

UNIVERSIDAD CENTRO OCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
COORDINACIÓN DE POSTGRADO  
**Maestría en Ciencias de la Computación**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED BAJO ENFOQUE DE  
CALIDAD DE SERVICIO (QOS) PARA ENTORNOS VIRTUALES DE  
EDUCACIÓN A DISTANCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS  
VENEZOLANAS**

Randy Bonucci

**Barquisimeto, Octubre de 2016**

UNIVERSIDAD CENTRO OCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
COORDINACIÓN DE POSTGRADO  
**Maestría en Ciencias de la Computación**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED BAJO ENFOQUE DE  
CALIDAD DE SERVICIO (QOS) PARA ENTORNOS VIRTUALES DE  
EDUCACIÓN A DISTANCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS  
VENEZOLANAS**

Trabajo presentado para optar al grado de

Magister Scientiarum en Ciencias de la Computación

**Autor:** Randy Bonucci

**Tutor:** Msc. Jorge Gonzalez Briceño

**Barquisimeto, Octubre de 2016**

Barquisimeto, 18 de Noviembre de 2015

Prof. Niriaska Perozo

Coordinador(a) de Postgrado

Decanato de Ciencias y Tecnología

Sirva la presente para notificarle que he aceptado la tutoría del Trabajo de Grado titulado DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED BAJO ENFOQUE DE CALIDAD DE SERVICIO (QOS) PARA ENTORNOS VIRTUALES DE EDUCACIÓN A DISTANCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS VENEZOLANAS, presentado por el ciudadano Ing. Randy Bonucci Martín, para optar al título de Magister Scientiarum en Ciencias de la Computación.

**Datos del Tutor**

**Apellidos y Nombres:** González Briceño, Jorge

**Cédula de Identidad:** 12.019.691

**Profesión:** Ing. Electrónico en Computación

**Postgrado:** Magister Scientiarum en Ciencias de la Computación (UCLA)

**Instituto donde labora:** UCLA – Decanato de Ciencias y Tecnología

Firma: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A mi familia, y todos aquellos seres queridos que de una u otra forma han contribuido a la culminación de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todo poderoso, a mi hermana y mi novia por su paciencia, apoyo y colaboración, a mis padres, a los profesores (as) Euvis Piña, Manuel Mujica, Jorge González, Glennys Clemant, a los amigos y compañeros de trabajo Leiban Rivero, Luis Zambrano y Francisco Bolivar, quienes me brindaron su asesoría y orientación para el desarrollo de esta investigación.

## INDICE

|   |       |
|---|-------|
| DEDICATORIA .....   | iv    |
| AGRADECIMIENTOS .....   | v     |
| INDICE DE TABLAS .....  | ix    |
| INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS .....  | xiv   |
| RESUMEN.....  | xviii |
| ABSTRACT.....   | xix   |
| INTRODUCCIÓN .....  | 1     |
| CAPÍTULO I.....   | 4     |
| EL PROBLEMA .....   | 4     |
| OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....  | 12    |
| CAPITULO II .....   | 16    |
| MARCO TEÓRICO.....  | 16    |
| Infraestructura de red de datos .....                                     | 21    |
| Arquitectura física .....   | 21    |
| Conmutadores de circuitos: .....  | 27    |
| Conmutación por división del espacio.....                                 | 27    |
| Conmutación por división del tiempo.....                                  | 29    |
| Conmutadores de paquetes .....  | 29    |
| Cableado Estructurado .....   | 32    |
| Protocolos de red .....   | 50    |
| Dispositivos de red: .....  | 53    |
| Educación a Distancia .....   | 57    |
| Plataformas de Educación a Distancia en Entornos Virtuales Universitarios | 58    |
| Tecnologías utilizadas en entornos virtuales de educación a distancia     |       |
| universitaria. ....   | 67    |
| Calidad de Servicio (QoS, Quality of Service) .....                       | 88    |

|   |     |
|---|-----|
| Mecanismos de Calidad de Servicio QoS.....  | 95  |
| Bases Legales .....   | 99  |
| Sistema de Variables .....  | 100 |
| CAPÍTULO III.....   | 105 |
| MARCO METODOLÓGICO .....  | 105 |
| Naturaleza de la Investigación .....  | 105 |
| Fases del Estudio .....   | 105 |
| Fase I: Diagnóstico .....   | 105 |
| Fase II: Factibilidad .....   | 113 |
| Fase III: Diseño del Proyecto .....   | 114 |
| Fase IV: Diseño de la Propuesta .....   | 124 |
| CAPITULO IV.....  | 128 |
| Presentación y Discusión de Resultados .....  | 128 |
| Resultados de las Encuestas: .....  | 128 |
| CAPÍTULO V.....   | 203 |
| PROPUESTA DEL ESTUDIO .....   | 203 |
| Fase I: Determinar los componentes de red para una Infraestructura de la red en Entornos Virtuales Universitarios.....                      | 205 |
| Componentes de red necesarios para la conectividad entre la sede central y la sede remota. ....   | 218 |
| Cableado Estructurado.....  | 225 |
| Estudio del Funcionamiento de la Red en función de parámetros de QoS .....  | 226 |
| Implementación y Configuración de la Red .....  | 227 |
| Fase II: Análisis de opciones de enlaces con sedes remotas. ....  | 227 |
| Fase III. Análisis de configuraciones para aplicación de Calidad de Servicio (QoS) entre la sede central y sus sedes remotas. ....          | 233 |
| Análisis de la configuración adecuada para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria . | 265 |

|   |     |
|---|-----|
| Análisis del rendimiento de los servicios multimedia (VOIP, Bibliotecas Digitales y Videoconferencia) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria..... | 274 |
| Fase IV: Análisis de requerimiento de enlace de red para definir solicitud a proveedor. ....  | 275 |
| Fase V: Análisis de opciones de proveedores de servicio en cuanto a última milla .....  | 278 |
| Características de los Proveedores de servicio (ISP) para servicios en cuanto a última milla.....   | 278 |
| Fase VI: Análisis de protocolos de enrutamiento y simulación de la topología de red propuesta. ....   | 279 |
| Fase VII: Análisis de la topología de red y opciones de configuración de protocolos de enrutamiento.....  | 281 |
| Análisis de resultados de las configuraciones de políticas de Calidad de Servicio (QoS) .....   | 316 |
| Fase VIII: Validación del Diseño de Infraestructura de Red.....   | 331 |
| CAPÍTULO VI.....  | 334 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 334 |
| Conclusiones.....   | 334 |
| Recomendaciones .....   | 336 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 339 |
| ANEXOS .....  | 347 |

## INDICE DE TABLAS

| Tablas                          | Pág   |     |
|---------------------------------|---|-----|
| 1                               | Tamaño de salas de telecomunicaciones   | 57  |
| 2                               | Categorías de los cables coaxiales  | 61  |
| 3                               | Categorías de cableado UTP  | 61  |
| 4                               | Valores límite de atenuación, diafonía (NEXT) y relación de atenuación-diafonía (ACR) para instalaciones categoría 5 según EIA/TIA 568 para Enlace Básico (Basic Link)          | 62  |
| 5                               | Valores límite de atenuación, diafonía (NEXT) y relación de atenuación-diafonía (ACR) para instalaciones categoría 5 según EIA/TIA 568 para Enlace de Canal (Channel Link)      | 63  |
| 6                               | Tipos de Fibra  | 65  |
| 7                               | Tramas Ethernet   | 68  |
| 8                               | Tabla funcionalidades generales de plataformas virtuales  | 97  |
| 9                               | Resumen de las características principales de las plataformas   | 98  |
| 10                              | Características de las plataformas integradas bajo licencias libres   | 98  |
| 11                              | Requerimientos de Calidad de Servicio   | 98  |
| 12                              | Operacionalización de la Variable de Estudio  | 102 |
| 13                              | Población de Expertos en Telecomunicaciones   | 108 |
| 14                              | Población de Expertos en Telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria de universidades públicas venezolanas   | 108 |
| 15                              | Población de Usuarios   | 108 |
| 16                              | Cuadro resumen de la evaluación realizada por expertos al cuestionario aplicado para la determinación de necesidad y valides del diseño de la infraestructura de red propuesta. | 116 |
| 17                              | Índices de Confiabilidad  | 119 |
| 18                              | Docentes encuestados  | 120 |
| 19                              | Técnicos Expertos en Telecomunicaciones encuestados   | 123 |
| 20                              | Técnicos Expertos en Telecomunicaciones validadores de la propuesta encuestados   | 123 |
| <b>Tablas Encuesta Docentes</b> |   |     |
| 19                              | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°1 expresadas en porcentaje  | 128 |
| 20                              | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 2 expresadas en porcentaje   | 129 |
| 21                              | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 3 expresadas en porcentaje   | 130 |
| 22                              | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 4 expresadas en porcentaje   | 131 |
| 23                              | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 5 expresadas en porcentaje   | 132 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 24 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 6 expresadas en porcentaje  | 133 |
| 25 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 7 expresadas en porcentaje  | 134 |
| 26 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 8 expresadas en porcentaje  | 135 |
| 27 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 9 expresadas en porcentaje  | 136 |
| 28 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 10 expresadas en porcentaje | 137 |
| 29 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 11 expresadas en porcentaje | 138 |
| 30 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 12 expresadas en porcentaje | 139 |
| 31 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 13 expresadas en porcentaje | 140 |
| 32 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 14 expresadas en porcentaje | 141 |
| 33 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 15 expresadas en porcentaje | 142 |
| 34 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 16 expresadas en porcentaje | 143 |
| 35 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 17 expresadas en porcentaje | 144 |
| 36 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 18 expresadas en porcentaje | 145 |
| 37 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 19 expresadas en porcentaje | 146 |
|    | <b>Tablas Encuesta Expertos en Telecomunicaciones</b>                        | 147 |
| 38 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 1 expresadas en porcentaje  | 148 |
| 39 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 2 expresadas en porcentaje  | 149 |
| 40 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 3 expresadas en porcentaje  | 150 |
| 41 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 4 expresadas en porcentaje  | 151 |
| 42 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 5 expresadas en porcentaje  | 152 |
| 43 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 6 expresadas en porcentaje  | 153 |
| 44 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 7 expresadas en porcentaje  | 154 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 45 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 8 expresadas en porcentaje  | 155 |
| 46 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 9 expresadas en porcentaje  | 156 |
| 47 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 10 expresadas en porcentaje | 157 |
| 48 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 11 expresadas en porcentaje | 158 |
| 49 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 12 expresadas en porcentaje | 144 |
| 50 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 13 expresadas en porcentaje | 145 |
| 51 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 14 expresadas en porcentaje | 146 |
| 52 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 15 expresadas en porcentaje | 147 |
| 53 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 16 expresadas en porcentaje | 148 |
| 55 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 17 expresadas en porcentaje | 149 |
| 56 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 18 expresadas en porcentaje | 150 |
| 57 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 19 expresadas en porcentaje | 151 |
| 58 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 20 expresadas en porcentaje | 152 |
| 59 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 21 expresadas en porcentaje | 153 |
| 60 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 22 expresadas en porcentaje | 154 |
| 61 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 23 expresadas en porcentaje | 155 |
| 62 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 24 expresadas en porcentaje | 156 |
| 63 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 25 expresadas en porcentaje | 157 |
| 64 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 26 expresadas en porcentaje | 158 |
| 65 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 27 expresadas en porcentaje | 144 |
| 66 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 28 expresadas en porcentaje | 145 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 67   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 29 expresadas en porcentaje | 146 |
| 68   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 30 expresadas en porcentaje | 147 |
| <b>Tablas Expertos en Telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria de universidades públicas venezolanas</b> |  |     |
| 63   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 1 expresadas en porcentaje  | 148 |
| 64   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 2 expresadas en porcentaje  | 149 |
| 65   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 3 expresadas en porcentaje  | 150 |
| 66   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 4 expresadas en porcentaje  | 151 |
| 67   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 5 expresadas en porcentaje  | 152 |
| 68   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 6 expresadas en porcentaje  | 153 |
| 69   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 7 expresadas en porcentaje  | 154 |
| 70   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 8 expresadas en porcentaje  | 155 |
| 71   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 9 expresadas en porcentaje  | 156 |
| 72   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 10 expresadas en porcentaje | 157 |
| 73   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 11 expresadas en porcentaje | 158 |
| 74   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 12 expresadas en porcentaje | 159 |
| 75   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 13 expresadas en porcentaje | 160 |
| 76   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 14 expresadas en porcentaje | 161 |
| 77   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 15 expresadas en porcentaje | 162 |
| 78   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 16 expresadas en porcentaje | 148 |
| 79   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 17 expresadas en porcentaje | 149 |
| 80   | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 18 expresadas en porcentaje | 150 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 81 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 19 expresadas en porcentaje   | 151 |
| 82 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 20 expresadas en porcentaje   | 152 |
| 83 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 21 expresadas en porcentaje   | 153 |
| 84 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 22 expresadas en porcentaje   | 154 |
| 85 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 23 expresadas en porcentaje   | 155 |
| 86 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 24 expresadas en porcentaje   | 156 |
| 87 | Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 25 expresadas en porcentaje   | 157 |
| 88 | Cuadro resumen de la evaluación realizada por expertos al cuestionario aplicado para la determinación de necesidad y valides del diseño de la infraestructura de red propuesta | 158 |
| 89 | Índices de Confiabilidad   | 159 |
| 90 | Docentes encuestados   | 160 |
| 91 | Técnicos Expertos en Telecomunicaciones encuestados  | 161 |
| 92 | Técnicos Expertos en Telecomunicaciones validadores de la propuesta encuestados  | 162 |
| 93 | Componentes físicos de la red de datos actual  | 148 |
| 94 | Direccionamiento IP entre la sede central y la sede remota   | 149 |
| 95 | Tabla funcionalidades generales de plataformas virtuales   | 150 |
| 96 | Resumen de las características principales de las plataformas.   | 151 |
| 97 | Características de las plataformas integradas bajo licencias libres  | 152 |
| 98 | Configuración Auto-QoS VoIP  | 153 |
| 99 | Configuración Auto-QoS Videoconferencia  | 154 |

## INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

| Figura   | Pág |
|--|-----|
| 1 Clases de Topologías   | 33  |
| 2 Tipo de conexiones: punto a punto y multipunto                     | 34  |
| 3 Dirección Internet   | 35  |
| 4 Clases de direcciones  | 36  |
| 5 Direcciones en una red, con y sin subredes                         | 37  |
| 6 Red conmutada  | 38  |
| 7 Conmutador de barras cruzadas con tres entradas y cuatro salidas   | 39  |
| 8 Conmutador Multietapa  | 40  |
| 9 Patrón de intercambio de rodajas de tiempo                         | 40  |
| 10 Conmutador de Paquetes  | 41  |
| 11 Enrutadores que conectan LAN y WAN independientes                 | 43  |
| 12 Componentes de una infraestructura edilicia                       | 51  |
| 13 Cable Coaxial   | 52  |
| 14 Conexión Cable Coaxial.   | 52  |
| 15 Estructura del conector RJ-45                                     | 55  |
| 16 Conexión del conector RJ-45                                       | 56  |
| 17 Cable fibra óptica  | 57  |
| 18 Interior Cable fibra óptica                                       | 57  |
| 19 Conectores Cable fibra óptica                                     | 58  |
| 20 Representación de Firewall (Cortafuegos)                          | 70  |
| 21 Detalles del funcionamiento de un Firewall                        | 71  |
| 22 Reglas definidas en el Firewall (Cortafuegos)                     | 72  |
| 23 Subcampo DSCP, donde señala la prioridad de cada paquete de datos | 88  |
| 24 Campo que ilustra donde se asignan prioridades a los paquetes     | 89  |
| 25 Cabecera del protocolo SAP  | 225 |
| 26 Stack de protocolos H.323   | 230 |
| 27 Servicio E-Line   | 246 |

| Gráficos  | Pág |
|---|-----|
| <b>Encuesta Docentes</b>  | 109 |
| 1 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 1 en porcentaje   | 109 |
| 2 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 2 en porcentaje   | 110 |
| 3 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 3 en porcentaje   | 111 |
| 4 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 4 en porcentaje   | 112 |
| 5 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 5 en porcentaje   | 113 |
| 6 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 6 en porcentaje   | 114 |
| 7 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 7 en porcentaje   | 115 |
| 8 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 8 en porcentaje   | 116 |
| 9 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 9 en porcentaje   | 117 |
| 10 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 10 en porcentaje | 118 |
| 11 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 11 en porcentaje | 119 |
| 12 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 12 en porcentaje | 120 |
| 13 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 13 en porcentaje | 121 |
| 14 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 14 en porcentaje | 122 |
| 15 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 15 en porcentaje | 123 |
| 16 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 16 en porcentaje | 124 |
| 17 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 17 en porcentaje | 125 |
| 18 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 18 en porcentaje | 126 |
| 19 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 19 en porcentaje | 127 |
| <b>Encuesta Expertos en Telecomunicaciones</b>                        | 128 |
| 20 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 1 en porcentaje  | 128 |
| 21 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 2 en porcentaje  | 129 |
| 22 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 3 en porcentaje  | 130 |
| 23 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 4 en porcentaje  | 131 |
| 24 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 5 en porcentaje  | 132 |
| 25 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 6 en porcentaje  | 133 |
| 26 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 7 en porcentaje  | 134 |
| 27 Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 8 en porcentaje  | 135 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 28 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 9 en porcentaje  | 136 |
| 29 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 10 en porcentaje   | 137 |
| 30 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 11 en porcentaje   | 138 |
| 31 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 12 en porcentaje   | 139 |
| 32 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 13 en porcentaje   | 140 |
| 33 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 14 en porcentaje   | 141 |
| 34 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 15 en porcentaje   | 142 |
| 35 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 16 en porcentaje   | 143 |
| 36 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 17 en porcentaje   | 144 |
| 37 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 18 en porcentaje   | 145 |
| 38 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 19 en porcentaje   | 146 |
| 39 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 20 en porcentaje   | 147 |
| 40 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 21 en porcentaje   | 148 |
| 41 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 22 en porcentaje   | 149 |
| 42 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 23 en porcentaje   | 150 |
| 43 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 24 en porcentaje   | 151 |
| 44 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 25 en porcentaje   | 152 |
| 45 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 26 en porcentaje   | 153 |
| 46 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 27 en porcentaje   | 154 |
| 47 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 28 en porcentaje   | 155 |
| 48 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 29 en porcentaje   | 156 |
| 49 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 30 en porcentaje   | 157 |
|    | <b>Encuesta Expertos en Telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria de universidades públicas venezolanas</b> | 158 |
| 50 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 1 en porcentaje  | 158 |
| 51 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 2 en porcentaje  | 159 |
| 52 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 3 en porcentaje  | 160 |
| 53 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 4 en porcentaje  | 161 |
| 54 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 5 en porcentaje  | 162 |
| 55 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 6 en porcentaje  | 163 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 56 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 7 en porcentaje  | 164 |
| 57 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 8 en porcentaje  | 165 |
| 58 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 9 en porcentaje  | 166 |
| 59 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 10 en porcentaje | 167 |
| 60 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 11 en porcentaje | 168 |
| 61 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 12 en porcentaje | 169 |
| 62 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 13 en porcentaje | 170 |
| 63 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 14 en porcentaje | 171 |
| 64 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 15 en porcentaje | 172 |
| 65 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 16 en porcentaje | 173 |
| 66 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 17 en porcentaje | 174 |
| 67 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 18 en porcentaje | 175 |
| 68 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 19 en porcentaje | 176 |
| 69 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 20 en porcentaje | 177 |
| 70 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 21 en porcentaje | 178 |
| 71 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 22 en porcentaje | 179 |
| 72 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 23 en porcentaje | 180 |
| 73 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 24 en porcentaje | 181 |
| 74 | Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 25 en porcentaje | 182 |

UNIVERSIDAD CENTRO OCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
COORDINACIÓN DE POSTGRADO  
**Maestría en Ciencias de la Computación**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED BAJO ENFOQUE DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA ENTORNOS VIRTUALES DE EDUCACIÓN A DISTANCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS VENEZOLANAS**

**Autor:** Randy Bonucci.

**Tutor:** Msc. Jorge González Briceño

**RESUMEN**

Esta investigación tiene como principal objetivo de proponer el Diseño de una infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas. Esta investigación se desarrolló bajo la modalidad de proyecto factible como investigación de campo y documental. En la actualidad, la necesidad de una infraestructura de red para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria es imperativo la incorporación de un conjunto de mecanismos avanzados de Calidad de Servicio (QoS) para el control de transmisión de voz, video y datos que permita un funcionamiento más eficiente de las redes de datos. Tomando esto en consideración para la elaboración de esta investigación, se utilizaron diagramación y topología de redes, técnicas de análisis de tráfico de red y clasificación de paquetes de datos avanzadas para infraestructuras de red, lo que permitió obtener un análisis detallado de los recursos de la red y de esta forma garantizar Calidad de Servicio (QoS) en los servicios de red prestados, permitiendo mejorar de uso de los recursos de red. Se realizaron los diagnósticos de hardware, software, proveedores y personal administrativo de la infraestructura de red, incluyendo la factibilidad técnica, operativa y económica para la elaboración de la investigación.

