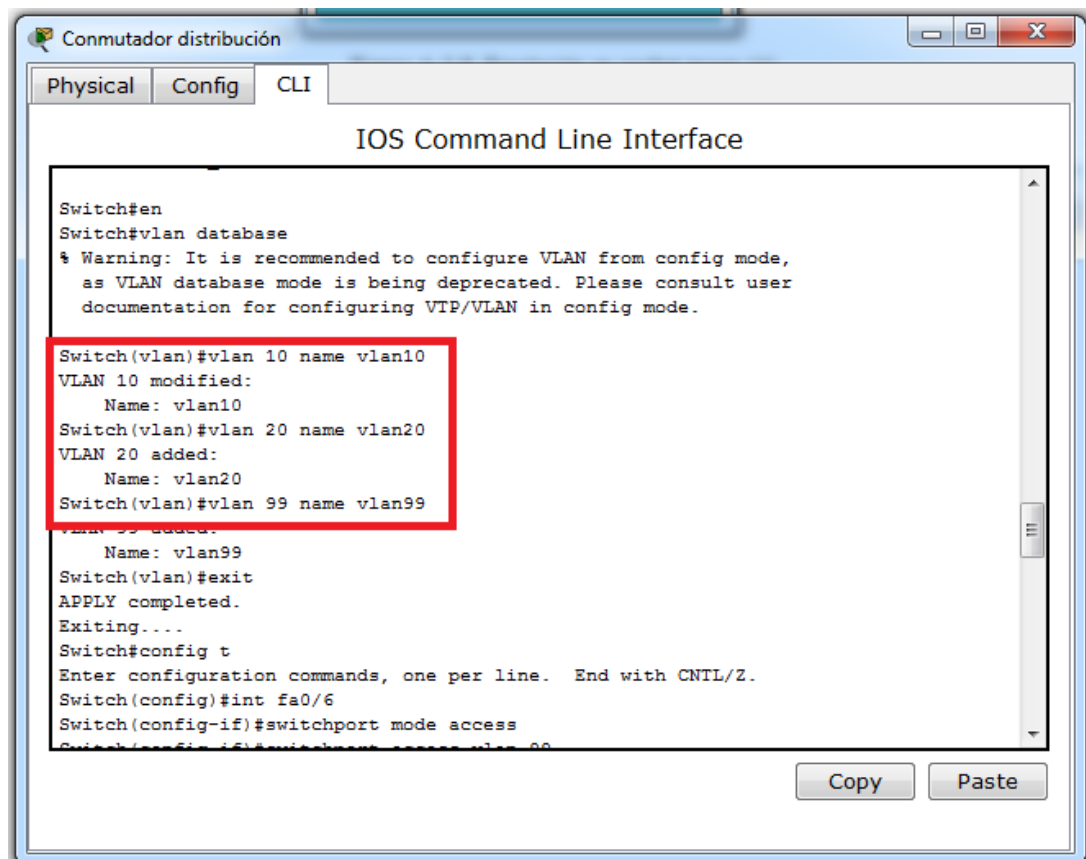
**Figura A-21:** Configuración de dispositivos finales