**Palabras clave:** Diseño, Infraestructura de Red, QoS, Clasificación de Paquetes, Servicios de Red, Educación a Distancia.

UNIVERSIDAD CENTRO OCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”  
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
COORDINACIÓN DE POSTGRADO  
**Maestría en Ciencias de la Computación**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED BAJO ENFOQUE DE  
CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA ENTORNOS VIRTUALES DE  
EDUCACIÓN A DISTANCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS  
VENEZOLANAS**

**Autor:** Randy Bonucci.

**Tutor:** Msc. Jorge González Briceño

**ABSTRACT**

This research has as main objective to propose the design of a network infrastructure with a focus on Quality of Service (QoS) for Virtual Environments for Distance Education in Venezuelan public universities. This research was developed under the modality of feasible project as field research and documentary. Today, the need for network infrastructure to Virtual Environments Learning University Distance is imperative to incorporate a set of advanced mechanisms for Quality of Service (QoS) for controlling transmission of voice, video and data to enable a more efficient operation of data networks. Taking this into consideration in the preparation of this research, layout and network topology, analysis techniques network traffic and packet classification advanced network infrastructure data were used, which allowed a detailed analysis of resources network and thus ensure Quality of Service (QoS) in the network services provided, allowing better use of network resources, hardware diagnostics, software, suppliers and staff of the network infrastructure were made, including technical, operational and economic feasibility for the development of research.

**Keywords:** Design, Network Infrastructure, QoS, Packet classification, Network Services, Learning University Distance.

## INTRODUCCIÓN

Las Universidades a nivel mundial como centros de conocimiento, innovación e investigación científica son de vital importancia para la evolución de las telecomunicaciones, las infraestructuras de red se actualizan conforme se generan avances tecnológicos de acuerdo a sus capacidades técnicas y operativas. En la actualidad, la cantidad de información que transita en las redes de datos a nivel mundial es muy elevada y aumentan conforme se despliegan más servicios de red.

Como lo señalan Duart y Lupiáñez (2005), las mayores decisiones efectuadas por los equipos directivos universitarios en los últimos años en base a las tecnologías han sido dirigidas para la adquisición de infraestructura tecnológica, considerando que optar por parte de la Universidad la incorporación de infraestructuras y nuevos recursos en las aulas permite plantearse la docencia de una manera más dinámica y motivadora, enfocada en el aprendizaje autónomo de los estudiantes, así como también, la dirección y supervisión por parte del profesor.

Las Universidades en Venezuela cada año invierten en mejoras a las plataformas tecnológicas de infraestructura de red, así como también fomentan las innovaciones tecnológicas, adaptándolas a las a las nuevas tecnologías de telecomunicaciones conforme se vayan requiriendo más servicios de red de acuerdo a sus capacidades para brindar nuevos servicios o mejorar los prestados.

En este sentido, las universidades venezolanas, tanto públicas como privadas, en los últimos años han reconocido que, se deben realizar cambios de gran importancia en la sociedad de la información y de la comunicación, con la incorporación de innovaciones en el ámbito educativo. Dichas innovaciones para ser fomentadas es imperativo el uso racional de tecnologías de la información y la comunicación, para de este modo garantizar la formación de los docentes y los investigadores dentro de un marco de sistemas de formación avanzada, de carácter

continuo, abierto y crítico, y que tengan la capacidad de ser utilizadas tanto en la educación a distancia como otras modalidades educativas (Dorrego, 2001).

En otro aspecto, las infraestructuras de red incorporan equipos y configuraciones específicas como la interconexión de diferentes equipos electrónicos y la comunicación entre ellos en varias direcciones, en donde intervienen elementos como los enlaces de red, topología, cableado, componentes y/o equipos (hardware), software, mecanismos de calidad de servicio (QoS) entre otros, para proporcionar diversos servicios de red como los servicios Multimedia (VOIP, Videoconferencia, Bibliotecas Digitales), que se adaptan a diferentes entornos, como los Entornos Virtuales de Educación a Distancia, donde interactúan docentes y estudiantes en las diferentes actividades académicas de las cátedras que se imparten en una casa de estudios universitaria mediante el uso de plataformas virtuales, clases interactivas, foros de discusión, blogs, wikis, entre otros a través de Internet.

Así mismo, es necesario resaltar que Fernández, Viruete, Ibar, Martínez y Bellido (2004) definen Calidad de Servicio (QoS) como: “Conjunto de las características, tanto cuantitativas como cualitativas, de un sistema distribuido necesarias para alcanzar las funcionalidades requeridas por una aplicación” (p.2), destacando que, QoS es un concepto muy amplio que no se limita al tipo de acceso a Internet y sus características. Otros autores y/o organizaciones como la UIT quienes desarrollan estándares internacionales lo definen de forma diferente de acuerdo a los elementos que se deseen evaluar.

El desarrollo de esta investigación contempla el diseño de una infraestructura de red de datos bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en las Universidades Públicas Nacionales, así como también, promueve el uso de técnicas y metodologías necesarias para la priorización en el tráfico de paquetes de datos y optimización de los recursos de red, para de este modo garantizar de manera oportuna la calidad de los servicios prestados. La necesidad de una infraestructura de red de datos adecuada y

asegurar un nivel de prestaciones óptimo de la red de datos para la Educación a Distancia Universitaria hace necesario el desarrollo de esta investigación, así como también la utilización de mecanismos que permitan que las comunicaciones sean más seguras, óptimas y confiables.

Esta investigación estará definida de la siguiente manera:

Capítulo I. Planteamiento del Problema, describe el objetivo general y los objetivos específicos así como también, Justificación e Importancia, Alcance y Limitaciones de la investigación.

Capítulo II. Marco Teórico. Presenta los antecedentes que sirvieron soporte para el desarrollo de la investigación, así como también aspectos teóricos que sustentan dicha investigación.

Capítulo III. Marco Metodológico. Detalla la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación y presenta los procedimientos utilizados con el objetivo de alcanzar el resultado propuesto.

Capítulo IV. Contempla la propuesta de estudio, así como los pasos seguidos en el desarrollo de la investigación apoyado en las bases teóricas.

Capítulo V. Describe las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos del desarrollo de la investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del Problema**

En la actualidad las Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (TIC) han evolucionado de forma exponencial, conforme pasan los años surgen nuevas tendencias o tecnologías que son capaces de cambiar la estructura de su funcionamiento así como también su forma de uso.

La convergencia de distintas tecnologías ha facilitado la interconexión de diferentes equipos electrónicos y la comunicación entre personas en varias direcciones, en donde intervienen elementos como los enlaces de red, cableado, componentes y/o equipos (hardware), software, entre otros que conforman una infraestructura de red de datos.

No obstante, existen normas y/o estándares internacionales que deben regirse las infraestructuras de red, en los que incluye elementos como: Enlaces de red, Calidad de Servicio (QoS), Seguridad, entre otros, desarrollados por La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), como organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de Naciones Unidas (ONU), el Instituto Americano de Estándares Internacionales (Siglas en inglés: ANSI) quien supervisa la elaboración de normas y acredita a las organizaciones de normas en Estados Unidos de América, la BICSI, quien establece las mejores prácticas mundiales aplicables a los sistemas de transporte de información (ITS), la IEC encargada de la publicación de normas internacionales aplicables a sistemas eléctricos y electrónicos, La organización internacional de normalización (ISO), quien es el más grande desarrollador y editor de normas internacionales, y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), que se encarga de la

ingeniería de procesos creando, desarrollando, integrando, compartiendo y aplicando el conocimiento.

Las infraestructuras de red incorporan equipos y configuraciones específicas para proporcionar diversos servicios de red para diferentes entornos en el ámbito académico universitario, entre los cuales se encuentran los Entornos Virtuales de Educación a Distancia, y dichos entornos proporcionan servicios como las plataformas virtuales, servicios de videoconferencia, VOIP, video bajo demanda, software colaborativo, entre otros, donde interactúan docentes y estudiantes en las diferentes actividades académicas de las cátedras que se imparten en una casa de estudios universitaria, como por ejemplo: clases interactivas, videoconferencias, foros de discusión, blogs, Wikis, entre otros, que han surgido con la finalidad de beneficiar a miles de estudiantes universitarios en todo el mundo sin tener que acudir físicamente a la institución quien otorga dichos estudios.

A su vez, es impulsada y renovada por nuevas tecnologías más interactivas, versátiles y de fácil acceso disponibles en ambiente web, cambiando paradigmas así como la apertura de múltiples posibilidades con el objetivo de obtener otra modalidad de estudio que garantice el acceso a la educación universitaria a toda Venezuela y el mundo, así como una mayor interacción entre estudiantes y profesores con la autogestión de la formación, el aprendizaje colaborativo y los procesos interactivos.

Así como lo señalan Hilera y Hernández (2013), quienes establecen la necesidad de asumir el reto de avanzar a una educación superior inclusiva en el incremento continuo de prácticas alternativas de educación basadas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), que permitirían una democratización eficaz del sistema, así como el desarrollo y modernización de los mercados laborales, tomando en cuenta, que la continua implantación de modalidades de educación virtual a distancia accesibles, permitiría revertir la situación actual en la educación cortos periodos de tiempo.

Por otra parte, los servicios que proporcionan los campus virtuales desde la invención de las plataformas a distancia para la educación universitaria han tenido gran auge, en cuanto a la diversidad de servicios de transmisión de voz, video y datos, así como por el dinamismo que estas presentan tanto para los profesores como los estudiantes universitarios, como lo señalan Ferraté, Alsina y Pedró (1997), en donde resaltan que:

“El uso de la expresión campus virtual no está de más (...) cualquier persona tiene acceso no sólo a posibilidades de formación sino también a toda clase de servicios académicos y no académicos propios de un campus universitario y es virtual porque, para conseguir efectos y resultados equivalentes a los de un campus tradicional, no es necesario que exista” (p.238).

No obstante, diversas compañías y/o organizaciones han desarrollado software orientado a instituciones educativas como plataformas para la educación a distancia donde ofrecen el uso de transmisión de video, audio y datos para tal fin, así como también, las mismas instituciones educativas desarrollan su propio software o plataforma con la utilización de licencias libres o propietarias. Como es el caso de la plataforma virtual Moodle, que de acuerdo a su página oficial (<http://moodle.org>) está construido por el proyecto Moodle, dirigido y coordinado por el Cuartel General Moodle, una compañía Australiana de 30 desarrolladores, soportada financieramente por una red mundial alrededor de 60 compañías de servicio Moodle Partners (Socios Moodle).

En este aspecto, Garcia, Martínez, Lechuga, López, Silva, et al. (2015) señalan que actualmente la plataforma virtual es desarrollada mediante algunas de las plataformas LCMS más populares (Moodle, Sakai, Ilias, Dokeos, Claroline, WebCt,...) y estas proporcionan las herramientas necesarias para la elaboración de un entorno virtual de aprendizaje con gran facilidad, sin necesidad de ser expertos programadores.

En países como España, las universidades han adoptado Moodle de forma masiva, conjuntamente con la realización de múltiples proyectos institucionales quienes ofrecen apoyo para su implementación en escuelas o institutos como:

Educa Madrid en la Comunidad de Madrid; el Aula Virtual del Gobierno de Canarias; los proyectos Ágora, Parla.cat y la Escuela de Administración Pública de la Generalitat de Cataluña; la Junta de Andalucía; el Departamento de Educación del Gobierno vasco; la Asociación Nacional de Centros de Enseñanza a Distancia, entre otros. Destacando que España es un país donde se domina en alto porcentaje el uso de Moodle en las instituciones según lo afirma Arenaza (2008), de 38 años como miembro activo de la comunidad a nivel mundial.

En Venezuela, universidades venezolanas como la Universidad Metropolitana (UNIMET), desarrolló su propio campus virtual, donde llevaron a cabo un análisis de todas las plataformas virtuales (LMS) del entorno, en base a razones pedagógicas y educativas, conforme a los resultados obtenidos decidieron utilizar el LMS de TEACHLR (<https://teachlr.com/>), según señala Castañón y Del Valle (2015), es una herramienta desarrollada por emprendedores venezolanos que integra un conjunto de beneficios tecnológicos y financieros, y éste se ajusta al modelo educativo que posee la Universidad Metropolitana, caracterizada por una formación enfocada en el estudiante, así como la utilización de herramientas de seguimiento y métricas en el desempeño, y presenta otros elementos como la definición de trayectoria y avance del estudiante, también, promueve el intercambio del conocimiento y la comunicación entre estudiante y profesor, precisando el ritmo de aprendizaje por cada estudiante e impulsa una educación continua y la utilización de diversas metodologías didácticas, entre otros.

Es necesario destacar que las plataformas virtuales en la actualidad como Moodle, presentan diversas características de acuerdo a los nuevos tiempos, entre ellas el soporte de nuevos protocolos, como, LDAP para la autenticación en la red, Shibboleth para búsqueda directa en base de datos basado en el protocolo SAML, también en forma alternativa IMAP, NNTP, CAS o FirstClass, que permiten un mejor rendimiento y seguridad de la red de datos.

En este aspecto, las plataformas virtuales necesitan de ciertos controles técnicos y operativos para su correcto desempeño en la prestación de servicios de

red a la comunidad universitaria, debido a la gran demanda de servicios multimedia accedidos desde Internet, así como la gran cantidad de usuarios que generarían el uso de dichos servicios surge la necesidad de generar mecanismos en la transmisión de voz, datos y video mediante técnicas de encolamiento y clasificación de paquetes de datos para otorgar Calidad de Servicio (QoS) entre la sede principal de las universidades y sus núcleos o dependencias remotas

Se utiliza como referencia el caso de estudio de la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO) y los diferentes Vicerrectorados y/o Núcleos que conforman la universidad, mediante un enlace Metro Ethernet, utilizando el estándar internacional proporcionado por la IEEE 802.3, 802.1Q y 802.11a,b,g,n así como también un enrutamiento más eficaz y jerárquico que permita a los servicios otorgados mediante la plataforma de educación a distancia ser óptimos y eficientes.

En tal sentido, Del Favero (2003) señala que otras universidades como la Universidad Centrooccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), con el desarrollo de aplicaciones multimedia y el crecimiento en los puntos de voz demanda Calidad de Servicio (QoS) y transmisión en tiempo real, aumentando de este modo el consumo de recursos de la red universitaria en servicios como la intranet universitaria y Videoconferencia, lo cual necesitan de una calidad mínima para la operatividad de dichos servicios en la red universitaria.

Dicho autor establece que se debe mantener el flujo de información y la comunicación en cuanto al funcionamiento de la red digital integrada de voz, dato y video (videoconferencias) entre todas las dependencias de la institución así como para la conexión con otros centros de información internos o externos vía Internet.

Otros autores como Marelvys (2006), en su Trabajo de Ascenso de la UCLA titulado “Diseño de un Sistema Multimedia para la Enseñanza y el Adiestramiento a Distancia del Personal Administrativo de la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado” establece que el uso de multimedia es cualquier combinación

de texto, arte, gráfico, sonido, animación y video a través de una computadora u otros medios electrónicos, lo cual estimula los ojos, oídos y la cabeza como elemento más resaltante, resaltando la conveniencia de utilizar multimedia cuando las personas necesitan acceder a información electrónica de cualquier índole, otorgando de este modo, beneficios de gran importancia que permiten obtener un mayor interés y atención de las personas.

Por otra parte, Centeno y Custodio (2012) señala que en julio de 2009 nace el Programa de Educación a Distancia Virtu@al de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO) del Vicerrectorado de Puerto Ordaz con la finalidad de construir la plataforma tecnológica, educativa, administrativa y humana necesaria para la Universidad Virtual del Vicerrectorado, tomando en consideración la estandarización en el proceso de elaboración de las clases mediante una metodología para el diseño instruccional, y la elaboración de laboratorios académicos con un arquitectura de un sistema para prácticas didácticas, así como la incorporación de animaciones en la plataforma virtual de enseñanza a distancia en la universidad.

En relación a lo anterior expuesto, la creciente demanda de usuarios y servicios en la enseñanza a distancia, incluyendo la necesidad de disponer de clases virtuales impartidas simultáneamente entre las sedes de la universidad, así como la incorporación de servicios multimedia en la red universitaria de la UNEXPO, genera un aumento considerable en el consumo de recursos de la red de datos, ocasionando congestión, pérdida de confiabilidad, pérdida de paquetes, retardos y bajo aprovechamiento en el ancho de banda de los nodos de la red, lo que genera la disminución de la Calidad de Servicio (QoS), así como también, la demanda de la comunidad universitaria de una infraestructura de red para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria que permita la optimización de los servicios.

Así mismo, la Educación a Distancia Universitaria en la UNEXPO según la Oficina Central de Tecnología y Servicios de Información (OCTSI) se encuentra

en proceso de implementación en todos los vicerrectorados y núcleos que conforman la universidad, desde su estructura organizativa hasta la operatividad de los servicios, señalando la necesidad de incorporar en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria controles en el tráfico de datos para cubrir la demanda de cantidad de usuarios y nuevos servicios académicos, como los servicios multimedia (voz, datos y videoconferencia) que aseguren Calidad de Servicio (Qos) en los Entornos Virtuales Universitarios.

Debido a ello, se hace necesario el diseño de una infraestructura de red basado en normas y estándares internacionales que incluya el uso de protocolos, mecanismos de clasificación y diferenciación de paquetes de datos y mejoras en la operatividad de los servicios entre los enlaces de red de las diversas sedes que conforman la universidad, que permitan garantizar Calidad de Servicio (QoS), estabilidad y seguridad de la plataforma conforme vaya creciendo en cuanto a capacidad operativa y de infraestructura.

En consecuencia, surgen las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los componentes de una Infraestructura de Red para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria? ¿Cuáles son los servicios de Red prioritarios para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria? ¿Cuáles son los mecanismos de control en transmisión de voz, datos y video en el área académica universitaria? ¿En qué medida el diseño de una Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria puede brindar mejoras en los servicios de audio, video y datos, con la utilización de mecanismos en el control de tráfico de datos y proporcionar el rendimiento óptimo esperado de la plataforma destinada para tal fin?

Si por medio de esta investigación se logra definir una forma de implementarlos y ponerlos en marcha en las redes Universitarias Venezolanas utilizando el caso de estudio de la red UNEXPO, entonces se establecen fundamentos para la adecuada implementación de los servicios de tecnología

avanzada para la red académica de la universidad que propicien la conexión e interacción de los servicios prestados con estudiantes y docentes de otras latitudes así como también para la investigación y extensión nacional e internacional mediante estándares de nueva generación.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Proponer el Diseño de Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas

### **Objetivos Específicos**

- Determinar componentes de una infraestructura de red de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria en las Universidades Públicas Venezolanas.
- Elaborar el Diseño de Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria en Universidades Públicas Venezolanas utilizando mecanismos de control en el tráfico de datos, que permita la optimización de los recursos de red existentes.
- Determinar la factibilidad técnica, operativa y económica del Diseño de Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria.
- Validar el Diseño de Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas.

## **Justificación e Importancia**

Se espera con el desarrollo de este proyecto, ofrecer servicios de mejor calidad que proporciona la infraestructura de red para entornos virtuales en Educación a Distancia Universitaria de manera confiable y eficaz.

La necesidad del desarrollo de este proyecto proviene del auge de las telecomunicaciones en cuanto a la utilización de servicios de Internet en el ámbito educativo universitario, por la versatilidad que ofrece el poder impartir cátedras a estudiantes en diversas áreas a distancia, así como para los docentes en el área de investigación y extensión con el uso de plataformas virtuales, así como lo señala Pastor (2005) sobre diferentes universidades españolas donde indica que el uso de Internet como herramienta de comunicación y de búsqueda de información es mucho mayor que otros servicios proporcionados por programas específicos del ámbito profesional, páginas web, plataformas o materiales multimedia.

En cuanto a los enlaces de red utilizados para el diseño de la infraestructura de red, contemplan la tecnología Metro Ethernet mediante el estándar 802.3, 802.1Q y 802.11a,b,g,n de la IEEE, los cuales, son estándares internacionales validados tanto para enlaces punto a punto como multipunto. Este tipo de enlaces respecto a otros como FrameRelay o ATM presentan una serie de ventajas.

En este sentido, como lo señala Schmidberg (2009) de la IEEE, los enlaces Metro Ethernet presentan características como bajo coste para implementación de la infraestructura de red (cables, conectores, tarjetas, equipos de interconexión, etc.). Otros elementos a destacar es la L2VPN (punto a punto o multipunto a multipunto LAN to LAN), LAN a Frame Relay/ATM VPN, VoIP, entre otros. Además, posee una Arquitectura eficiente para redes de paquetes, punto a punto, punto - multipunto y multipunto a multipunto, flexibilidad de ancho de banda: 10/100/1000/10000 Mbps. Esta tecnología está orientada principalmente para entornos LAN incorporando disponibilidad geográfica: caracterizado por Internet

Óptico sobre IP o MPLS, así como la asimilación de VLANS (Siglas en inglés “Virtual Local Area Network”) para la segmentación de la red de datos.

Otros elementos que intervienen en el diseño de una infraestructura de red es la Calidad de Servicio (QoS), que utiliza mecanismos de control de tráfico en la red de datos, mediante el uso de estándares internacionales para QoS (RVSP, IEEE 802.1p y 802.1Q) establecidos por la UIT-T, IEEE entre otros organismos necesarios para asegurar el uso eficiente de los recursos de red.

Estos mecanismos permiten a los administradores de red establecer un control entre las aplicaciones sensibles a la inestabilidad de la red en voz y video, así como el manejo del tráfico sensible al retardo, control de pérdidas para la congestión de la red y beneficios que otorgan los proveedores de servicio (ISP).

Otro aspecto a destacar del presente estudio, es que permitirá a los docentes impartir clases virtuales a distancia desde su oficina personal o entre laboratorios de computación pertenecientes a la sede principal y la sede remota respectivamente.

Así, el Diseño de una Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria en Universidades Públicas Nacionales permitirá a las universidades utilizar los componentes adecuados para entornos virtuales universitarios en infraestructura de red, así como también la inclusión mejoras en cuanto a estrategias a seguir para garantizar calidad de los servicios prestados en las telecomunicaciones.

Es importante destacar que desde el punto de vista tecnológico, este proyecto, constituye un aporte documental en el área de las redes, siendo base para otras investigaciones en el área de Calidad de Servicio (QoS).

### **Alcance y Limitaciones**

Esta investigación busca proporcionar al área académica de una universidad un el Diseño de Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS)

para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria que permita la incorporación de servicios multimedia y la optimización de los recursos de la red con incorporación de técnicas de diferenciación de paquetes, controles y mecanismos en Calidad de Servicio (QoS) utilizando estándares internacionales en Calidad de Servicio (QoS) de la UIT y Metro Ethernet de la IEEE, y otros organismos internacionales, en su infraestructura tecnológica de red entre una sede central y otros núcleos y/o vicerrectorados que conforman una universidad.

Para poder llevar a cabo el estudio se utilizó la infraestructura de red actual de la sede central de la UNEXPO Barquisimeto. Además, el desarrollo de esta investigación permitió definir estrategias a seguir para un control y administración eficaz de una red de datos en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, y de esta manera resolver el problema del congestionamiento de la red y un acceso a los servicios más eficiente.

A su vez, existe la limitante de que esta investigación está enfocada solo al ambiente operativo de la infraestructura de red para el área académica entre la sede central Barquisimeto y el Núcleo Carora, considerada como una de las áreas críticas de la red UNEXPO, pudiendo este estudio ser utilizado para los otros núcleos y/o sedes de la universidad.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes de la Investigación**

En la actualidad, cada día es más frecuente la proliferación de los centros de datos orientados a servicios educativos, debido a su crecimiento constante, así como también la existencia de diversos programas de educación a distancia y consultas en línea que desarrollan diversas instituciones educativas. Este auge genera la necesidad de brindarle la importancia adecuada al rendimiento de los servidores de aplicaciones en ambientes educativos. Dichos servicios proporcionados por los centros de datos lo conforman el aprendizaje en línea (e-learning), bibliotecas virtuales, video conferencias, videos instructivos, proyectos colaborativos entre otros. Por tal motivo, es necesario asegurar la Calidad de Servicio (QoS) mediante el desarrollo de metodologías o técnicas de control y monitoreo constante que garanticen la operatividad de los servicios de educación a distancia. (Guerrero, 2012).

A continuación, se toma como referencia trabajos anteriores que soportan como antecedentes al desarrollo de esta investigación:

Chazi (2014), señala en su investigación una “Metodología de desarrollo de indicadores para medición de calidad de servicio (QoS) en la red integrada Triple-Play de TELECENTRO”. El autor desarrolla un método de Cuadro de Mando Integral como marco para convertir la estrategia en acción y resultados, utilizando esquemas y métodos de medición que generen indicadores de QoS. El método planteado por el autor permite monitorizar mediante indicadores el cumplimiento de la estrategia y observar la relación de los diferentes actuadores de la empresa: accionistas, cliente, red y empleados.

En su investigación, el autor utilizó una técnica de análisis de los datos a partir de la propuesta de Kaplan y Norton con su Cuadro de Mando Integral utilizándolos como referencia para los indicadores del funcionamiento del servicio Triple-Play, debido a la flexibilidad que este presenta como propuesta estratégica metodológica. Tomando en cuenta estos indicadores el autor concluye que es posible mejorar la Calidad del Servicio con ello disminuir la desvinculación de los clientes, incidiendo directamente en el ingreso monetario de la empresa.

Esta investigación está relacionada en gran medida con este proyecto, debido a que se busca el desarrollo de una Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria entre una sede central y las sedes remotas. A su vez, por las ventajas que ofrece en cuanto a la utilización de mecanismos para otorgar Calidad de Servicio (QoS), así como los instrumentos y parámetros de medición, del flujo de datos de video, voz y datos, entre otros. De esta investigación se tomarán los elementos de medición que generan Calidad de Servicio (QoS) para el análisis de tráfico de la red de datos de la sede central y la sede remota así como los indicadores para el monitoreo de la red.

De igual manera, Barragán (2013) en su Trabajo de Grado titulado, “Análisis de la Técnica Packet Classification y su aplicación en la provisión de QoS en la transmisión de Voip en Ipv4 E Ipv6”, señala en su investigación la utilización de la técnica Packet Classification y su aplicación en la provisión de Calidad de Servicio en la transmisión de VOIP en redes IPV4 e IPV6 haciendo uso de los equipos CISCO en los Laboratorios de la Academia CISCO de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Riobamba Ecuador. El autor desarrollo un método deductivo para realizar el análisis de los mecanismos de QoS aplicado al tráfico de VOIP en IPV4 e IPV6 desde la definición y características generales hasta detalles puntuales destacando el mecanismo utilizado para el control del tráfico y determinar el flujo de los paquetes de datos clasificándolo como perteneciente a un determinado flujo, empleando un programador de paquetes QoS para tratar el mismo de acuerdo con los parámetros necesarios evaluando la

priorización de tráfico para llamadas VOIP en redes IPV4 e IPV6. En cuanto a las técnicas empleadas por el autor utiliza la observación, razonamiento, recopilación de la información y pruebas.

El Trabajo de Grado antes mencionado, proporciona elementos suficientes que soportan el desarrollo del diseño de la infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) que se plantea, debido a que el autor enfoca la clasificación de paquetes, mecanismos de control de tráfico a través de un método deductivo en la transmisión de datos por VOIP en redes Ipv4 e Ipv6. De esta investigación se tomarán elementos como la metodología empleada y las técnicas utilizadas en la priorización del tráfico de datos por voz VOIP en redes IPV4 entre la sede central y las sedes remotas de la universidad que sirven como base para el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, se toma como antecedente de esta investigación el Trabajo de Grado presentado por Díaz (2013) titulado “*Análisis comparativo de Herramientas para Video Conferencias en aulas virtuales de Epoch*”. El autor en su investigación efectúa un diseño de una aula virtual específica para integrar varios recursos de videoconferencia en los diferentes bloques académicos y este forma detectar cual es el recurso más utilizado por parte de los estudiantes y del instructor. También resalta la evaluación de diversas herramientas de videoconferencia para el estudio en cuestión. Así mismo, para el desarrollo de la investigación el autor utilizó el método científico y deductivo, herramientas de videoconferencia como OpenMeetings, WiZiq, BigBlueButton, así como los servidores y plataforma virtual de la Escuela superior Politécnica de Chimborazo.

El autor en su investigación se planteó como objetivos: la realización de un análisis comparativo de herramientas para videoconferencias, la selección de la herramienta adecuada, así como también la implantación de la misma dentro de la institución para su uso pedagógico. Tomando en consideración los resultados obtenidos dicha investigación, se utilizarán como referencia el estudio de componentes para videoconferencia necesarios, que están estrechamente ligados a

este proyecto, ya que permiten llevar a cabo la medición del tráfico de la red entre la sede central y la sede remota en el área de videoconferencias a través de los instrumentos señalados por el autor.

También, se hace necesario destacar como antecedente el Trabajo de Grado efectuado por Marroquín (2013) titulado “*Tecnologías De Telecomunicaciones y su utilidad en la Educación a Distancia*”. El autor en su investigación realiza una descripción de las funcionalidades de algunas tecnologías de telecomunicaciones, en este caso identificarlas, así como los distintos tipos de redes de área amplia, sus alcances, su forma de operar para ser utilizadas en aplicaciones como la Educación a Distancia Universitaria, factores que intervienen en ella como las arquitecturas de redes locales y puntos de partida para la Educación a Distancia Universitaria, la identificación de las facilidades tecnológicas de las telecomunicaciones en redes de área local, sus distintos tipos de arquitecturas, medios de transmisión, factores que influyen en la operación, en su diseño e implantación para la Educación a Distancia Universitaria, que sirven como punto de partida para la elaboración de un plan y estrategia de educación a distancia.

Los resultados obtenidos por el autor en su investigación, sirven de referencia para llevar a cabo el presente estudio, debido a los diversos factores que intervienen en la Educación a Distancia Universitaria, como los medios de transmisión, los diferentes tipos de arquitecturas utilizadas para el diseño e implantación en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, tomando en cuenta que, las diferentes tecnologías utilizadas permiten evaluar la arquitectura de red y las plataformas de administración del conocimiento para dichos entornos, contribuyendo de esta manera al diagnóstico realizado en la red de entre la sede central y la sede remota de la universidad para el desarrollo de esta investigación.

Por otra parte, es necesario destacar el trabajo de investigación de Zambrano (2009), quien realizó un estudio de distintas tecnologías de comunicaciones para el diseño de una infraestructura de comunicaciones, lo cual establece que es

posible conectar a redes de voz y datos a los ambulatorios ubicados en los municipios Baruta y El Hatillo. De acuerdo a los avances tecnológicos en las aplicaciones de telemedicina y la importancia de la información transmitida en las mismas, el autor indica que fue necesario elaborar un estudio el rendimiento de la infraestructura de comunicaciones orientado a la Calidad de Servicio (QoS) para alcanzar un correcto funcionamiento de las aplicaciones utilizadas.

La información resultante de la investigación del autor citado anteriormente, proporciona información de referencia para la elaboración del presente estudio, debido a los diversos factores que intervienen en el desarrollo de una infraestructura de red de comunicaciones y la utilización de servicios comunes con los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, como lo son los servicios multimedia (voz, datos y videoconferencia), así como la evaluación del rendimiento para asegurar Calidad de Servicio (QoS) en dichos servicios.

Tomando en consideración las similitudes en los componentes de red, así como los parámetros de configuración para obtener una comunicación eficaz y el rendimiento óptimo en los tiempos de respuesta de los servicios hacia los usuarios de la red universitaria bajo Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, contribuyendo de esta manera en la definición de los componentes y configuraciones en la red de datos necesarios para mejorar la Calidad de Servicio (QoS) en los enlaces de red entre la sede central y la sede remota de la universidad para el desarrollo de esta investigación.

## **Bases Teóricas**

Las redes de datos en la actualidad para brindar servicios de red que garanticen Calidad de Servicio (QoS) necesitan de un conjunto de estrategias para control y administración adecuadas que permitan el alcance de los objetivos planteados. Para llevar a cabo el estudio se elaborará un marco de referencia de los recursos de red para la transmisión de Voz, Datos y Video en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitarios. A continuación se detallarán los elementos conceptuales necesarios utilizados para el desarrollo de la investigación.

### **Infraestructura de red de datos**

La infraestructura de una red está conformada por componentes de red de datos, y estas se clasifican en: Arquitectura Física, Direccionamiento IP, Protocolos de red, enrutamiento, tráfico de voz y video. Equipos de red: Enrutadores, Conmutadores, Firewalls y Cableado Estructurado.

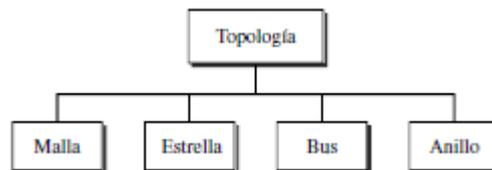
#### **Arquitectura física**

Está compuesta por la topología física, tipos de conexión (topología lógica) y las entidades de la red, de acuerdo a el Modelo OSI definido por Forouzan (2006) como “El modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open System Interconnection)”.(p.27), y está conformado por niveles como: El físico (nivel 1), el de enlace de datos (nivel 2), el de red (nivel 3), el de transporte (nivel 4), el de sesión (nivel 5), el de presentación (nivel 6) y el de aplicación (nivel 7).

- **Topología Física:** De acuerdo a Forouzan (2006):

El término topología física se refiere a la forma en que está diseñada la red físicamente. Dos o más dispositivos se conectan a un enlace; dos o más enlaces forman una topología. La topología de una red es la representación geométrica de la relación entre todos los enlaces y los dispositivos de los enlazan entre sí

(habitualmente denominados nodos). Hay cuatro posibles topologías básicas: malla, estrella, bus y anillo (véase la Figura 1).



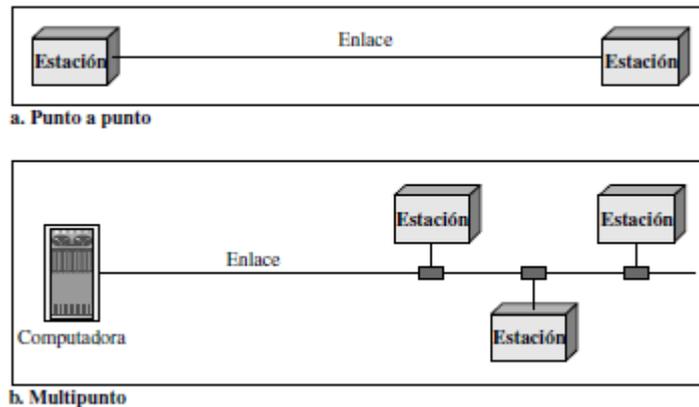
**Figura 1.** Clases de Topologías

Existen diversos tipos de topologías físicas, entre las cuales se encuentran: topología malla, topología en estrella, topología en anillo y topologías híbridas.

- **Tipos de conexión (topología lógica):** Está conformado por los enlaces que están conectados entre los dispositivos de red.

Los tipos de conexión están clasificados en:

- Punto a punto:** Una conexión punto a punto está clasificado por un enlace dedicado entre dos dispositivos, donde toda capacidad del canal es reservada para la transmisión entre los dos dispositivos.
- Multipunto:** Es también denominada multiconexión, y es una configuración en la que varios dispositivos comparten el mismo enlace (Ver Figura 2)



**Figura 2.** Tipo de conexiones: punto a punto y multipunto

**Fuente:** Forouzan (2006).

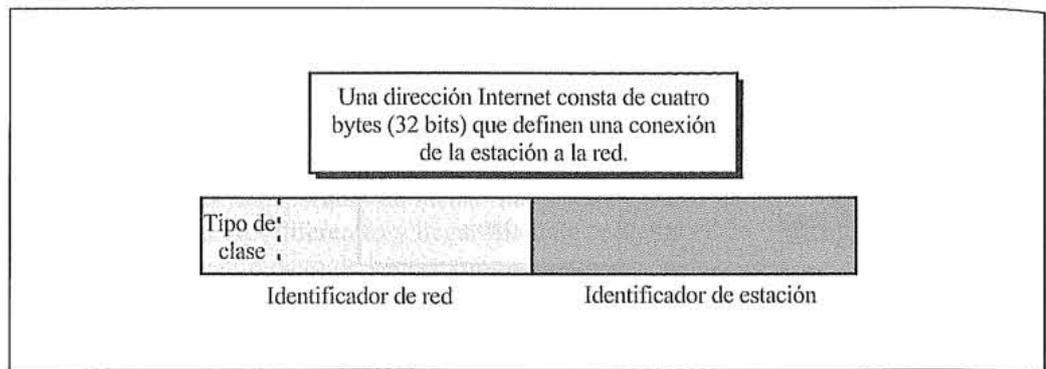
### Direccionamiento IP

La identificación de los dispositivos mediante la dirección física (interfaz de red) individual se requiere para efectuar un direccionamiento IP, puesto que Internet requiere de convenciones en el direccionamiento, una dirección que identifique la conexión a una estación de la red, dicha dirección conforma el direccionamiento IP de una red de datos (Forouzan, 2006).

Otros autores como Comer (1996), define el Direccionamiento IP, como un esquema analógico al direccionamiento de las redes físicas, donde cada anfitrión en la red de redes tiene asignada una dirección de número entero de 32 bits llamado dirección de red o dirección IP.

Cada dirección de internet consta de cuatro bytes (32bits) en direcciones IP basadas en IPV4 definida en el RFC 791, y está clasificada en tres campos como: la clase, el identificador de la red y el identificador de la estación, tomando en cuenta que las partes son de longitud variable, y este va a depender de las clases de direcciones. Considerando, que en la actualidad existen otras direcciones IP como IPV6 definida en el RFC 2460, que comparado con IPV4 constan de

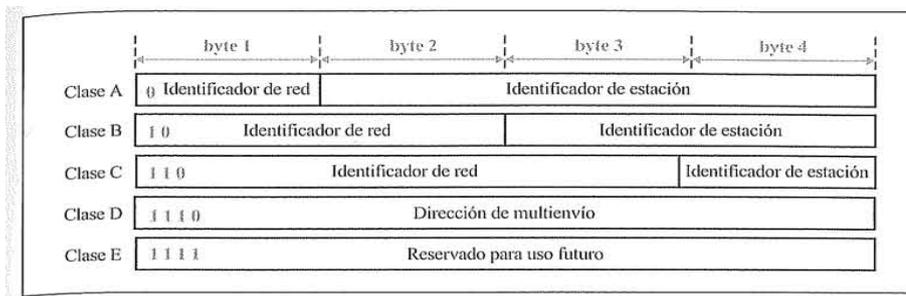
direcciones de 16 bytes (128bits) que tienen una mayor capacidad para asignaciones en equipos de las redes de datos, pudiendo coexistir con IPV4, sin embargo, IPV6 tiende a generar complicaciones cuando se implementan a gran escala debido a que afecta el rendimiento de la red de datos. (Ver Figura 3).



**Figura 3.** Dirección Internet

**Fuente:** Forouzan (2006)

Las clases de direcciones IP se clasifican en: Clase A,B,C,D,E, donde cada clase tiene un patrón de uso conformado por cinco patrones diferentes lo cual define una clase de dirección, todo ello para cubrir las necesidades dependiendo del tamaño de la organización. Según señala Forouzan (2006), la clase A es la clase más baja donde se pueden obtener más estaciones de trabajo que una clase B o C, donde este utiliza un byte para definir la clase y la red, y dejando 3 bytes disponibles para el número de estaciones. Por otra parte la clase D es utilizada para direcciones de multienvío, permitiendo generar copias de un datagrama hacia un grupo de estaciones en lugar de una sola estación, y por último la clase E donde estas se reservan para uso futuro. (Ver Figura 4).



**Figura 4.** Clases de direcciones

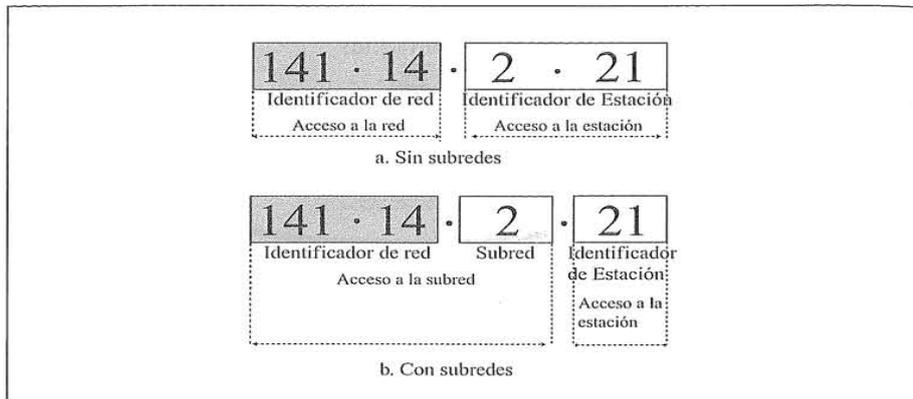
**Fuente:** Forouzan (2006)

### Subredes

Una subred está relacionada con el direccionamiento IP, su función principal es permitir que una sola dirección de red abarque muchas redes físicas, lo que permite el direccionamiento, ruteo y la utilización de la subred (subnetting) como las técnicas principales para subredes. Además, Comer (1996) afirma que esta última técnica es la más empleada para el direccionamiento de las subredes, por ser parte esencial del direccionamiento IP.

En relación a lo anteriormente expuesto, en direcciones IP de 32 bits, una porción de la red señala la dirección de la red o encaminador en la red, que no es más que el identificador de la estación, definiendo una jerarquía en la definición del direccionamiento IP, y este para alcanzar una estación en Internet debe necesariamente alcanzar la red que utiliza en la primera porción de la dirección. Seguidamente, se debe alcanzar la estación mediante el uso de la segunda porción de la dirección como el identificador de la estación, teniendo como resultado que las direcciones IP de las clases A, B y C están diseñadas con dos niveles de jerarquía, pudiendo estos no ser suficientes en algunos casos (Forouzan, 2006).