*Fuente: “propia”.*

**Paso 2:** Se configuraron los dos conmutadores desde sus respectivas consolas de la siguiente manera:

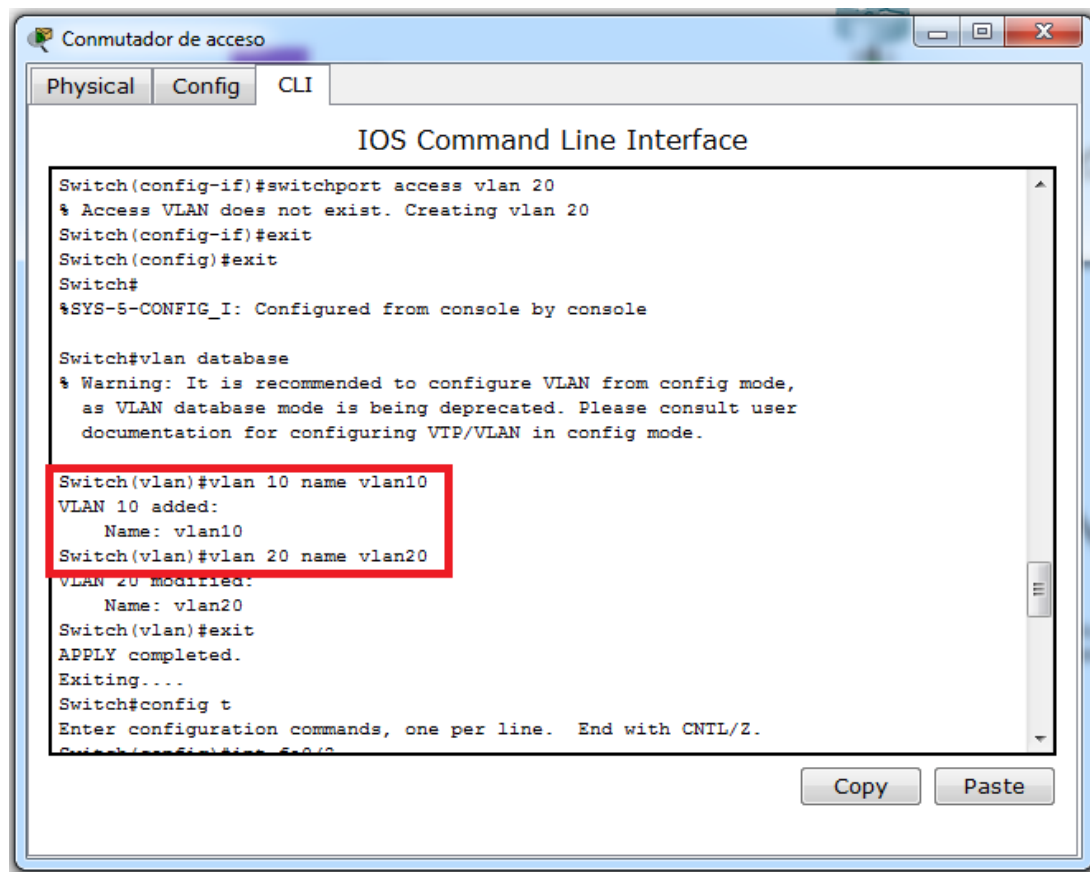
1. Se crearon las VLANs (según la topología lógica realizada en el capítulo IV). Ver figuras A-22 y A-23.
2. Se asignaron las VLANs a los puertos correspondientes en cada conmutador. Ver figuras A-24 y A-25.
3. Se configuraron los puertos de los dos conmutadores que son troncales para las VLANs de manera que por una única interfaz física, puedan transitar los datos de varias VLANs diferentes. Figuras A-26 y A-27.





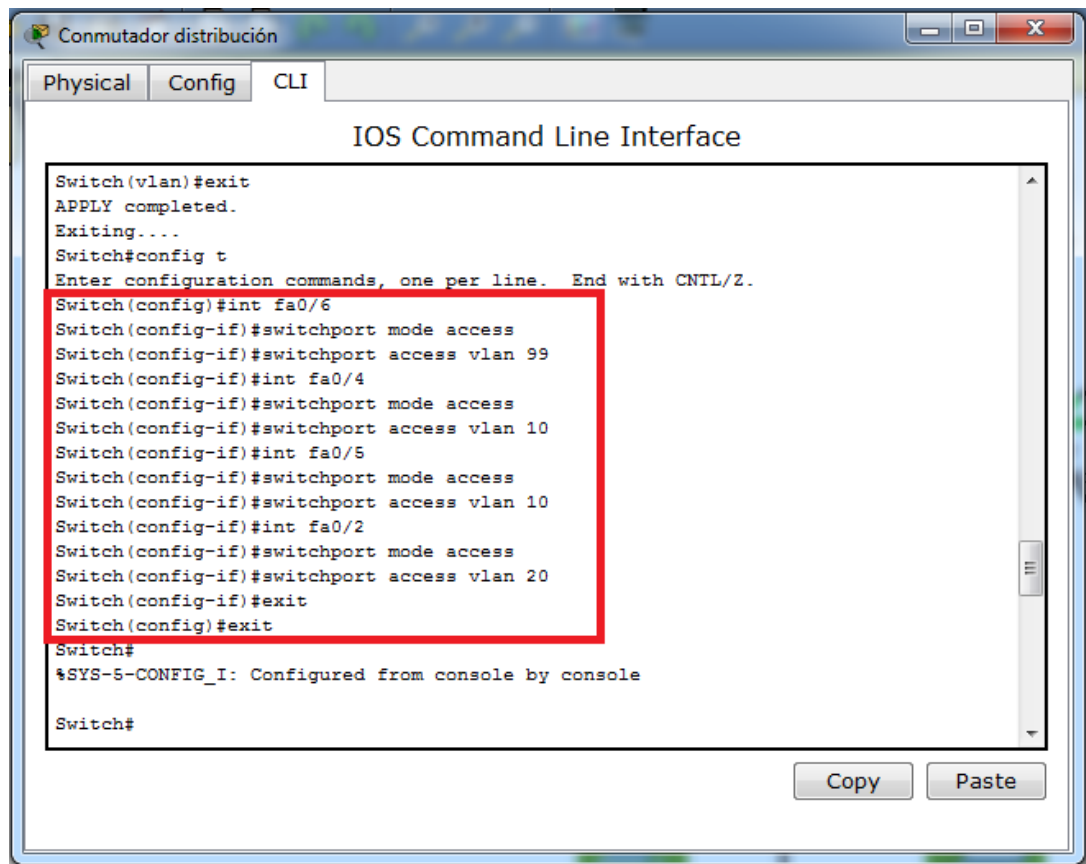
**Figura A-22:** Creación de VLANs en conmutador de distribución

*Fuente: "propia".*



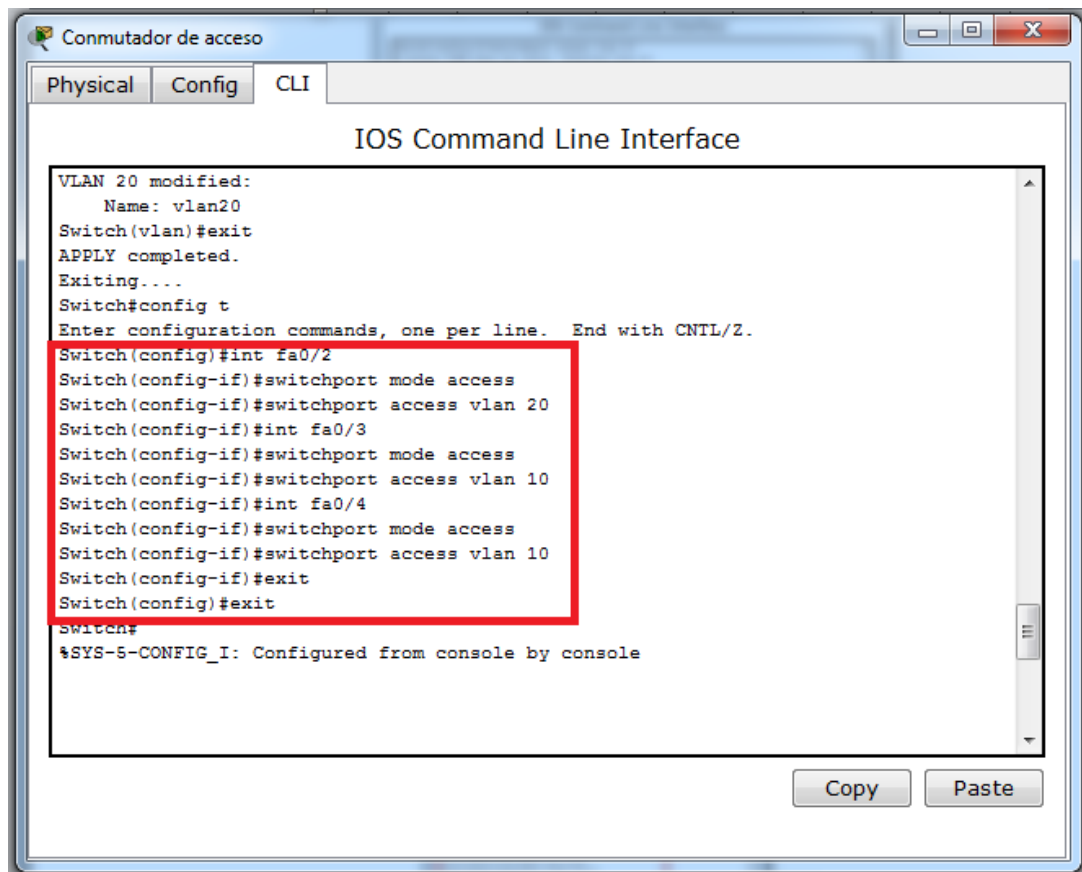
**Figura A-23:** Creación de VLANs en conmutador de acceso