La intención de las subredes es la división de la red de mayor tamaño en redes más pequeñas denominadas subredes. (Ver Figura 5).



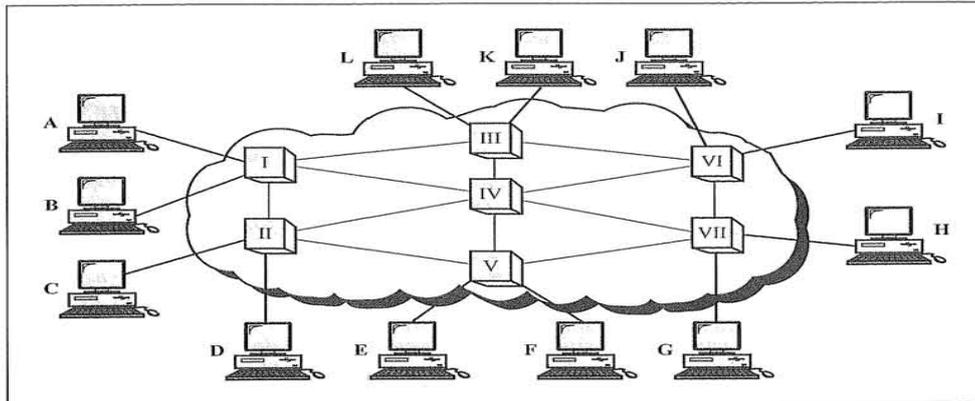
**Figura 5.** Direcciones en una red, con y sin subredes.

**Fuente:** Forouzan (2006).

El direccionamiento IP viene asociado a protocolos de la capa de transporte del Modelo OSI, conocido como TCP, que unido a la dirección IP conforman el protocolo TCP/IP, dicho direccionamiento a través de este protocolo permitirá la conectividad entre los equipos que conforman una red de datos hacia la red interna de una organización así como hacia otras latitudes, comúnmente llamado grupo de protocolos de Internet TCP/IP o simplemente TCP/IP. (Comer, 1996).

### Conmutadores

Una red conmutada, está conformada por un conjunto de nodos interconectados que reciben el nombre de conmutadores. Dichos conmutadores tienen la capacidad de crear conexiones temporales entre dos o más dispositivos que se encuentren conectados al conmutador. Considerando, que una red conmutada algunos de los nodos se encuentran enlazados con sistemas finales conformados por computadores, teléfonos, entre otros, así como también existen otros nodos se utilizan para el encaminamiento de la red según lo señala Forouzan (2006).



**Figura 6.** Red conmutada.

**Fuente:** Forouzan (2006).

### **Estructura de un conmutador:**

De acuerdo a Forouzan (2006), estos se clasifican en conmutadores de circuitos y conmutadores de paquetes de acuerdo al tipo de red.

### **Conmutadores de circuitos:**

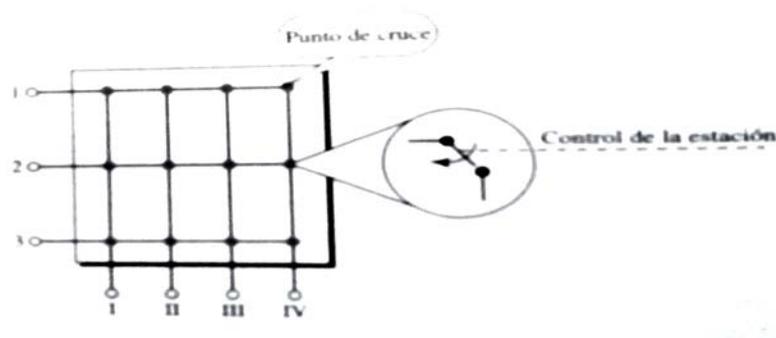
Se clasifican en conmutadores de circuitos y conmutadores de paquetes comúnmente llamados switches, de los cuales el utilizado para el estudio es el conmutador de paquetes.

### **Conmutación por división del espacio**

Estos se encuentran separados unos de otros de forma espacial, siendo este diseñado para redes analógicas y digitales, entre estos se encuentran los conmutadores de barras cruzadas, la cual conecta  $n$  entradas a  $m$  salidas utilizando microconmutadores en cada punto de cruce, como lo señala Forouzan (2006) en la Figura 7.

Existen otros elementos como la conmutación multietapa, los cuales tienen la particularidad de eliminar las limitaciones que producen los conmutadores de

barras cruzadas, debido a que este lo clasifica por etapas (tres etapas usualmente) y este funciona unificando los conmutadores de barras cruzadas en solo una fila o columna (camino) activa para cualquier conexión. Utiliza múltiples puntos de cruce o caminos dentro del conmutador, teniendo la funcionalidad de reducir el número de puntos de cruce, y estacando que, en la etapa intermedia cada punto de cruce puede ser accedido por múltiples conmutadores de barras cruzadas en la primera o tercera etapa. (Ver Figura 8)



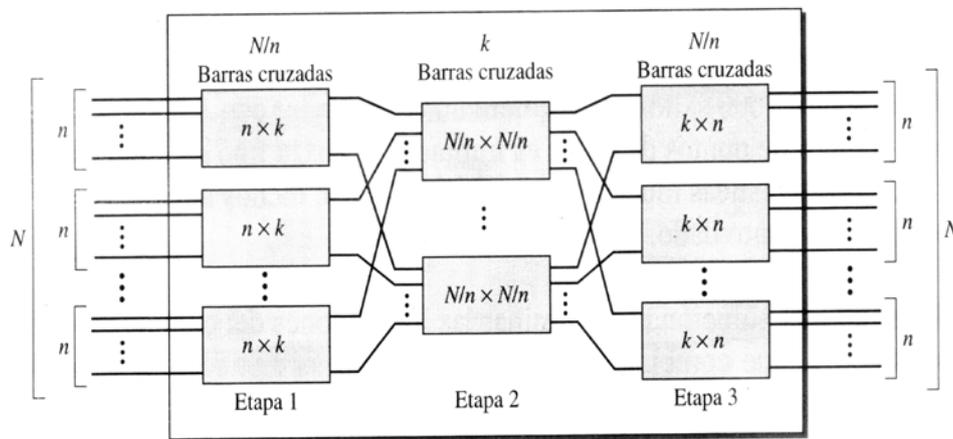
**Figura 7.** Conmutador de barras cruzadas con tres entradas y cuatro salidas

**Fuente:** Forouzan (2006).

Los conmutadores multietapas presenta las siguientes características en cuanto a su diseño:

1. Se clasifica en  $N$  líneas de entrada en grupos, cada uno con  $n$  líneas, tomando en cuenta que este utiliza un conmutador de barras cruzadas de tamaño  $n \times k$ , donde  $k$  representa el número de conmutadores de barras cruzadas en la etapa intermedia, es decir, la primera etapa se establece  $N/n$  conmutadores de  $n \times k$  puntos de cruce.
2. Se emplean  $k$  conmutadores de barras cruzadas, de tamaño  $(N/n) \times (N/n)$  cada uno en la etapa intermedia.
3. Se emplean  $N/n$  conmutadores, cada uno de tamaño  $k \times n$  en la etapa final

No obstante, para realizar el cálculo del número total de puntos de cruce se realiza de la siguiente manera:



**Figura 8.** Conmutador Multietapa.

**Fuente:** Forouzan (2006).

### Conmutación por división del tiempo

Utiliza la multiplexación por división de tiempo (TDM) dentro del conmutador, y utiliza una tecnología de nombre “intercambio de rodajas de tiempo (TSI)”. Además, esta tecnología utiliza sistema que conecta a cuatro líneas de entrada a cuatro líneas de salida, tomando como referencia que cada línea de entrada envía datos a una línea de salida conforme al siguiente patrón:



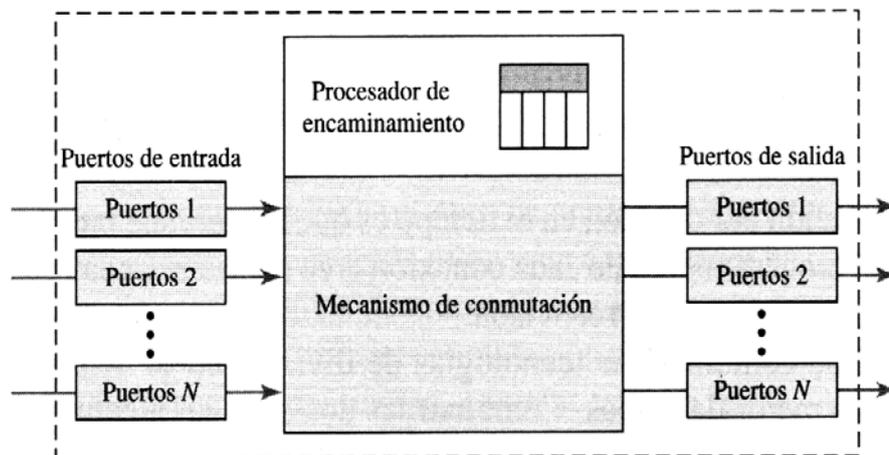
**Figura 9.** Patrón de intercambio de rodajas de tiempo.

**Fuente:** Forouzan (2006).

### Conmutadores de paquetes

De acuerdo a Forouzan (2006), los conmutadores poseen características distintas en una red de conmutación de paquetes a diferencia de una red de conmutación de circuitos, debido a que los primeros presentan cuatro

componentes principales: puertos de entrada, puertos de salida, el procesador de encaminamiento y el mecanismo de conmutación (Ver Figura 10)



**Figura 10.** Conmutador de Paquetes.

**Fuente:** Forouzan (2006).

Un conmutador de paquetes es también llamado como Switch, y este utiliza los puertos de entrada, donde realiza las funciones físicas y de enlace, donde los bits se construyen a partir de la señal recibida. Además, se extraen los paquetes de la trama, a su vez, este detecta y corrige los errores, permitiendo el encaminamiento del paquete a nivel de la capa de red, junto con el procesador del enlace de datos y del nivel físico, así como la existencia de buffers (colas) que permitirán almacenar el paquete y asegurar el encaminamiento hacia el mecanismo de conmutación (Ver Figura 10).

Por otra parte, los puertos de salida tienen la misma funcionalidad de los puertos de entrada, pero estos se ejecutan en orden inverso, además, los paquetes salientes salen de la cola y se encapsulan en una trama, y se aplican las funciones de nivel físico a la trama para de esta manera generar la señal que se enviará por la línea.

Otro aspecto a resaltar en los conmutadores de paquetes es el procesador de encaminamiento, cuyas funciones las realiza a nivel de la capa de red del Modelo

OSI. Este procesador utiliza la dirección de destino para encontrar la dirección del siguiente salto, incluyendo el número de puerto de salida por donde el paquete es enviado. Dicho proceso lleva el nombre de “búsqueda de tabla” por la particularidad de que el procesador de encaminamiento busca en la tabla de encaminamiento. Es relevante destacar que este proceso en los conmutadores actuales se ha cambiado a los puertos de entrada con la finalidad de facilitar y acelerar dicho proceso.

No obstante, en los conmutadores de paquetes existe otro elemento importante a destacar como lo son los mecanismos de conmutación. Estos mecanismos tienen la funcionalidad de mover el paquete de la cola de entrada a la cola de salida, tomando en consideración ciertos aspectos que intervienen en este proceso, como la velocidad, puesto que puede afectar el tamaño de las colas de entrada/salida y el retardo que pudiera generar en la entrega de paquetes.

Los mecanismos de conmutación de paquetes actualmente son diversos, y estos se clasifican en: Conmutador de Barras Cruzadas (definido anteriormente) y Conmutador de Banyan.

El conmutador de Banyan, de acuerdo a Forouzan (2006), está catalogado como un conmutador multietapa con microconmutadores por cada etapa, y estos tienen la particularidad de encaminar los paquetes de acuerdo al puerto de salida caracterizado por una cadena binaria, considerando la siguiente premisa: Para  $n$  entradas y  $n$  salidas se tienen  $\log_2 n$  etapas con  $n/2$  microconmutadores en cada etapa.

### **Conmutadores de dos niveles**

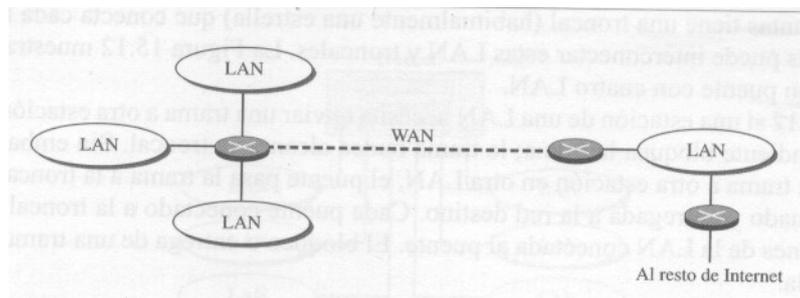
Se ejecuta a nivel físico y de enlace del Modelo OSI, siendo un puente con un gran número de puertos, diseñado para obtener un mejor rendimiento, y tiene la capacidad de asignar un puerto único a cada estación teniendo una entidad independiente, es decir sin competición de tráfico o colisiones. (Forouzan, 2006).

## Conmutadores de tres niveles

De acuerdo a Forouzan (2006), es un dispositivo enrutador de tres niveles, más rápido y de cierta sofisticación respecto a los conmutadores de dos niveles. Estos permiten una búsqueda más rápida de la tabla y un reenvío de mayor velocidad.

## Routers

Están catalogados como dispositivos de tres niveles que tiene la capacidad de enrutamiento de paquetes en función de direcciones lógicas. Su funcionalidad contempla normalmente las conexiones a redes LAN y WAN en internet, mediante la definición de tablas de enrutamiento usualmente dinámicas y se actualizan con la utilización de protocolos de enrutamiento. (Ver Figura 11).



**Figura 11.** Enrutadores que conectan LAN y WAN independientes.

**Fuente:** Forouzan (2006).

## Cableado Estructurado

Un sistema de Cableado estructurado o Structured Cabling System (SCS) según la International Engineering Consortium (IEC) es un conjunto de productos de cableado, conectores, y equipos de comunicación que integran los servicios de voz, data y video, en conjunto con sistema de administración dentro de una

edificación, tales como los sistemas de alarmas, seguridad de acceso y sistemas de energía, etc.

El cableado estructurado, se clasifica de acuerdo a las normas ANSI/TIA, entre los cuales se encuentran el estándar ANSI/TIA/EIA-569 y sus derivados (569-A y 569-A-1 al 569-A-7), definidos para espacios y canalizaciones de las telecomunicaciones, donde provee especificaciones para el diseño de las instalaciones e infraestructura (Joskowicz, 2013). Destacando que:

- En Octubre de 2004 entró en vigencia la revisión “B” de la recomendación.
- En Marzo de 2013 entró en vigencia la revisión “C” de la recomendación, conocida como ANSI/TIA/EIA-569-C “Telecommunications Pathways and Spaces”, donde se quita expresamente la referencia de “Edificios comerciales”.

Este estándar, de acuerdo a Joskowicz (2013), considera tres aspectos principales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son comunes, y deben ser tenidas en cuentas desde el momento del diseño. Este estándar reconoce que existirán cambios y los tiene en cuenta en sus recomendaciones para el diseño de las canalizaciones de telecomunicaciones.
- El dinamismo que presentan los sistemas de telecomunicaciones dentro de un edificio, las tecnologías utilizadas y los equipos de telecomunicaciones pueden presentar cambios de manera drástica. Considerando que es independiente de los proveedores y tecnologías de equipo utilizadas según lo refleja el estándar.
- Las telecomunicaciones no solo se basan en sistemas de voz y datos, también existen otros sistemas que intervienen como el control ambiental,

seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido, incluyendo cualquier tipo de sistema que transporten información en los edificios.

Por otra parte, es necesario destacar, que un edificio debe soportar diversos requerimientos actuales y futuros de los sistemas de telecomunicaciones para efectuar un diseño, construcción y equipamiento adecuado, y de acuerdo al estándar señalado anteriormente existen diversos componentes a considerar en la infraestructura de red edilicia (para edificios), según lo resalta Joskowicz (2013), estos son:

- **Instalaciones de Entrada:** Definida como el lugar donde ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o dónde se establecen las canalizaciones de interconexión con otros edificios pertenecientes a la misma organización.
- **Sala de Equipos:** Definida como un espacio en dónde se ubican los diferentes equipos de telecomunicaciones comunes al edificio. Señalando, que dicha sala puede contener equipos de centrales telefónicas (PBX), equipos informáticos (servidores), centrales de video, servidores DNS, entre otros, y estos están estrechamente ligados a los diferentes sistemas de telecomunicaciones.

En este sentido, Joskowicz (2013) señala que la sala de equipos presenta diversas consideraciones en cuanto al diseño y ubicación, las cuales son:

1. Posibilidades de expansión. Es recomendable prever el crecimiento en los equipos que irán ubicados en la sala de equipos, y prever la posibilidad de expansión de la sala. Canalizaciones de “Montantes” (“Back-bone”): Consideradas como Salas de Telecomunicaciones.
2. Evitar ubicar la sala de equipos en lugar dónde puede haber filtraciones de agua, ya sea por el techo o por las paredes.
3. Facilidades de acceso para equipos de gran tamaño.

4. La estimación de espacio para esta sala es de  $0.07 \text{ m}^2$  por cada  $10 \text{ m}^2$  de área utilizable del edificio. No obstante, de no disponerse de mejores datos, se puede efectuar una estimación del área utilizable basado en el 75% del área total. Considerando que, en edificios de propósitos específicos, como hoteles y hospitales, entre otros, el área utilizable es considerablemente más grande en cuanto al área efectiva de trabajo. Para este tipo de edificaciones, el cálculo puede hacerse de acuerdo al área efectiva de trabajo, siendo el tamaño mínimo recomendado para la mayoría de los casos de  $13.5 \text{ m}^2$  (equivalente una sala de  $3.7 \times 3.7 \text{ m}$ ).
  5. Es recomendable que esté ubicada cerca de las canalizaciones “montantes” (back bone), ya que a la sala de equipos llegan generalmente una cantidad considerable de cables desde estas canalizaciones.
  6. Otras consideraciones que deben tenerse en cuenta son: Fuentes de interferencia electromagnética, Comunicaciones Corporativas Unificadas, Vibraciones, Altura adecuada, Iluminación, Consumo eléctrico, Prevención de incendios, Aterramientos, entre otros.
- **Canalizaciones de “Montantes” (“Back-bone”):** Se clasifican en dos tipos de canalizaciones de “back-bone”:
    1. **Canalizaciones externas, entre edificios:** Las canalizaciones externas entre edificios son necesarias para interconectar “Instalaciones de Entrada” de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo “campus”. La recomendación ANSI/TIA/EIA-569 admite, para estos casos, cuatro tipos de canalizaciones: Subterráneas, directamente enterradas, aéreas, y en túneles.

**1.1. Canalizaciones Subterráneas:** Las canalizaciones subterráneas consisten en un sistema de ductos y cámaras de inspección. Los ductos deben tener un diámetro mínimo de 100 mm (4 “). No se admiten más de dos quiebres de 90 grados.

**1.2. Canalizaciones directamente enterradas:** En estos casos, los cables de telecomunicaciones quedan enterrados. Es importante que los cables dispongan, en estos casos, de las protecciones adecuadas (por ejemplo, anti-roedor).

**1.3. Back-bone aéreo:** En este tipo de canalización, se deben tomar ciertas consideraciones para el cableado aéreo:

- Características del Edificio y las áreas aledañas
- Legislación aplicable
- Separación requerida con cableados aéreos eléctricos
- Protecciones mecánicas, carga sobre los puntos de fijación, incluyendo tormentas y vientos

**1.4. Canalizaciones en túneles:** La ubicación en las canalizaciones dentro de túneles debe ser planificada, de manera que permite el correcto acceso al personal de mantenimiento y también la separación necesaria con otros servicios.

**2. Canalizaciones internas:** Las canalizaciones internas del back-bone, normalmente llamadas montantes, enlazan las instalaciones de entrada con la sala de equipos, y esta última con la sala de telecomunicaciones. Así mismo, las canalizaciones se realizan a través de ductos, bandejas, escalerillas, portacables, etc. Es necesario e importante que las canalizaciones tengan cortafuegos de acuerdo a

normativas corporativas y legales establecidas, además, las canalizaciones montantes pueden ser de tipo vertical u horizontal.

**2.1. Canalizaciones montantes verticales:** Son necesarias para unificar la sala de telecomunicaciones con la sala de equipos en edificios de varios pisos. Estas presentan una alineación y canalización de tipo vertical que pasa por cada piso desde la sala de equipos. Resaltando que las canalizaciones pueden ser efectuadas con ductos, bandejas verticales o escalerillas portables verticales y la prohibición del uso de los ductos de los ascensores para el transporte de cables de telecomunicaciones.