*Fuente: "propia".*



**Figura A-24:** Asignación de VLANs por puerto en conmutador de distribución

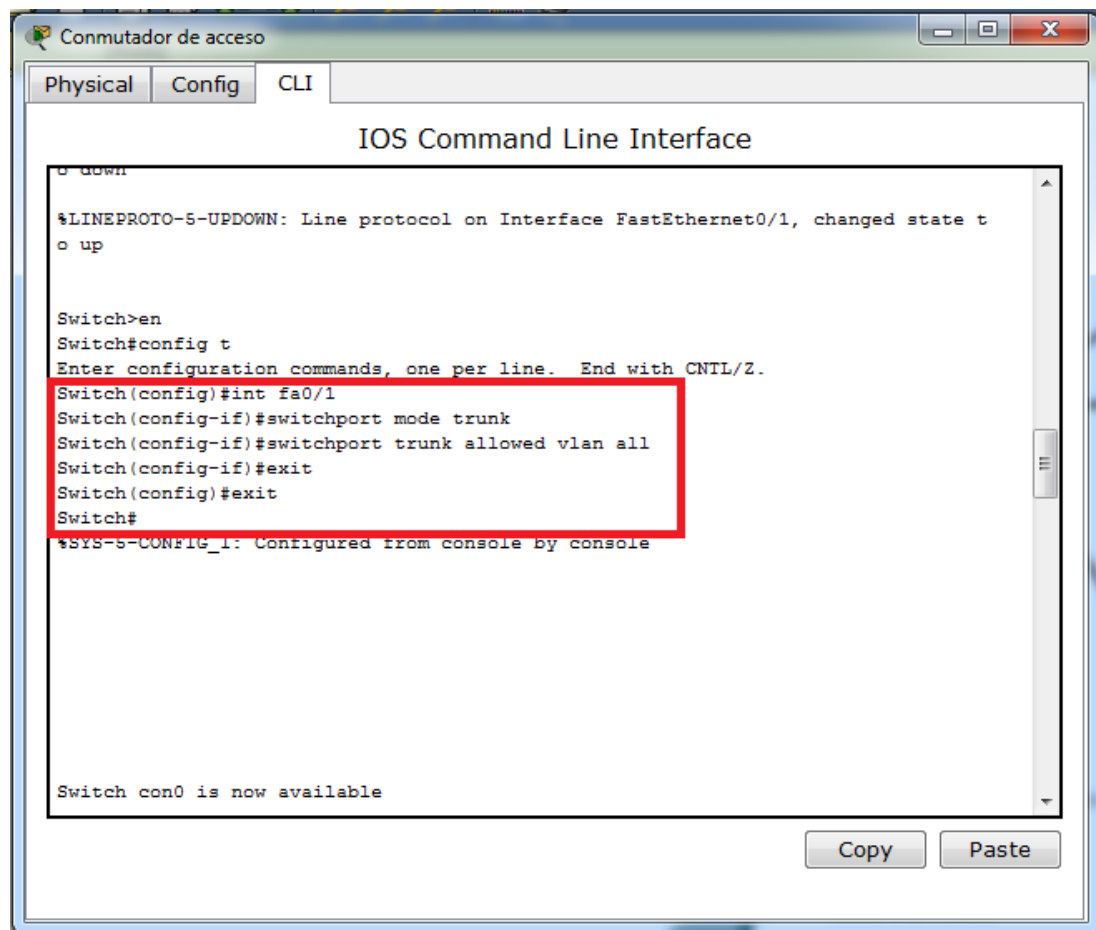
*Fuente: "propia".*



**Figura A-25:** Asignación de VLANs por puerto en conmutador de acceso

*Fuente: "propia".*

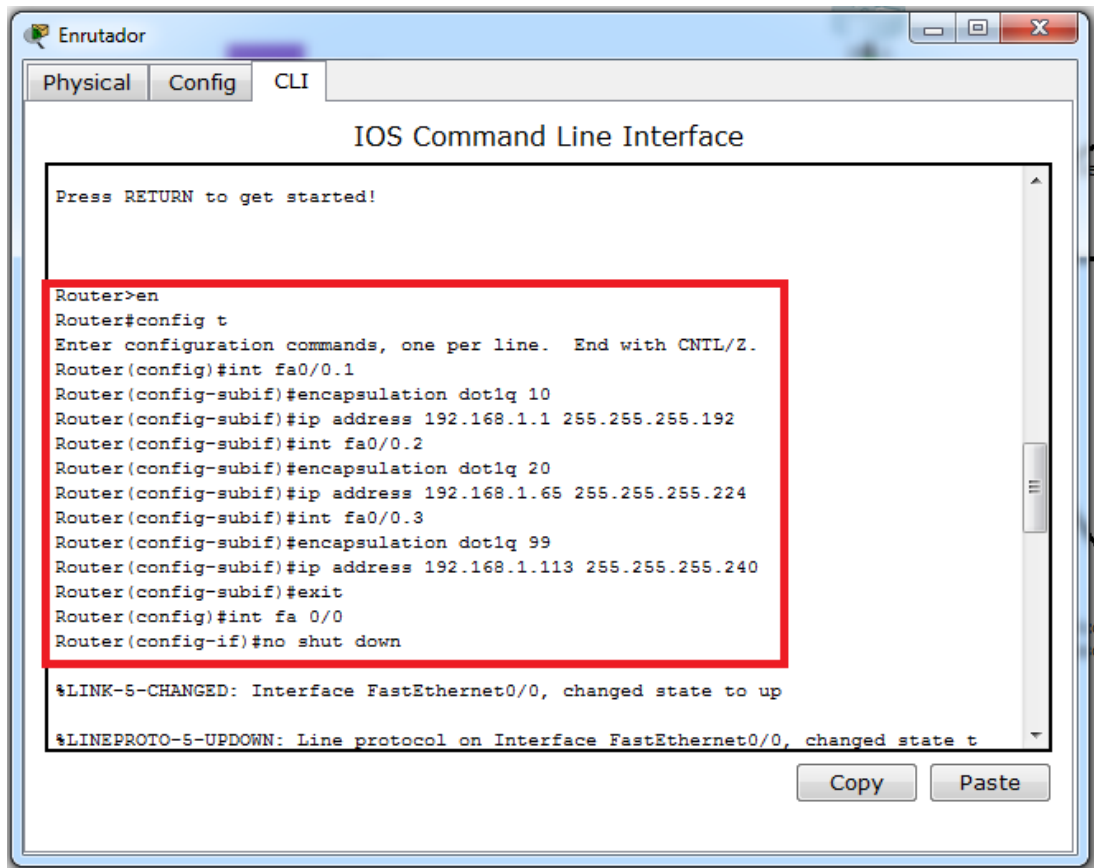




**Figura A-27:** Enlace troncal en conmutador de acceso

*Fuente: "propia".*

**Paso 3:** Se ingresó en la consola del enrutador y se configuró la troncal mediante el protocolo “dot1q”, para que por una única interfaz física (fa0/0) pudieran transitar todas las VLANs de la red (10, 20 y 99), mediante sub interfaces lógicas.