**2.2. Canalizaciones montantes horizontales:** Para la alineación de las salas, si no están alineadas verticalmente se requieren montantes de tipo horizontal, pudiendo utilizarse ductos, bandejas horizontales o escalerillas portables y siendo ubicadas sobre el cielorraso, debajo del piso o adosadas a las paredes.

- **Salas de Telecomunicaciones:** Están caracterizados por espacios que funcionan como punto de transición entre los montantes verticales (backbone) y las canalizaciones de distribución horizontal. En este tipo de salas se puede encontrar puntos de terminación e interconexión del cableado, equipamiento de control y de telecomunicaciones clasificados como equipos de datos (por ejemplo, switches, routers, etc). Además, no se recomienda compartir esta sala con las relacionadas con equipamiento de energía.

Otros aspectos a resaltar, es la ubicación de la sala de telecomunicaciones, siendo el área ideal la que está conformada por el centro desde donde se debe prestar el servicio. Así como también se debe considerar ciertos aspectos si se necesita más de una sala de telecomunicaciones, estos son:

1. Si el área a servir es mayor a 1000 m<sup>2</sup>, se recomienda una sala de telecomunicaciones por cada 1000 m<sup>2</sup> de área aprovechable.
2. La distancia de las canalizaciones de distribución horizontal desde la sala de telecomunicaciones hasta el área de trabajo no puede superar en ningún caso los 90 m. En caso de excederse se debe utilizar otra área de telecomunicaciones.
3. En caso de necesitarse más de una sala de telecomunicaciones en el mismo piso se recomienda utilizar canalizaciones de tipo montante.

Así mismo, existen recomendaciones en cuanto al tamaño de las salas de telecomunicaciones, estas son:

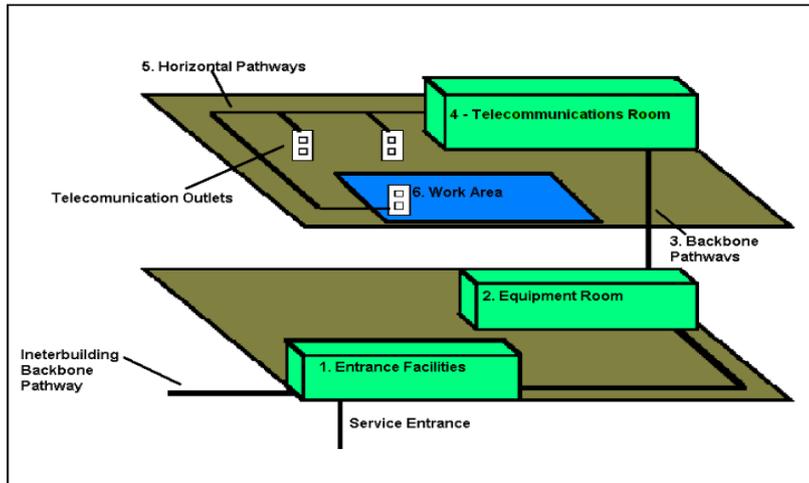
**Tabla 1.** Tamaño de salas de telecomunicaciones

| Área utilizable     | Tamaño recomendado de la sala de telecomunicaciones |
|---------------------|---|
| 500 m <sup>2</sup>  | 3 m x 2.2 m   |
| 800 m <sup>2</sup>  | 3 m x 2.8 m   |
| 1000 m <sup>2</sup> | 3 m x 3.4 m   |

**Fuente:** Joskowicz (2013).

- **Canalizaciones horizontales:** Son aquellas que vinculan la sala de telecomunicaciones con las áreas de trabajo, siendo estas diseñadas para soportar los tipos de cableado recomendados por la norma TIA-568, como los cables UTP y los STP para fibra óptica. De acuerdo a la norma TIA-569, los tipos de canalizaciones se encuentran:
  - **Ducto bajo piso:** Pertenecen a la obra civil, se puede realizar una malla de ductos sobre el suelo, y este dispone puntos de acceso a los ductos de bajo piso, usando torretas, periscopios u otro tipo de accesorios.

- **Ductos bajo piso elevado:** Esta conformado por un sistema de soportes en los que se apoyan lozas de tipo cuadradas, y estos son usados normalmente en las salas de telecomunicaciones y oficinas.
- **Ductos aparentes:** Son rígidos y de tipo metálicos o PVC. Considerando que no se deben usar ductos de tipo flexible para canalizaciones horizontales y su instalación se efectúa conforme a los requisitos del eficio.
- **Bandejas:** Son estructuras rígidas de tipo metálicas o PVC de forma rectangular. La base que conforman las paredes pueden ser sólidas o caladas y generalmente son instaladas sobre cielorraso.
- **Ductos sobre cielorraso:** Se fijan al techo utilizando colgantes, y pueden ser utilizados siempre que su acceso sea sencillo. No se recomienda utilizarlo apoyado sobre la estructura del cielorraso.
- **Ductos perimetrales:** Se utilizan generalmente para llegar con el cableado horizontal a las áreas de trabajo para oficinas cerradas.
- **Áreas de trabajo:** Están caracterizados por espacios como escritorios, boxes. Está clasificado como un espacio de interconexión de los dispositivos como computadoras, impresoras, cámaras, entre otros. En las áreas de trabajo se recomienda definir un área de trabajo por cada 10m<sup>2</sup> utilizable del edificio.



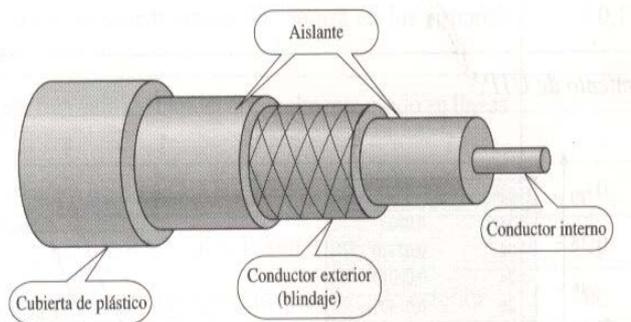
**Figura 12.** Componentes de una infraestructura edilicia.

**Fuente:** Joskowicz (2013).

## Tipos de Cableado

### Cable Coaxial

Un cable coaxial (o coax), según Forouzan (2006), está conformado por un núcleo conductor central, y este contiene un hilo sólido y enfilado comúnmente de cobre, cubierto por un aislante de material dieléctrico. Este tipo de cable transporta señales con rangos de frecuencia respecto a otro tipo de cables como el par trenzado o UTP (Ver Figura 13).



**Figura 13.** Cable Coaxial.

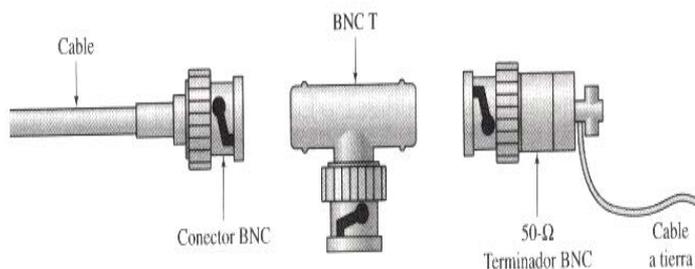
**Fuente:** Forouzan (2006)

Los cables coaxiales poseen una normativa estándar, según sus clasificaciones de radio de gobierno (RG), lo cual contiene un grupo de especificaciones de tipo físico, como el grosor del cable del conductor interno, el tipo de aislante interior y su grosor, además de otros elementos como: el tamaño, el tipo de cubierta exterior y la elaboración del blindaje del mismo.

En cuanto a los conectores para este tipo de cables, se encuentran el conector de red a bayoneta (BNC, Bayonet Network Connector, así como otros conectores de este tipo como el conector BNC T y terminador BNC.

El uso de este conector es para el extremo de un cable hacia un dispositivo, un ejemplo bastante común es el cable coaxial de la televisión (TV). En contra parte, un conector BNC T, es aquel que se utiliza para conexiones Ethernet, es de características finas, y este puede conectarse hacia otra computadora u otro dispositivo utilizando ramificaciones del mismo.

Por otra parte, es necesario destacar que, este tipo de cable necesita de un terminador BNC, para prevenir el reflejo de la señal, y este es utilizado al final del cable (Ver Figura 14).



**Figura 14.** Conexión Cable Coaxial.

**Fuente:** Forouzan (2006)

No obstante, otro elemento a resaltar es las diferentes categorías existentes de cables coaxiales, estas son:

**Tabla 2.** Categorías de los cables coaxiales

| <b>Categoría</b> | <b>Impedancia</b> | <b>Uso</b>               |
|------------------|-------------------|--------------------------|
| RG-59            | 75 $\Omega$       | Tv por cable             |
| RG-58            | 50 $\Omega$       | Ethernet de cable fino   |
| RG-11            | 11 $\Omega$       | Ethernet de cable grueso |

**Fuente:** Forouzan (2006).

### **Cable UTP (Unshielded Twisted Pair)**

Este tipo de cable comúnmente llamado par trenzado es el más utilizado para las conexiones de redes basadas en Ethernet LAN, WAN y MAN del estándar IEE 802.3. El estándar principal, el TIA/EIA-568-B.1 define los requisitos generales, mientras que TIA/EIA-568-B.2, se centra en componentes de sistemas de cable de pares balanceados, y es uno de los más usados por su costo, accesibilidad y fácil instalación.

Se clasifica por categorías, y entre las más utilizadas se encuentran la categoría 5, categoría 5e, categoría 6, categoría 6<sup>a</sup> de acuerdo a la norma T568A y la T568B, y la diferencia entre ellas es el orden de los colores de los pares a seguir para el conector RJ45. El cableado debe estar verificado y certificado una vez es instalado según las normativas y estándares especificados.

Las categorías del cableado están estructuradas de acuerdo a la velocidad que proporciona el cable UTP según lo especifica la norma. (Ver Tabla 3).

**Tabla 3.** Categorías de cableado UTP

| <b>Cable</b> | <b>Velocidad<br/>Máxima<br/>Portadora</b> | <b>Velocidad<br/>Máxima<br/>de datos</b> | <b>Distancia<br/>Máxima</b> | <b>Factor de<br/>Costo</b> |
|--------------|---|--|-----------------------------|----------------------------|
| Categoría 3  | 16 Mhz                                    |  |                             |                            |
| Categoría 4  | 20 Mhz                                    |  |                             |                            |

|                          |          |                     |       |      |
|--------------------------|----------|---------------------|-------|------|
| Categoría 5              | 100 Mhz  | 100 Mbs             | 100 m | 1x   |
| Categoría 5e             | 100 Mhz  | 1000 Mbs            | 100 m | 1x   |
| Categoría 6              | 200 Mhz  | 1000 Mbs            | 100 m | 1.3x |
| Categoría 6              | 200 Mhz  | 10000 Mbs o 10 Gbps | 57 m  | 1.3x |
| Categoría 6 <sup>a</sup> | 500 Mhz  | 10000 Mbs o 10 Gbps | 100 m | 2x   |
| Categoría 7              | 600 Mhz  |                     |       |      |
| Categoría 7 <sup>a</sup> | 1000 Mhz |                     |       |      |

**Fuente:** González (s/f)

No obstante, el tipo de cableado utilizado dependerá de las características del equipo a utilizar en la infraestructura de red, así como la configuración respectiva. La certificación del cableado debe tomarse en cuenta elementos como la atenuación del cable permitida, así como la diafonía. Considerando que los tipos de cableado más utilizado es el de categoría 5 y 6 (Ver Tabla 4 y 5).

**Tabla 4.** Valores límite de atenuación, diafonía (NEXT) y relación de atenuación-diafonía (ACR) para instalaciones categoría 5 según EIA/TIA 568 para Enlace Básico (Basic Link)

| Frec. (Mhz) | Atenuación | NEXT | ACR  |
|-------------|------------|------|------|
| 1           | 2,1        | 60   | 57,9 |
| 4           | 4          | 51,8 | 47,8 |
| 8           | 5,7        | 47,1 | 41,4 |
| 10          | 6,3        | 45,6 | 39,3 |
| 16          | 8,2        | 42,3 | 34,1 |
| 20          | 9,2        | 40,7 | 31,5 |
| 25          | 10,3       | 39,1 | 28,8 |
| 31,25       | 11,5       | 37,6 | 26,1 |
| 62,5        | 16,7       | 32,7 | 16   |
| 100         | 21,6       | 29,3 | 7,7  |

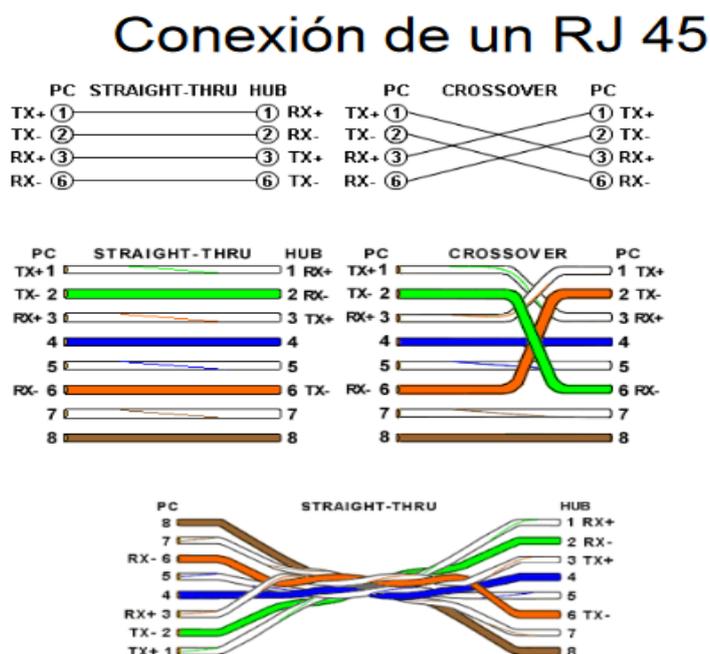
**Fuente:** Gonzalez (s/f)

**Tabla 5.** Valores límite de atenuación, diafonía (NEXT) y relación de atenuación-diafonía (ACR) para instalaciones categoría 5 según EIA/TIA 568 para Enlace de Canal (Channel Link)

| Frec. (Mhz) | Atenuación | NEXT | ACR  |
|-------------|------------|------|------|
| 1           | 2,5        | 60   | 57,5 |
| 4           | 4,5        | 50,6 | 46,1 |
| 8           | 6,3        | 45,6 | 39,3 |
| 10          | 7          | 44   | 37   |
| 16          | 9,2        | 40,6 | 31,4 |
| 20          | 10,3       | 39   | 28,7 |
| 25          | 11,4       | 37,4 | 26   |
| 31,25       | 12,8       | 35,7 | 22,9 |
| 62,5        | 18,5       | 30,6 | 12,1 |
| 100         | 24         | 27,1 | 3,1  |

**Fuente:** Gonzalez (s/f).

En cuanto al conector utilizado RJ45 para el cableado UTP, de acuerdo a la norma TIA/EIA-568-B.1 este presenta la siguiente estructura:



**Figura 15.** Estructura del conector RJ-45.

**Fuente:** González (s/f).

En cuanto a la forma del conector, visualmente es como se refleja a continuación:

### Conexión de un RJ 45 [7]

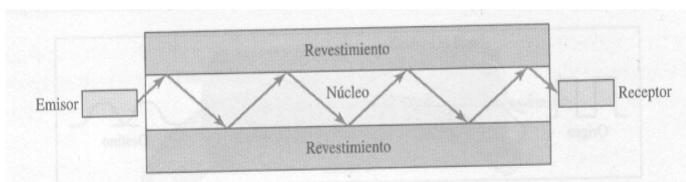


**Figura 16.** Conexión del conector RJ-45.

**Fuente:** González (s/f).

### Cable fibra óptica

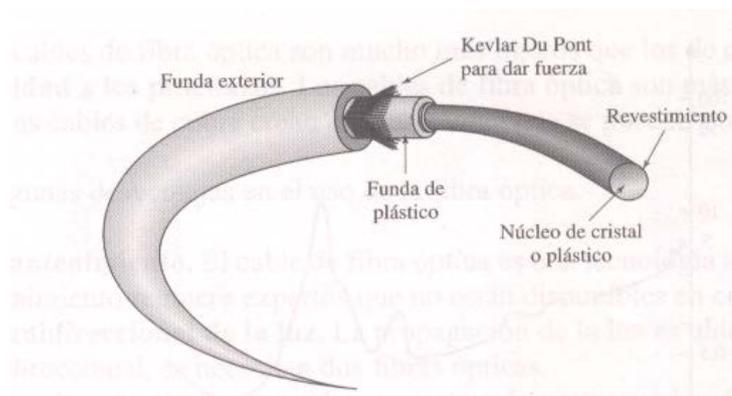
El cable de fibra óptica se rige por los estándares ANSI/TIA/EIA 598-A, ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1, IEEE 802.3, y de acuerdo a Forouzan (2006), está elaborado de materiales plásticos o cristal y transmite señales en forma de luz. Este usa elementos reflectores para llevar luz a través de un canal. Posee un núcleo de un revestimiento de cristal ó plástico de menor densidad. (Ver. Figura 17).



**Figura 17.** Cable fibra óptica.

**Fuente:** Forouzan (2006).

La cubierta del cable está conformada por una cubierta elaborada con PVC o teflón, este incluye tiras de Kevlar que permiten fortalecer el cable, siendo el Kevlar un material de alta resistencia. Dentro del Kevlar hay otro material de plástico que protege la fibra, estando esta última ubicada en todo el centro del cable cubierto por el revestimiento y el núcleo (Ver. Figura 18).



**Figura 18.** Interior de Cable fibra óptica.

**Fuente:** Forouzan (2006).

Los tipos de fibra existentes son diversos, estos se indican a continuación:

**Tabla 6.** Tipos de Fibra

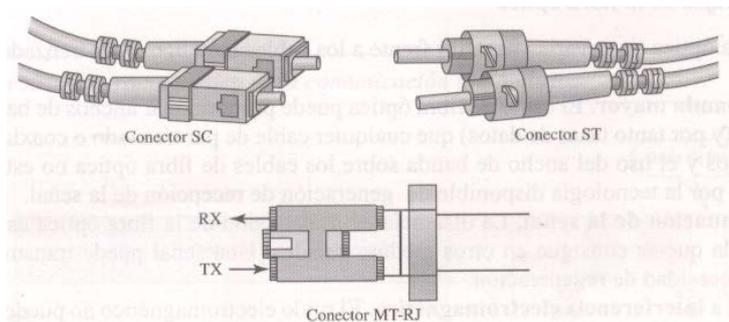
| Tipo de Fibra | Núcleo (micrones) | Revestimiento (micrones) | Modo               |
|---------------|-------------------|--------------------------|--------------------|
| 50/125        | 50,0              | 125                      | Multimodo, gradual |
| 62.5/125      | 62,5              | 125                      | Multimodo, gradual |
| 100/25        | 100,0             | 125                      | Multimodo, gradual |
| 7/125         | 8,3               | 125                      | Monomodo           |

**Fuente:** Forouzan (2006)

En cuanto a los conectores que utiliza la fibra, se encuentran:

- Conector SC (Subscriber Channel): Usado para Tv por cable, y este utiliza un sistema de bloqueo apretar/tirar.
- Conector ST (Straight tip): Usado para conectar el cable a dispositivos de red, y este utiliza un sistema de bloqueo basado en bayoneta, de mayor confiabilidad que el conector SC
- Conector MT-RJ: Esta conformado por un conector del mismo tamaño que el RJ45

Forouzan (2006), señala que en cuanto a la atenuación de los cables es más plano que en cables de par trenzado (UTP) y cable coaxial. Su rendimiento es elevado por lo que se necesitan menos repetidores (Ver. Figura 19).



**Figura 19.** Conectores Cable fibra óptica.

**Fuente:** Forouzan (2006).

En cuanto al tamaño de la fibra está clasificado según el diámetro de su núcleo y el de su cubierta expresados en micrones ó micrómetros. Este tipo de cable presentan diversos modos de propagación, clasificados en multimodo, monomodo.

- **Multimodo:** Existen múltiples rayos de luz de una fuente luminosa que se mueven a través del núcleo por caminos distintos.

**Monomodo:** Se caracteriza por poseer una fibra de índice escalonado y fuente de luz enfocado, limitando los rayos a un rango muy pequeño de ángulos cercano a la

horizontal. Este es fabricado con un diámetro de tamaño inferior a los multimodo y con densidad inferior.

## **Tipos de enlaces de red**

### **Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Metro Ethernet, ATM y Framereelay**

Ethernet, definido por la IEE (<http://ieee.org>) como un conjunto de estándares para la capa física y la capa MAC para la transmisión de datos. Se encuentra establecido en la norma o estándar general IEE 802.3 y sus derivados, al igual que Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y Metro Ethernet, contienen un conjunto de especificaciones de networking basadas en Ethernet. Este estándar describe un conjunto de bits digitales que viajan por el cable, siendo única en su método para acceder al cable, donde el IEEE 802.3 y sus variantes obtienen el uso del cable al competir por él.

Existen diversas especificaciones según lo establece el estándar, y está asociada a la velocidad de conexión según sus especificaciones de acuerdo a los derivados de la norma IEE 802.3 (802.3a, 802.3i, 802.3j, 802.3u, entre otros), se pueden destacar el Ethernet 10/100, que soporta la especificación o suplemento 10Base-T y 100Base-TX. Un puerto Ethernet 10/100/1000 soporta 10Base-T, 100Base-TX, y 1000Base-T, la cual proporciona conexiones de 10Mbps a 1Gbps, 24x7 vigilancia y atención al cliente, acuerdos de nivel de servicio, más un apoyo para las especificaciones anteriormente señaladas, la cual están disponibles en todos los servicios de Metro Ethernet. Así como también existen muchos otros suplementos con diversas características y normativa estándar estipulado por la IEEE.

No obstante, es necesario destacar que Metro Ethernet, según las especificaciones de la norma IEE 802.3 y sus derivados, es una de las más utilizadas para redes locales de largo alcance en las organizaciones. Metro Ethernet, abarca áreas de gran tamaño, debido a que están destinados a cubrir el área metropolitana de una ciudad, mediante la capa 2 (Nivel de enlace de datos) del Modelo OSI. A continuación se muestra el funcionamiento de las tramas Ethernet según las especificaciones de la norma IEE 802.3:

**Tabla 7.**Tramas Ethernet

| PREÁMBULO | SFD | DESTINO | ORÍGEN | LONG/TIPO | DATOS  | PAD | FCS |
|-----------|-----|---------|--------|-----------|--------|-----|-----|
| 7         | 1   | 6       | 6      | 2         | 0.1500 | 046 | 4   |

**Fuente:** IEEE 802.3 Ethernet Working group (2016).

- **Preámbulo:** Su única función es de sincronización. Es una secuencia de 0 y 1.
- **Delimitador de Inicio de Trama (sfd):** marca el comienzo de la trama. Es el siguiente octeto: 10101011.
- **Destino:** Destination Address: MAC Address del destino.
- **Origen:** Source Address: MAC Address del origen.
- **Long/Tipo:** Longitud en bytes del campo de datos.
- **Datos:** El mínimo es de 46 bytes y si no rellena con 0 (PAD).
- **Fcs:** Chequeo de Redundancia Cíclica, sirve para comprobar errores en los datos.

Así mismo, Metro Ethernet, de acuerdo a lo señalado por el estándar IEE 802.3 y sus derivados como el 802.3ah “Primera Milla”, entre otros, tienen la

particularidad de ser llamadas redes "multiservicio", debido al soporte de una gran cantidad de servicios y aplicaciones, así como los mecanismos que posee para brindar soporte a tráfico "RTP" (tiempo real), para aplicaciones como Telefonía IP y Video IP, considerando que este tipo de tráfico presenta sensibilidad al retardo y al jitter (Fluctuación).

Por otra parte, existen muchos otros estándares elaborados por organismos como la UIT-T, el G.7041 Generic Framing Procedure (GFP), X.86 Link Access Protocol (LAPS), H.707 Virtual Concatenation (VCAT), G.7042 Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS), que son basados en Ethernet sobre óptico, y están relacionados con Metro Ethernet en cuanto a su estructura y funcionamiento.

Así mismo, otras tecnologías como ATM presentan características distintas en cuanto a su estructura y funcionamiento, estas se encuentran definidas por el estándar y sus derivados, y su función principal es de proveer una red digital de banda ancha para ofrecer servicios de transporte con diferentes tipos de tráfico a diferentes velocidades:

Utiliza un limitado número de enlaces de comunicaciones de elevado ancho de banda. La metodología tradicional de las redes de transporte digital se basaba en la multiplexación estática en el tiempo (TDM) de los diferentes servicios. Esta tecnología de multiplexación es tanto utilizada a velocidades plesiócronas, como en JDS (Jerarquía Digital Síncrona).

#### Protocolos de red

Los protocolos de red son muy diversos y estos se clasifican de acuerdo a la capa de nivel del Modelo OSI al cual pertenezcan, y de acuerdo a Forouzan (2006), los protocolos más utilizados en una infraestructura de red de datos están conformados por:

- IP (IPv4, IPv6), X.25, ICMP, IGMP, NetBEUI, TCP/IPX (Capa 3: Nivel de red)

- TCP, UDP (Capa 4: Nivel de transporte)
- NETBIOS, RPC, SSL (Capa 5: Nivel de sesión)
- ASN 1 (Capa 6: Nivel de presentación)
- SNMP, SMTP, FTP, SSH, HTTP, CIFS (SMB), NFS, Telnet, IRC, POP3, IMAP, LDAP (Capa 7: Nivel de aplicación)

A continuación, se describen brevemente de acuerdo a los estándares internacionales de la IETF, UIT-T, entre otros, los protocolos de red utilizados para el estudio son los siguientes:

- **IP:** Es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la capa de red según el modelo internacional OSI, comúnmente llamado protocolo de internet y se rige por los estándares RFC 791 para direcciones IP de tipo IPV4 y RFC 2460 para las direcciones IP de tipo IPV6.
- **ICMP:** Es un Protocolo de Mensajes de Control de Internet y se utiliza como sub protocolo de control y notificación de errores del Protocolo de Internet (IP) y se rige por el estándar RFC 792.
- **TCP:** Es el protocolo de control de transmisión utilizado en gran parte en las comunicaciones de datos, este pertenece a la capa intermedia entre el protocolo de red (IP) y la aplicación. Es un protocolo orientado a conexión, y este asegura la confiabilidad de los datos que son emitidos por el cliente sean recibidos por el servidor sin errores y en el mismo orden que fueron emitidos, y este se rige por el estándar RFC 793 y RFC 1323 de la IETF.
- **UDP:** Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas, de acuerdo al encapsulado de capa 4 que establece el Modelo OSI. Su función se basa en el envío de datagramas a través de la red sin establecer anteriormente una conexión, donde cada datagrama incorpora

información del direccionamiento en su cabecera. Este protocolo se rige por el estándar RFC 768 de la IETF.

- **SSH:** Es un protocolo utilizado para el acceso a máquinas remotas a través de una red de forma segura. Utiliza intérpretes de comandos y tiene la capacidad de redirigir tráfico cuando es utilizado en programas gráficos en diferentes sistemas operativos basados en Unix y Windows. Se basa en los estándares RFC 4250, RFC 4251, RFC 4252, entre otros. El protocolo SSH consta de tres componentes principales: el Protocolo de capa de transporte proporciona autenticación del servidor, la confidencialidad, la integridad y la confidencialidad directa perfecta. Los Protocolos de autenticación de usuario se autentican al cliente al servidor. El Protocolo de conexión multiplexa el túnel encriptado en varios canales lógicos.
- **HTTP:** Es un protocolo de red llamado “Protocolo de transferencia de hipertexto” (Hypertext Transfer Protocol – en inglés) conocido como HTTP, este se basa en permitir transferencias de información en Internet a través de la World Wide Web. Fue desarrollado por la World Wide Web Consortium y la Internet Engineering Task Force, y se rige principalmente por el estándar RFC 2616 en la versión 1.1.

HTTP también se utiliza como un protocolo genérico para la comunicación entre agentes de usuario y / proxies puertas de acceso a otros sistemas de Internet, incluyendo los protocolos apoyados por el SMTP, NNTP, FTP, Gopher y WAIS. De esta manera, HTTP permite el acceso hipermedia básico a los recursos disponibles de diversas aplicaciones.

- **LDAP:** Es un protocolo de red conocido como Lightweight Directory Access Protocol (en inglés) ó también llamado “Protocolo Ligero/Simplificado de Acceso a Directorios”. Este se encuentra en la capa de aplicación del modelo OSI y se basa en autorizar el acceso a un servicio

de directorio que se encuentra ordenado y distribuido con el fin de buscar información dentro de un entorno de red.

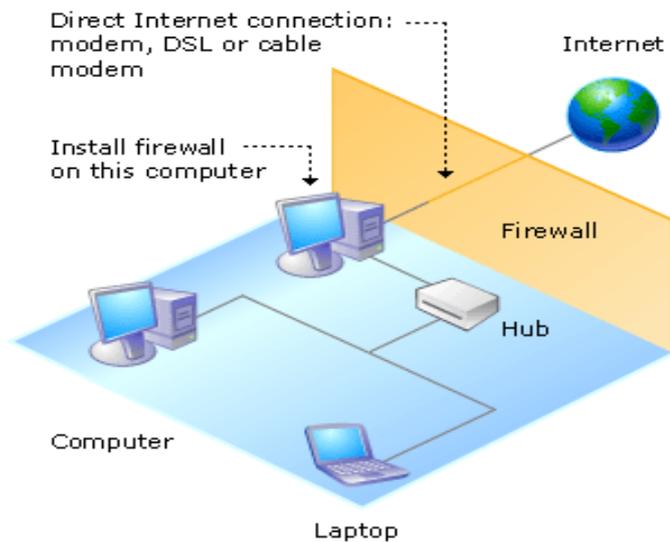
LDAP es un protocolo que se rige por los estándares RFC 2251, RFC 2256, RFC 2829, RFC 2830 y RFC 3377, además, permite un acceso de gran alcance para los directorios y ofrece medio de la búsqueda y manipulación de directorio, contenidos y formas de acceder a un amplio conjunto de funciones de seguridad.

### **Dispositivos de red:**

#### **Firewall**

Un firewall es un dispositivo llamado también como cortafuegos, y está diseñado para proporcionar seguridad en el acceso a los servicios en una red de datos, donde este presenta un conjunto de elementos configurables para garantizar el bloqueo de acceso a usuarios no autorizados a los servicios prestados en una red de datos. Según Forouzan (2006), lo define como un dispositivo usualmente llamado enrutador o computadora, instalado entre la red interna de una organización y el resto de Internet. Su función principal es de reenviar algunos paquetes y filtrar otros.

Otros autores como Forouzan lo define como “Un dispositivo (habitualmente un enrutador o computadora) instalado entre la red interna de una organización y el resto de internet” (2006, p. 838), resaltando que dicho dispositivo está orientado al reenvío el filtrado de algunos paquetes.



**Figura 20.** Representación de Firewall (Cortafuegos)

**Fuente:** Cuevas Martínez, Ramón. Universidad Tecnológica de México (2011).

Como se indica en la Figura 20. El cortafuegos interactúa con la conexión directa de Internet, a través de un modem de tipo DSL (siglas en inglés Digital Subscriber Line) o Cable Modem, este se instala en un equipo de la red de datos de una organización que tiene acceso hacia el exterior (Internet). El cortafuegos funciona como filtro y protector de los equipos de telecomunicaciones (Computadores de Escritorio, Laptops, Servidores, entre otros) de las actividades en la red de tráfico informático catalogados como peligroso, como los virus y gusanos que intentan obtener acceso al equipo a través de Internet.

### **Funcionamiento de un Firewall**

Un Firewall como lo señala Cuevas (2011), funciona mediante la delimitación de un conjunto de autorizaciones para la comunicación, clasificadas como entradas y salidas, a través de la definición de Reglas. Dichas reglas se pueden hacer teniendo en cuenta los puertos de comunicación, los programas o las IP de conexión.

Estas reglas pueden ser tanto restrictivas como permisivas, es decir, pueden ser reglas que denieguen o autoricen las comunicaciones (de entrada, de salida o ambas) a un determinado puerto, un determinado programa o una determinada IP.



**Figura 21.** Detalles del funcionamiento de un Firewall

**Fuente:** Cuevas (2011)

Cuando un intruso ataca la red de datos, el dispositivo (firewall) actúa como un protector ante el acceso de intrusos a la red de la organización a información confidencial, de acuerdo a reglas y protocolos establecidos en redes de datos (Ver Figura 21)

Los cortafuegos regularmente se clasifican en equipos cortafuego de filtrado de paquetes y proxy.

### **Cortafuegos de filtrado de paquetes**

De acuerdo a Forouzan (2006), un cortafuegos de filtrado de paquetes se caracteriza por un enrutador que usa una tabla de filtrado para decidir que paquetes debe descartar, destacando que, el filtrado de paquetes se realiza en el nivel de red o de transporte del Modelo OSI. Dicha tabla especifica el nombre, la interface, la dirección IP, protocolo y puerto como elementos principales, como lo señala la Figura 22.

## Cortafuegos basados en proxy

Se caracterizan por el filtrado de paquetes en la información de la que se tiene disponibilidad en las cabeceras del nivel de la capa de red y transporte (Protocolos IP y TCP/UDP), teniendo la particularidad que este se puede presentar la necesidad de filtrar la información que contiene el mensaje a nivel de la capa de aplicación del Modelo OSI (Forouzan, 2006). A diferencia del cortafuegos de filtrado de paquetes, este tipo de cortafuegos permite la distinción de paquetes que llegan a través de los protocolos de nivel de transporte.

| 50 - FIREWALL RULES                               |             |           |              |          |          |
|---|-------------|-----------|--------------|----------|----------|
| Remaining number of rules that can be created: 49 |             |           |              |          |          |
|   |             | Interface | IP Address   |          | Schedule |
| <input checked="" type="checkbox"/>               | Name        |           |              | Protocol |          |
|   | SSH         | WAN       | *            | TCP      |          |
|   | Action      |           |              | Port     |          |
|   | Allow       | LAN       | 192.168.1.70 | 22       |          |
| <input checked="" type="checkbox"/>               | Name        |           |              | Protocol |          |
|   | HTTP        | WAN       | *            | TCP      |          |
|   | Action      |           |              | Port     |          |
|   | Allow       | LAN       | 192.168.1.70 | 80       |          |
| <input checked="" type="checkbox"/>               | Name        |           |              | Protocol |          |
|   | PostgresSQL | WAN       | *            | Any      |          |
|   | Action      |           |              | Port     |          |
|   | Allow       | LAN       | 192.168.1.70 | 5432     |          |
|   | Name        |           |              | Protocol |          |
|   | WNC_SESSI   | WAN       | *            | Any      |          |

**Figura 22.** Reglas definidas en el Firewall (Cortafuegos)

**Fuente:** Cuevas (2011).

Entre las empresas más destacadas en la actualidad que fabrican cortafuegos (firewalls) empresarial se encuentran Cisco Systems, 3Com, Avaya, Intel, D-Link, entre otros, que de acuerdo a su funcionalidad brindada otorgarán la protección deseada por las organizaciones en sus redes locales.

## **Educación a Distancia**

La tecnología avanza conforme a las necesidades del mercado, y en materia educativa forma parte de una nueva era, donde es posible realizar actividades académicas desde diversas partes del mundo sin limitaciones de espacio, como lo representa la educación a distancia. La educación a distancia representa la necesidad de las personas para adquirir un nivel de educación alejado de su lugar de origen, considerando que estos implican gastos económicos en cuanto a traslados, alojamientos, alimentación, entre otros.

Conde (2003) señala, que la enseñanza a distancia, está basada en tres elementos fundamentales como: el alumno, el profesor/tutor y el contenido, siendo este último representado a través de material didáctico de relevancia debido a que representa una guía para el alumno, dado que este tipo de enseñanza funciona sobre un modelo de autoaprendizaje, caracterizando al tutor/profesor como guía y/o persona auxiliar, a diferencia de los alumnos que son autónomos en cuanto a su desenvolvimiento, pudiendo el tutor trabajar de forma presencial, a distancia o de forma combinada. El trabajo del tutor puede llevarse a cabo de manera presencial o a distancia, también puede contemplar modalidades combinadas.

Otros autores como Pastor (2005) definen la educación superior a distancia en un desde una perspectiva más amplia, como el ciclo de educación formal que tiene su antecedente académico enfocado en el nivel educativo como el bachillerato o su equivalente como a nivel de licenciatura, donde este se orienta en los conocimientos, actitudes y destrezas altamente calificados en el ámbito profesional caracterizado por un campo de conocimientos específico (educación, filosofía, derecho, etcétera). Así como también, refleja que a nivel de postgrado, tiene como objetivo la formación de cuadros científico-disciplinarios con altos niveles de especialización y estos deben estar actualizados. El autor resalta también que los procesos de enseñanza-aprendizaje no se efectúan de forma

presencial, sino mediante la utilización de medios tecnológicos de difusión de información permitiendo una comunicación efectiva de forma diferida o simultánea entre los alumnos, los profesores y los administradores del programa, software u otro entorno.

En el aspecto económico la Educación a Distancia puede ser un elemento en que se encuentren diferencias en cuanto los tiempos de traslado como los principales, unido a que las tecnologías de comunicación moderna y de informática pueden facilitar el acceso a la Educación a personas que viven alejadas de los Centros Educativos, principalmente de nivel superior, así como también para aquellas personas que necesitan combinar actividades productivas con el estudio, es entonces que estos esquemas de Educación a Distancia son útiles y pueden resolver la accesibilidad y mejora la administración del tiempo para alcanzar metas propuestas como la finalización de estudios superiores, tomando en cuenta elementos como los ahorros para evitar gastos en el traslado de la persona, ya sea por medios propios o de terceros, así como también el acceso a diversos contenidos y programas de educación e investigación de instituciones locales, regionales e internacionales. De igual manera, la Educación a Distancia es catalogada como una alternativa para personas con alguna discapacidad primariamente motora, y de esta manera puedan acceder a una educación evitando diversas dificultades económicas o de traslado que pueden presentárseles.

### **Plataformas de Educación a Distancia en Entornos Virtuales Universitarios**

La Educación a Distancia incorpora tecnologías de telecomunicaciones y de información utilizando para ello diversas plataformas o herramientas orientadas a la web. Autores como Sánchez indican que el término plataforma como “Un amplio rango de aplicaciones informáticas instaladas en un servidor cuya función es la de facilitar al profesorado la creación, administración, gestión y distribución de cursos a través de Internet” (2009, p. 218).

Por otro lado, según Garcia (2001), otros autores coinciden que el término Educación a Distancia contempla la educación por correspondencia (texto impreso) como la educación virtual (o educación en línea), que se soporta mediante el uso de medios generados a través de TIC.

Existen múltiples plataformas virtuales de diversos fabricantes que incluyen características principales como:

- Correo electrónico
- Páginas y portales web
- Bibliotecas virtuales
- Foros
- Salas de conversación
- Telefonía IP
- Entre otros.

Existen otras plataformas de nueva generación de aprendizaje electrónico entre se encuentran:

- Blogs
- Microblogging
- PLE (Personal Learning Enviroment)
- Podcast
- Redes sociales
- RSS
- Wikis

## **LMS**

Según señala ("CIO information, news and tips - SearchCIO", 2016), un sistema de gestión de aprendizaje LMS (Learning Management Systems) por sus siglas en inglés es una aplicación de software o de tecnología orientado a la web, donde es usado para la planificación, implementación y evaluación de un proceso de aprendizaje específico. En este sentido, un sistema de gestión de aprendizaje permite al instructor una forma de crear y suministrar contenido, así como el monitoreo, la participación del estudiante y evaluación del desempeño estudiantil. Por lo que, un sistema de gestión de aprendizaje tiene la opción de proporcionar a los estudiantes la posibilidad de utilizar las funciones interactivas entre las que se encuentran: foros de discusión, videoconferencias, entre otros.

Tal es el caso de plataformas virtuales para la educación a distancia como Moodle, Dokeos, entre otros que presentan características como las descritas anteriormente.

## **LCMS**

De acuerdo a Rengarajan (2001), un LCMS (Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje), es un sistema basado en web empleado para crear, aprobar, publicar, administrar y almacenar recursos educativos y cursos en línea. En este sentido, los contenidos que se estructuran los cursos, en su mayoría son elaborados por diseñadores instructores, profesores que complementan su material de clase utilizando los contenidos, y los alumnos que acceden al material de clase a través de la herramienta para el desarrollo de sus actividades académicas.

Además, los LCMS tienen su origen en otras plataformas como los CMS (Content Management System), con la finalidad de simplificar la creación y la administración de los contenidos en línea, así como su utilización para

publicaciones periódicas (artículos, informes, fotografía, etc.). Los CMS, tienen como función, separar los contenidos de su presentación y es un mecanismo de trabajo para facilitar la gestión de una publicación web.

A su vez, los LCMS tienen la particularidad de que su funcionalidad básica proviene los CMS, debido a que es posible administrar contenidos y recursos en el ámbito educativo, con la diferencia principal que no administra todo tipo de información como es el caso de los CMS.

Por otra parte, es necesario destacar otros elementos de la Educación a Distancia como las modalidades de estudio, la cual, son mencionadas a continuación:

- **Modalidad abierta:** Permiten la apertura en el ingreso, así como, la trayectoria y los distintos requisitos para la permanencia y tiene la capacidad de utilizarse por medios tradicionales como los son las sesiones presenciales de libre acceso, con gis y pizarrón, foros virtuales, entre otros, destacando el uso de las nuevas tecnologías de información, siendo estas utilizadas en para potenciar las comunicaciones.
- **Modalidades a distancia:** Se fundamental por la separación física entre docentes y estudiantes, y las interacciones se llevan a cabo mediante el uso de materiales de instrucción y el uso de los medios de comunicación (radio, TV, correo postal) entre otros. Destacando que, el sistema educativo puede ser de dos formas, sincrónico y asincrónico.
- **Modalidades en línea:** Se basan principalmente en las tecnologías de información y Comunicación, conformadas por foros de discusión, teleconferencias, o situaciones de evaluación enlazados a través de ciertos períodos predefinidos para llevar a cabo la participación de sus integrantes. Así mismo, tienen la capacidad de incorporar enlaces sincrónicos y asincrónicos, así como también las modalidades virtuales.