The screenshot shows a Packet Tracer window titled "Enrutador" with tabs for "Physical", "Config", and "CLI". The "CLI" tab is active, displaying the "IOS Command Line Interface". The interface shows the configuration of a router. A red box highlights the configuration commands for the trunk interface fa0/0 and its sub-interfaces. The commands are as follows:

```
Router>en
Router#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa0/0.1
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
Router(config-subif)#int fa0/0.2
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.65 255.255.255.224
Router(config-subif)#int fa0/0.3
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 99
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.113 255.255.255.240
Router(config-subif)#exit
Router(config)#int fa 0/0
Router(config-if)#no shut down
```

Below the configuration commands, the status of the interface is shown:

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
```

At the bottom right of the CLI window, there are "Copy" and "Paste" buttons.

**Figura A-28:** Emulación en packet tracer (ix)

*Fuente: “propia”.*

Por último, para demostrar el envío y recepción de mensajes en la red, entre dispositivos finales de una misma VLAN:

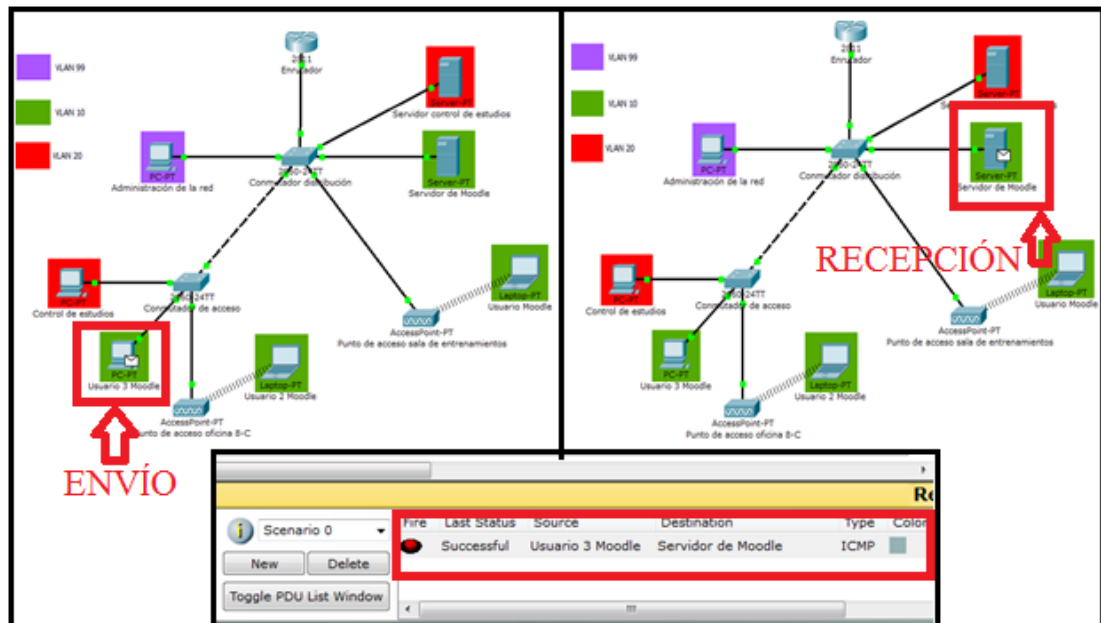


Figura A-3.16: Emulación en packet tracer (x)

*Fuente: “propia”.*

El cuadro rojo que señala la palabra “Successful” indica que la comunicación fue exitosa, por tanto fue posible el envío de datos entre un computador y el servidor de la VLAN 10.