## **Características de la Educación a Distancia**

En la Educación a Distancia, los estudiantes ubicados geográficamente en distintas partes del mundo pueden ser atendidos, principalmente los que se encuentren en zonas suburbanas o rurales, sin necesidad de disponer de una infraestructura o acceso a las instituciones educativas convencionales. Además, esta presenta las siguientes características:

- Las tecnologías de información son administradas para que tenga la capacidad de utilizar los recursos y el aprendizaje sin dejar a un lado la enseñanza presencial.
- Establece la posibilidad de mejorar la calidad de la institución mediante la elaboración de los materiales por parte de los mejores especialistas asignados.
- El proceso de aprendizaje puede ser personalizado, y de esta forma otorgar un plan académico que permita al estudiante llevar una secuencia conforme a su ritmo de rendimiento.
- La formación de habilidades es incentivada para el trabajo independiente y para un esfuerzo auto responsable.
- Las comunicaciones son establecidas de manera formal y en forma bidireccional.
- El cambio del lugar de origen del estudiante puede ser evitado, manteniéndolo en su ambiente natural.
- Los requerimientos de inversión en materia económica pueden ser elevados al principio, pero con el paso del tiempo, estos terminan siendo rentables por las ventajas que las tecnologías de información ofrecen.

- La mejoría de los métodos o materiales físicos y multimedia para los estudiantes permiten a la educación superior poder ser establecida adecuadamente.
- En cuanto al ámbito laboral, los trabajadores no necesitan trasladarse de su lugar de trabajo hacia los centros de capacitación.
- Pueden llevarse a cabo entrenamientos a distancia para los trabajadores, otorgándoles flexibilidad en cuanto a los horarios utilizados para dicho entrenamiento, de tal manera que estos puedan cumplir con las actividades del curso sin interferir con su trabajo.
- Existe la posibilidad de efectuar grabaciones al instructor durante su intervención, digitalizándolo, y este posteriormente puede ser utilizado dentro de algún repositorio de información para llevar a cabo consultas públicas o privadas del contenido del mismo.
- El estudiante tiene la posibilidad de avanzar a su propio ritmo, de tal modo que pueda cubrir los programas de la materia y ser evaluado.
- Las evaluaciones pueden llevarse a cabo a distancia, ya sean evaluaciones por correspondencia o evaluaciones electrónicas mediante Internet, y estos son accesibles desde casa, lugar de trabajo, en centros de cómputo públicos, o accesos a través de redes privadas virtuales.

De acuerdo a Sánchez (2005), las plataformas de Educación a Distancia deben contener unas aplicaciones mínimas conformadas por:

- Herramientas de distribución de contenidos que permitan al profesorado poner a disposición del alumnado información en forma de archivos (que pueden tener distintos formatos: HTML, PDF, TXT, ODT, PNG...) organizados de forma jerarquizada (a través de carpetas/directorios).

- Herramientas de comunicación y colaboración síncronas y asíncronas como foros de debate e intercambio de información, salas de Chat, mensajería interna del curso con posibilidad de enviar mensajes individuales y/o grupales.
- Herramientas de seguimiento y evaluación como cuestionarios editables por el profesorado para evaluación del alumnado y de autoevaluación para los mismos, tareas, reportes de la actividad de cada alumno, planillas de calificación.
- Herramientas de administración y asignación de permisos (se hace generalmente mediante autenticación con nombre de usuario y contraseña para usuarios registrados).
- Herramientas complementarias como portafolio, bloc de notas, sistemas de búsquedas de contenidos del curso y/o foros.

### **La enseñanza multimedia**

La enseñanza multimedia a distancia, comenzó a finales de los años 70 con la apertura de la Open University Británica, teniendo como objetivo primordial brindar educación a los adultos que no pudieron recibirla. Estuvo basada en la combinación de varios recursos como ser medios de comunicación como el teléfono y la televisión, y recursos audiovisuales, como ser diapositivas, audiocassettes, videocassettes, etc.). (Marroquin, 2013).

En ese sentido, otro medio de comunicación como el teléfono forma parte de este ámbito para la comunicación entre el tutor y los alumnos, tomando en consideración que la interacción presencial se reduce notablemente. Como es el caso de la tecnología VOIP que opera mediante el protocolo de comunicación UDP y este puede ser utilizado para el envío de voz en la educación a distancia.

Además, elementos como el diseño, producción y generación de materiales didácticos son los más utilizados, pasando a un segundo plano la interacción con los estudiantes y de éstos entre sí. Estos son los objetivos más elementales que conforman las primeras generaciones en la enseñanza a distancia (García, 1999).

Otros autores señalan que, los sistemas multimedia permiten un aprendizaje activo. No sólo es posible ver y oír, sino también interactuar sobre el objeto de aprendizaje, con lo que éste es más efectivo. La utilización de estas posibilidades dentro de la educación tanto formal como no formal no constituyen sólo una opción válida, sino que además se trata de cubrir la necesidad de actualizar los modelos de enseñanza-aprendizaje e introducir las tecnologías de la comunicación en la educación.

### **La enseñanza telemática**

Esta es la tercera generación, que se inició aproximadamente en los años 80, establecida por la educación telemática, y esta se basa en la integración de las telecomunicaciones con otros medios educativos, utilizando la informática para tal fin, apoyado en el uso de las computadoras personales y las acciones ejecutadas por programas flexibles de Enseñanza Asistida por Computadora y sistemas multimedia, que conforman la tercera generación en cuestión, permitiendo, pasar del concepto de educación a distancia a una educación orientada al estudiante (García, 1999).

En relación a lo anteriormente expuesto, la enseñanza telemática, está basada en una red de comunicaciones en las que cada individuo accede desde el lugar donde se encuentra hacia las demás secciones con los demás individuos que debe relacionarse. Asimismo, elementos como la inmediatez y la agilidad, la verticalidad y la horizontalidad están ligados al tráfico de comunicaciones.

De acuerdo a Garrison (citado en García, 1999), establece que principalmente gracias a la Enseñanza Asistida por Computadora y las telecomunicaciones que fueron apareciendo en la década de los años 80, las comunicaciones se pueden agrupar en el campus virtual en un ambiente basado en redes de conferencia por computadora y estaciones de trabajo multimedia.

Al respecto, se debe tomar en cuenta que las citadas generaciones no se concuerdan con períodos cerrados de tiempo ni lugar, y estas pueden ser verificadas, ya que existen una gran cantidad de elementos basados en la enseñanza a distancia que aún no han superado la primera generación. Tomando en consideración que estas se encuentran en la última etapa, siguen recurriendo a los textos impresos pertenecientes a la primera etapa.

Por consiguiente, los medios impresos y tecnológicos en la educación a distancia son utilizados como plataforma de conexión entre el profesor y el estudiante, aun cuando estos no establecen una relación en persona.

Así como también lo resalta García (1999), donde establece que este tipo de enseñanza forma parte de una mediación que se ha ejecutado conforme a una secuencia adaptada a la evolución de los medios, y está conformada por la siguiente sucesión:

- Texto impreso ordinario.
- Texto impreso con facilitadores para el aprendizaje.
- Tutoría postal.
- Apoyo telefónico.
- Uso de la radio.
- La llegada de la televisión.
- Apoyo al aprendizaje con audio casetes.

- Apoyo al aprendizaje con videocasetes.
- Enseñanza asistida por computadora.
- Audio conferencia.
- Videodisco interactivo.
- Correo electrónico.
- Videoconferencia en una sala (grupales)
- WWW (listas, grupos, enseñanza on line...).
- Videoconferencia por Internet.
- Redes sociales por Internet.
- Enseñanza asistida por dispositivos móviles inteligentes (smartphones, tablets, etc.)

### **Tecnologías utilizadas en entornos virtuales de educación a distancia universitaria.**

#### **Tecnología VoIP**

La tecnología VoIP, que presenta como funcionalidad principal la capacidad de efectuar llamadas telefónicas a través de la telefonía IP caracterizada por un conjunto de componentes entre los que incluyen, protocolos de comunicación y señalización, codecs de compresión de audio y video delimitados bajo estándares internacionales definidos por la UIT-T.

De acuerdo a, entre los diferentes beneficios que brinda esta tecnología se encuentran:

- **Bajo costo:** La inversión necesaria es baja y se basa en la capacidad de los proveedores de servicio en aumentar la capacidad de los servicios de acuerdo a los equipos y enlaces según la demanda de tráfico.
- **Portabilidad:** Es posible atender una llamada en cualquier parte del mundo conectándonos a internet mediante el Proveedor de Servicio (ISP).
- **Crea valor agregado:** Permite la integración con otras plataformas como la telefonía tradicional, así como con otras aplicaciones muy utilizadas actualmente como correo electrónico, redes sociales, entre otros.
- **Flexibilidad:** Permite el modelado de la aplicación de acuerdo a las necesidades, desde su ubicación, descripción, perfil de contacto, entre otros elementos. Siendo utilizado en diversas aplicaciones existentes en el mercado bajo licencias gratuitas o privativas seleccionadas por el cliente.
- **Expansión de IP:** Debido a la existencia del Internet, permite generar un despliegue a cualquier parte del mundo, a través de tecnologías como Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), Very Small Aperture Terminal (VSAT), Gigabit-capable Passive Optical Network (GPON), Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX), entre otros.
- **Escalabilidad:** Las tecnologías basadas en VoIP permiten obtener escalabilidad, debido al despliegue de la tecnología y el bajo costo.

## **El protocolo SIP**

El protocolo SIP, es una de las tecnologías más utilizadas para las comunicaciones telefónicas a través de la telefonía IP, por su funcionalidad y capacidad de dicho protocolo, utilizado en su mayoría para llamadas

Así como lo señalan Martín y Aversa (2011), donde establecen que SIP (Session Initiation Protocol), es un protocolo sencillo en cuanto a definición, pero complicado para su despliegue, además, establece que SIP es un estándar de la

IETF (Internet Engineering Task Force) bajo el RFC (Request for comments) número 3261. Este protocolo presenta menos requerimientos para su implementación, por lo que genera una reducción en cuanto al procesamiento y memoria de los equipos involucrados, pudiendo efectuar más, o menos llamadas conforme a la capacidad del sistema de acuerdo a un determinado número de llamadas procesadas.

No obstante, el uso de esta tecnología, permitirá un ahorro de recursos al usuario así como de los equipos utilizados por los proveedores de servicios de VoIP. El protocolo SIP, por otro lado, es utilizado por diferentes centralitas VoIP, entre ellas las centrales Free PBX Asterisk bajo licencia software libre, así como la versión comercial proporcionada por algunas empresas como Elastik Asterisk, siendo así, SIP una tecnología con capacidad de ampliación y de mayor escalabilidad que otros protocolos.

### **Características del protocolo SIP**

El protocolo SIP está orientado a conexiones punto a punto, y entre sus características principales según lo señala Martín y Aversa (2011), se encuentra la facilidad de implementación, la escalabilidad y flexibilidad del protocolo y almacenamiento de la lógica en los dispositivos finales con excepción del ruteo de mensajes.

En cuanto a inicio, cambio de sesión y término de la misma, este puede incluir datos basados en audio, y video en diferentes formatos. Posee la capacidad de complementarse con otros protocolos como SDP (Session Description Protocol) para describir las características principales de los usuarios participantes en las sesiones multimedia, y otros protocolos como RTP / RTCP (Real Time Protocol), cuya funcionalidad se base en el transporte de datos multimedia en tiempo real.

Entre otras de sus funcionalidades según resalta Martín y Aversa (2011), se encuentra la utilización de entidades como: Agentes de Usuario (User Agent),

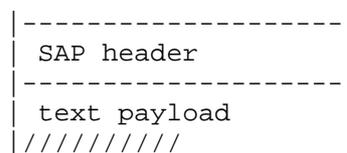
Servidor Registrar, Servidor redirect o Servidor Proxy, siendo el Servidor Proxy SIP quien recibe las peticiones de los clientes SIP, generando peticiones hacia los agentes de usuario de destino o hacia otros servidores Proxy.

## Protocolo SDP

El SDP, conocido con el nombre de protocolo de descripción de sesiones, funciona conjuntamente con el protocolo SIP, y de acuerdo al estándar 2327, SDP es de propósitos generales, puede ser usado para una más amplia gama de entornos y aplicaciones de red que sólo directorios de sesión de multidifusión. Sin embargo, no se pretende negociación apoyo de los medios de comunicación de contenido o codificaciones de sesión - esto es visto como fuera del alcance de descripción de sesión.

## Características del protocolo SDP

SDP es un protocolo de descripción de sesión para sesiones multimedia. El modo común de uso es para un cliente para anunciar una sesión de conferencia periódicamente mediante la multidifusión de un paquete de anuncio de una conocida dirección de multidifusión y el puerto mediante el Protocolo de anuncio de sesión (SAP). Los paquetes SAP, no son mas que paquetes UDP y tienen el siguiente formato:



**Figura 25.** Cabecera del protocolo SAP

**Fuente:** RFC 2327 (1998)

Donde el SAP header, es el Protocolo de Sesión de Anuncio de Cabecera, y el payload es la descripción de la sesión SDP, siendo el texto del payload no mayor a 1 kbyte de longitud. Considerando que, si es anunciada por SAP, sólo se permite un anuncio de sesión en un solo paquete.

### **Protocolo RTP /cRTP**

El protocolo RTP y cRTP forman parte de los protocolos principales de señalización para las comunicaciones mediante la tecnología VoIP, y de acuerdo al estándar RFC 3545, cRTP fue diseñado como punto fiable de señalización entre enlaces con poco retardo y no funciona bien sobre enlaces con alta pérdida de paquetes, la reordenación de paquetes y retrasos.

Por otro lado, RTP segun el estándar RFC 1889, está diseñado principalmente para satisfacer las necesidades de multi-conferencias multimedia entre participantes, y este no se limita a esa aplicación particular. Posee un almacenamiento de datos continuos e interactivos de simulación distribuida, placa activa, el control y la medición de aplicaciones son otros de los lugares que RTP puede ser aplicable.

### **Características Protocolo RTP / cRTP**

- El protocolo de transporte en tiempo real (RTP), se basa principalmente en el transporte de datos que tiene características de tiempo real.
- El protocolo de control RTP (RTCP), tiene la funcionalidad de supervisar la calidad de servicio y transmitir información sobre los participantes en una sesión en curso. Otro elemento a destacar, es que RTCP puede ser suficiente para las sesiones "poco controladas", es decir, donde no hay es control de la pertenencia explícita y puesta a punto, sin ser necesariamente la intención de apoyo hacia todos los

requisitos de comunicación de las aplicaciones. Esta funcionalidad puede ser total o parcial utilizada por un protocolo de control de separación de sesiones.

## **Codecs VoIP**

Toda llamada que se realice bajo la tecnología VoIP necesita de codecs para su correcta ejecución y desempeño, estos actúan como codificadores y descodificadores, siendo estos capaces de convertir una señal de audio analógico en un formato de audio digital para transmitirlo y luego convertirlo nuevamente a un formato descomprimido de señal de audio para poder reproducirlo. Esta es la esencia del VoIP, la conversión de señales entre analógico-digital.

Así como lo resalta Vinueza (2015), para que la voz humana pueda ser empaquetada y transportada a través de la red IP, ésta debe ser digitalizada, es decir, tomar muestras continuas a intervalos regulares y asignar un valor en bits, comprimirlas y empaquetarlas. Considerando que si se utilizara todos los datos producidos en el muestreo traería como consecuencia un alto consumo de ancho de banda, para tal efecto existen mecanismos que permiten tomar muestras a intervalos fijos por segundo, comprimirlas y empaquetarlas utilizando algoritmos avanzados que permiten ahorro en uso de ancho de banda sin sacrificar calidad de audio, a estos mecanismos se los conocen como CODECS

Entre los más destacados codecs para la tecnología VoIP se encuentran:

G.711: Tiene una frecuencia de muestreo de 64000 muestras por segundo. Este tiene la capacidad de convertir cada pequeña muestra en información digital y lo comprime para su transmisión.

G.722: Es un códec estándar de la UIT que proporciona audio de banda ancha de 7 kHz a velocidades de datos de 48, 56 y 64 kbit / ofreciendo mejoras en la calidad de audio sobre los códecs de banda estrecha más antiguos como G.711,

sin un aumento excesivo en la complejidad de implementación. Existen entornos mas limitados de los cuales se pueden utilizar variaciones de este códec para garantizar una mayor eficiencia en velocidad de bits, como G.722.1 (Siren7) o G.722.2 (AMR-WB). Este tiene la capacidad de convertir cada pequeña muestra en información digital y lo comprime para su transmisión.

G728A: Tiene una frecuencia de muestreo de 8,000 veces por segundo y esta el codec mayormente usado en VoIP. Tiene el balance justo entre calidad de sonido y eficiencia en el uso de ancho de banda.

### **Centralitas telefónicas PBX**

En este ámbito, entre los componentes necesarios se encuentran la disposición de una central telefónica en la red de datos que tenga la capacidad de manejar diversos protocolos de comunicación y señalización, entre los más utilizados se encuentran, los basados en la tecnología SIP, H323, RTP, tal es el caso de Asterisk NOW, siendo un sistema gratuito FreePBX basado en software libre, como lo refleja en su sitio web [www.asterisk.org](http://www.asterisk.org), con el objetivo de determinar la operatividad adecuada del servicio en cuanto a calidad de audio y video, así como la reducción de los niveles de retardo y congestión en la red de datos.

### **Softphone**

De acuerdo a Valdecantos (2011), un softphone (en inglés significado de software y teléfono) es un software que se utiliza para simular un teléfono convencional por computadora. Donde es posible usar la computadora para efectuar llamadas a otros softphones o a otros teléfonos que pueden ser convencionales mediante una aplicación que funciona como intérprete a través de un VSP (proveedor de servicios de Voz sobre protocolo IP) que está conformado por un servidor PBX Asterisk que funcionara como centralita telefónica.

## **Requerimientos Técnicos para llamadas VoIP mediante softphones**

Existe diverso software para efectuar llamadas VoIP, tanto en licencias libres como privativas y presentan un conjunto de requerimientos del servicio para los usuarios. Entre los cuales se encuentran: eyeBeam de CounterPath (anteriormente Xten), OpenWengo, Nexge, sipXphone, Adore Stpone, Express Talk, Zoiper, StarTele Logic, Vippie, Linphone y SJphone.

Cada softphone presenta un conjunto de requerimientos, y para el estudio se utilizó el Softphone Linphone, por tener características acordes como el soporte del protocolo de señalización SIP, así como la selección de codecs de audio para la calidad de la señal, tal como lo resalta en su sitio web [www.linphone.org](http://www.linphone.org), los requisitos para el funcionamiento del software para escritorio es el siguiente:

- **Sistema Operativo:** GNU/Linux (Debian 6/7 y Centos 6/7) de arquitecturas de 32 bits, 64 bits y ARM, Microsoft Windows en sus versiones XP, 7 y 8, Mac OSX en sus versiones 10.7 a 10.10 de 32 y 64 bits.
- **Micrófono mediante puerto Jack o USB (Plug-and-Play)**
- **Computador:** Procesador Dual Core de 2Ghz, 2GB Ram,
- **Operadora o Central Telefónica VoIP:** Central telefónica para poder efectuar las comunicaciones entre los usuarios.

### **Ventajas:**

- Llamadas de audio a video en HD en modo pantalla completa
- Audio conferencia
- Transferencia de Llamadas
- Grabación de llamadas (solo audio)
- Mensajería instantánea

- Historial de Llamadas
- Presencia
- Libreta de Direcciones
- Cancelación de eco en las llamadas
- Calidad de Servicio
- Comunicaciones seguras (TLS, SRTP, zRTP)
- Idiomas: Inglés, Francés, Árabe, Ruso, Serbio y Alemán
- Grabación de video
- Codecs de audio manejados: OPUS, SILK, SPEEX, G722, AMR-WB (G722.2), GSM 6.10, AMR-NB, ILBC, G729, G711
- Video codecs: VP8, H264, MPEG4, H263-1998
- Soporte ICE (RFC5246) para el manejo de conexiones de audio y video punto a punto peer sin servidor de retransmisión de medios.
- UPnP (Universal Plug and Play) para permitir red de dispositivo a dispositivo en computadores personales, equipos de red caseros y dispositivos inalámbricos
- Configuración de múltiples cuentas proxy con diferente transporte (UDP, TCP, TLS)
- Soporte de uso simultáneo de direcciones IPv6 and IPv4

## **Videoconferencias**

En cuanto a las videoconferencias, son servicios que se han venido utilizando con mayor frecuencia con la evolución de las tecnologías destinadas a la

educación virtual a distancia, permitiendo la comunicación e interacción de docentes y estudiantes de otras localidades o latitudes.

Existen un conjunto de requerimientos para los entornos virtuales de educación a distancia para el soporte adecuado de este tipo de servicio, entre los que incluye la necesidad de una plataforma integrada de videoconferencia que sea capaz de otorgar un servicio audio y video disponibles para los docentes y estudiantes universitarios.

Es necesario resaltar, que para efectuar videoconferencias basadas en escritorio, se deben analizar ciertos requerimientos basados en el estándar de comunicación utilizado, así como la utilización de codecs de audio y video, como requisitos mínimos de operatividad.

### **Codecs para videoconferencia (audio y video)**

Una de las características como la compresión de audio y video, está relacionado con la utilización de codecs, los cuales tienen la desventaja de que pueden presentar degradación de la calidad y definición de la imagen. En este aspecto, de acuerdo a Pazmiño (1999), los codecs para videoconferencia utilizan una razón de compresión máximo de 1600:1 (56 Kbps), lo que genera un costo del uso de la red telefónica aproximado al que se obtiene de una llamada telefónica, sin embargo, en ese caso la videoconferencia sea difícil de llevar a cabo.

No obstante, un códec, realiza compresión de la imagen, los datos se comprimen en el origen y viajan al destino de forma comprimida, a través del circuito de conmutación y estos son descomprimidos en el destino, siendo la calidad de la imagen condicionada según el nivel de compresión y de la capacidad de los datos.

Por otra parte, de acuerdo a Diaz (2013), las velocidades posibles de transmisión van en incrementos de 64 Kbps hasta los 2 Mbps (en los equipos comerciales más comunes). El sistema básico de videoconferencia emplea dos circuitos de 64 Kbps.

En cuanto al estándar más utilizado para videoconferencias se encuentra el estándar H.323, y este presenta un conjunto de codecs que poseen diversas características y comportamientos. Estos se clasifican en:

- **Codecs de audio:** G.711, G.729 (incluye G.729a), G.723.1, G.726, G.722, G.728, Speex, AAC-LD.
- **Codecs de texto:** T.140.
- **Codecs de video:** H.261, H.263, H.264.

De acuerdo a Ramírez (2008), es el estándar de comunicación sobre redes que no garantizan el ancho de Banda, como es el caso de Internet. El estándar más difundido es el H.323 y es el que ha proporcionado la mayor homogeneidad a la industria de la comunicación multimedia. Ha sido diseñado desde el principio para incluir a la Voz sobre IP y la telefonía sobre IP, así como comunicaciones de gatekeeper a gatekeeper y otras comunicaciones de datos que implican redes conmutadas por paquetes. Siendo este estándar un beneficio para las videoconferencias en aulas virtuales.

### **Videoconferencia sobre redes paquetes: Webrtc**

De acuerdo a la W3C, el estándar para la transferencia de tráfico multimedia en la web WebRTC (Web Real-Time Communication) es una API que está siendo elaborada por la World Wide Web Consortium (W3C) para permitir a las aplicaciones del navegador realizar llamadas de voz, chat de vídeo y uso compartido de archivos P2P sin plugins.

De acuerdo al estándar de la W3C, el Códec IETF WebRTC y el Procesamiento de Requisitos de Medios del proyecto<sup>9</sup> requieren de implementaciones para proporcionar PCMA/PCMU (RFC 3551) eventos del teléfono que se caracterizan por DTMF (RFC 4733) y Opus (RFC 6716), que representa una serie de códecs de vídeo de capacidades mínimas. Esta conformado

por conexiones Peerconnection, incluyendo canales de datos y una API que establece la captura de los medios de comunicación mediante el navegador desarrollados por la W3C.

### **Plataformas virtuales**

Otros de los requerimientos necesarios para la educación virtual a distancia universitaria se encuentran, la disposición de una plataforma virtual donde los docentes y estudiantes puedan acceder y ejecutar actividades académicas colaborativas, foros de discusión, documentos para descargar, entre otros. Considerando que, de acuerdo a la plataforma virtual seleccionada se podrán establecer nuevas configuraciones que permitan la expansión de los servicios y la escalabilidad de la plataforma virtual.

No obstante, como fue definido en el Capítulo II, las diferentes plataformas virtuales LMS / LCMS como Moodle, Dokeos, Sakai, entre otros, presentan en forma general diversas herramientas con diversas funcionalidades, como se muestra en la siguiente tabla comparativa:

**Tabla 8.** Tabla funcionalidades generales de plataformas virtuales

| <b>Herramientas</b>           | <b>Descripción</b>  |
|-------------------------------|---|
| Orientadas al aprendizaje     | Foros, buscador de foros, soporte de múltiples formatos, e-portafolio, intercambio de archivos, comunicación síncrona (chat), comunicación asíncrona (mensajería, correo electrónico), blogs (weblogs grupales, individuales y blogs de asignaturas), presentación multimedia (videoconferencia), wikis, entre otros. |
| Orientadas a la productividad | Anotaciones personales o favoritos, calendario y revisión de progreso, buscador de cursos, ayuda en el uso de la plataforma, mecanismos de sincronización y trabajo fuera de línea, control de publicación, páginas caducadas y enlaces, novedades del curso.   |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Implicación de los estudiantes     | Grupos de trabajo, autovaloraciones, grupos de estudio, perfil del estudiante.  |
| Soporte                            | Autenticación de usuarios, registro de estudiantes, auditoría.  |
| Publicación de cursos y contenidos | Test y resultados automatizados, administración del curso, seguimiento del estudiante, apoyo al creador del curso, calificación.  |
| Diseño y planes de estudio         | Conformidad con la accesibilidad, reutilización y compartición de contenidos, plantillas de cursos, personalización del entorno (look and feel), conformidad con el diseño de la educación (IMS, AICC y ADL). |

**Fuente:** Boneu (2007).

En tal sentido, es necesario considerar las características que se ajustan más a los entornos virtuales de educación a distancia universitaria en cuanto a funcionalidad del software, tecnología, soporte, licencia, entre otros, como características principales. Así como lo señala en la tabla comparativa que se muestra a continuación, sobre las características principales de las plataformas virtuales actualmente disponibles para efectuar actividades académicas virtuales a distancia en universidades españolas bajo licencias libres.

**Tabla 9.** Resumen de las características principales de las plataformas.

|           | Origen   | Web               | Ventajas   | Aspectos a Mejorar   |
|-----------|--|-------------------|--|--|
| Claroline | 2000; Instituto Pedagógico Universitario de Multimedia (Bélgica), Centro de Investigación y Desarrollo del Instituto Superior de Ingeniería Belga, (CERDECAM). | www.claroline.net | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de uso y fiabilidad</li> <li>• Soporta itinerarios de aprendizaje</li> <li>• Herramientas de comunicación (chat, foros...)</li> <li>• Test y evaluación</li> <li>• Módulo importar SCORM</li> <li>• Soporta muchas lenguas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las herramientas de autor se pueden mejorar</li> <li>• Los usuarios no pueden escoger su propio estilo y personalización</li> <li>• No hay Audioconferencia.</li> <li>• No hay motor de búsqueda</li> </ul> |

|               | <b>Origen</b>  | <b>Web</b>   | <b>Ventajas</b>   | <b>Aspectos a Mejorar</b>   |
|---------------|--|--|---|---|
| <b>Dokeos</b> | 2001/2002;<br>Universidad Católica de Louvain, Instituto Universitario de Pedagogía Universitaria y Multimedia | <a href="http://www.dokeos.com">www.dokeos.com</a> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de uso y fiabilidad</li> <li>• Soporta itinerarios de aprendizaje</li> <li>• Muchas herramientas de comunicación</li> <li>• Herramientas de evaluación</li> <li>• Importación de SCORM</li> <li>• Alta modularidad con tecnología plug-in</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las herramientas de autor se pueden mejorar</li> <li>• No hay motor de Búsqueda</li> <li>• La documentación no está completa y existe sólo en inglés.</li> </ul> |
| <b>Ilias</b>  | 1997/1998;<br>Universidad de Cologne Software Libre desde 2000   | <a href="http://www.ilias.de">www.ilias.de</a>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entorno de autor para crear cursos</li> <li>• Soporte de metadatos para objetos de aprendizaje</li> <li>• Muchas funcionalidades para usuarios y administradores</li> <li>• Importación de SCORM/AICC/HTML</li> <li>• Herramientas de evaluación</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunas funcionalidades no son fáciles de entender.</li> <li>• La preinstalación es complicada</li> <li>• Pocas herramientas sincrónicas</li> </ul>              |
| <b>.LRN</b>   | 2006;<br>MIT (Massachusetts Institute of Technology)   | <a href="http://www.dolrn.org">www.dolrn.org</a>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La continuidad del proyecto está asegurada con el consorcio .LRN</li> <li>• Está basado en Open ASC</li> <li>• Foro, almacenamiento de ficheros, calendario, noticias, encuestas, FAQ, email de grupo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación es compleja</li> <li>• Algunas herramientas son complejas</li> </ul>  |

|               | <b>Origen</b>   | <b>Web</b>   | <b>Ventajas</b>   | <b>Aspectos a Mejorar</b>   |
|---------------|---|--|---|---|
| <b>Moodle</b> | 2002;<br>Martin<br>Dougiamas<br>(Universidad<br>Tecnológica<br>de Curtin  | <a href="http://www.moodle.org">www.moodle.org</a>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema intuitivo y fácil de usar</li> <li>• Traducido a más de 70 idiomas</li> <li>• Se apoya en una gran comunidad de usuarios y desarrolladores</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hace falta mejorar la documentación basada en Wiki</li> <li>• Necesita mejor personalización mediante plantillas</li> <li>• No soporta especificaciones de accesibilidad W3C.</li> </ul> |
| <b>Sakai</b>  | 2004;<br>Universidad<br>de Michigan,<br>Universidad<br>de Indiana,<br>MIT,<br>Universidad<br>de Stanford,<br>Iniciativa de<br>Conocimiento<br>Abierto,<br>Fundación<br>Mellon | <a href="http://www.sakaiproject.org">www.sakaiproject.org</a> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene por objetivo la Movilidad de información a nivel de la educación superior en el área de la tele enseñanza y la investigación.</li> <li>• Intenta crear un portal institucional basado en servicios desde el que acceder a distintas herramientas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo inicial de la plataforma.</li> <li>• Incertidumbre respecto a su evolución.</li> </ul>  |

**Fuente:** Características principales de las plataformas (a partir de Join Sigosse, 2009, UNED 2008)

Es importante destacar, que de acuerdo al estudio realizado por dicho autor basado en la valoración de las plataformas virtuales por el juicio de expertos, específicamente, las plataformas Sakai, Ilias, LRN, Moodle, Claroline y Dokeos, en base a cinco aspectos que constituyen una plataforma (generales, gestión, comunicación, gestión de contenidos evaluación/autoevaluación, destaca a Moodle como la plataforma que más conocen los expertos, debido a que presenta los porcentajes más bajos en lo referente en la opción “no sabe/no contesta” respecto al resto de herramientas en todos los aspectos evaluados: generales (33,3%), gestión (39,4%), comunicación (36,4%), gestión de contenidos (39,4%) y evaluación y autoevaluación (75,8%).

Además, el autor destaca que la mayoría de los expertos que conocen la herramienta Moodle afirman que es una plataforma con mejor valoración por ellos en cuanto a comunicación (36,4%), evaluación y autoevaluación (30,3%), gestión (27,3%), aspectos generales (24,2%) y un 36,4% considera que es igual que la plataforma valorada respecto a la gestión de contenidos.

Por otra parte, en las universidades venezolanas, como es el caso de la Universidad de Cababobo, los autores Hamidian, Soto y otros (2006), realizó un estudio de las plataformas virtuales existentes a nivel mundial basado en herramientas de aprendizaje (comunicación, productividad, participación del estudiante), herramientas de soporte (administración, distribución del curso, diseño del plan de estudio y especificaciones técnicas (software y hardware, costos – licencias) donde obtuvo como resultado del análisis y sustentado en el cumplimiento del 83% de los criterios de selección antes indicados y exigencias educativas de la Universidad de Carabobo la recomendación de uso de Moodle por sus características de rendimiento (performance – en inglés) para las asignaturas adscritas a los Departamentos de la Escuela de Relaciones Industriales.

En consecuencia, para el desarrollo del presente estudio, se utilizará Moodle como plataforma virtual en entornos virtuales de educación a distancia universitaria, por sus características en cuanto a rendimiento, licencia y soporte.

### **Plataformas Integradas**

En lo referente a plataformas integradas, algunas plataformas virtuales como Moodle cuentan con la capacidad de inclusión añadidos llamados “plug-ins” de diversas características, en este caso, servicios para Videoconferencias, llamadas por la tecnología VoIP y acceso a bibliotecas digitales. Existen plataformas integradas para las plataformas virtuales bajo licencias privativas y libres y se le

conocen como plataformas integradas de escritorio, por su capacidad de efectuar videoconferencias desde un pc a otro.

Entre las más destacadas plataformas integradas de licencias libres con integración Moodle se encuentran:

- Para servicios de VoIP y videoconferencias: Openmeetings, BigBlueButton

De acuerdo a Briceño (2011), las plataformas integradas de escritorio, a su vez, presentan ciertas funcionalidades, entre ellas se encuentran:

- Multiconferencia de voz con un número ilimitado de usuarios al mismo tiempo en cualquier entorno (LAN, WAN, Internet).
- Multivideoconferencia con un número ilimitado de usuarios al mismo tiempo en cualquier entorno (LAN, WAN, Internet).
- Transferencia y compartición de archivos.
- Conversación privada y multiusuario.
- Mensajería instantánea.
- Pantalla compartida

### **Características de plataformas integradas**

Entre las características principales de las plataformas integradas de licencias libres para videoconferencia de escritorio con integración en Moodle se encuentran:

**Tabla 10.** Características de las plataformas integradas bajo licencias libres

| <b>Características</b>   | <b>BigBlueButton</b>                       | <b>OpenMeeting</b>                               |
|--------------------------|--|--|
| <b>Breve descripción</b> | Es un software de videoconferencia, VoIP y | Openmeetings es un software de videoconferencia, |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | compartición de escritorio. Posee las herramientas de chat, webcam, presentación, lista de participantes, canal de voz y la opción de compartir el escritorio del conferenciante. La última versión es la 1.0 | utilizado para presentaciones, formación en línea, conferencias web, pizarra de dibujo, colaboración y edición de documentos e intercambio de escritorio del usuario. El producto se basa en el marco RIA de OpenLaszlo y el servidor de video Red5, que a su vez se basa en componentes de código abierto. Su última versión estable es la 1.9.1 |
| <b>Tipo de comunidad, liderazgo del proyecto</b> | El software tiene tres líderes y una comunidad de colaboradores y voluntarios. Utiliza codeGoogle para la comunidad y tiene foros de soporte. La comunidad es del tipo open monarchy.                         | La comunidad es Tipo Open Monarchy: Sebastian Wagner es el líder. Tiene un grupo de desarrolladores y voluntarios. Tiene foros en inglés y español y tardan en contestar. Realmente incentivan a que los contrates si tienes problemas. Utiliza codeGoogle para la comunidad y no tienen página web propia.                                       |
| <b>Licencias</b>                                 | Lesser General Public Licence v3.0. Compatible con la GPLv3.  | The Apache Software License, Version 2.0  |
| <b>Requisitos</b>                                | Integra varias aplicaciones Open  | 2 GB RAM, 2GHz CPU  |

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| <b>técnicos</b>       | Source Asterik, Flex, Red5, MySQL, Tomcat, OOO, OpenJDK, etc.<br>Hardware: A partir de la versión 1.0 mínimo máquina quad core con al menos 4 Gigas de memoria y procesador 2.6+ Ghz.<br>Un buen ancho de banda. Servidor dedicado con acceso a root.<br>Necesita PHP5 | Servidor dedicado.<br>Setup recomendado: 4+ GB RAM, Dual Core CPU Xeon/AMD o equivalente<br>Para OS Linux, Windows u OSx ( pref. Debian).<br>Java Version mayor o igual a 6, Database MySQL. Red5, Hibernate, OpenLaszlo, Tomcat.<br>Adicionalmente hay que instalar una serie de paquetes. |
| <b>Antigüedad</b>     | 2008   | 2006  |
| <b>Casos de Éxito</b> | No se conocen casos en instituciones públicas venezolanas, aunque los puede haber.   | Evento en línea de CENDITEL:<br><a href="http://elclic.cenditel.gob.ve/openmeetings/">http://elclic.cenditel.gob.ve/openmeetings/</a>   |
| <b>Ventajas</b>       | Tiene un plugin para Moodle. Desde Moodle se puede agregar una reunión de videoconferencia. Todos las herramientas que utiliza son Open Source.<br>La comunidad está creciendo rápidamente.  | Tiene un plugin para Moodle. Desde Moodle se puede agregar una reunión de videoconferencia.   |

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
|                       | A partir de la versión 0.8 puede grabar sesiones          |  |
| <b>Inconvenientes</b> | Altos requerimientos técnicos para su operatividad óptima | La instalación y configuración de los distintos componentes, tanto en Linux como en Windows es un poco laboriosa.<br>La EPL no es compatible con la GPL. |

**Fuente:** Adaptado de Diaz (2011). Estudio, análisis, diseño, desarrollo e implementación de una aplicación en software libre para el desarrollo de cursos a distancia y gestión del conocimiento.

En este sentido, de acuerdo al análisis comparativo de características de cada una de las aplicaciones para videoconferencia, considerando requisitos técnicos, rendimiento, e integración con Moodle se determinó cual es la plataforma virtual adecuada para entornos virtuales de educación a distancia en las universidades públicas venezolanas.

No obstante, según otro estudio realizado por Diaz (2013), basado en el análisis de criterios como: tipo de licencia, manejo de material didáctico, módulo de integración con Moodle, servidor propio, chat, entre otros, indica que: OpenMeetings y BigBlueButton, son herramientas de Software Libre y con extensa documentación, permiten la personalización de su funcionalidad, así como de su interfaz web. En OpenMeetings y BigBlueButton, por otro lado, existe un nivel de concurrencia teórico que va a más de 50 usuarios conectados a la vez en cada sala, sin embargo, es una característica que depende del ancho de banda del enlace.

Así mismo, en su estudio de Evaluación de Videoconferencia basado en Software Libre para un Entorno de Virtual de Aprendizaje como lo confirma (Urdaneta et al., 2015), donde analiza la plataforma virtual Moodle en cuanto a los distintos complementos (Plugin) en videoconferencias de acuerdo a las

necesidades que de las aulas virtuales en la UNEXPO, indicando que se efectuaron comparaciones entre los que están en funcionamiento en Moodle en su versión 2.4 y se llegó a dos opciones principales: BigBlueButton y Openmeetings.

Además, Bigbluebutton se aplica mejor a videoconferencias en los que sea más importante el lenguaje corporal y gracias a su resolución se puede utilizar para defensas de los trabajos realizados por los alumnos.

Otro de los aspectos resaltantes de bigbluebutton y openmeetings es la incorporación de tecnologías basadas en VoIP para la realización de llamadas tanto individuales como en conferencia dentro de las aulas virtuales utilizando el protocolo SIP y H323 según lo resaltan sus sitios webs oficiales [bigbluebutton.org](http://bigbluebutton.org) y [openmeetings.apache.org](http://openmeetings.apache.org) respectivamente.

Otros autores como Briceño (2011), indican que Openmeetings Bigbluebutton es un proyecto muy interesante y representa una alternativa gratuita y de código abierto a programas como Elluminate, debido a que a través de este es posible realizar las conferencias en línea que se conocen como Webinars.

En base a lo indicado anteriormente, la plataforma integrada adecuada para la realización de videoconferencias y llamadas VoIP en entornos virtuales universitarios de educación a distancia es Bigbluebutton, por las características y resultados reflejados anteriormente reflejados.

No obstante, para la realización de la investigación solo se consideraron las plataformas integradas bajo licencias libres, debido a que conforman los servicios de evaluación dentro de los entornos virtuales de educación a distancia universitaria en universidades públicas venezolanas, así como también, cumple con el requisito legal de uso de tecnologías libres de acuerdo al decreto presidencial 3390.

## **Soporte técnico**

En cuanto al soporte técnico siempre se hace necesario evaluar si se cuenta con suficiente capacidad para el mantenimiento de las plataformas virtuales. En el caso de estudio se encontró de acuerdo a lo indicado por la Coordinación de Producción de Operaciones (CNPO) de la UNEXPO, que este no cuenta con suficiente personal en soporte técnico en las telecomunicaciones, por lo que es indispensable para mantener la plataforma virtual y los servicios multimedia involucrados operativos permanentemente.

En este sentido, Costas (2008), establece la necesidad de una base mínima que será:

- El soporte técnico (personal de operación y mantenimiento).
- Infraestructura de red fiable y con un caudal suficiente para garantizar la no saturación en ningún punto.
- Cuidado de los aspectos relativos a (siempre que sea pertinente):
  - o Audio (acústica de salas, recepción y emisión de audio).
  - o Vídeo (captación y proyección)
  - o Facilidad de uso para los usuarios

## **Calidad de Servicio (QoS, Quality of Service)**

Actualmente en las redes de datos a nivel mundial, existen diversos elementos en servicios como voz, datos y video, que intervienen en el rendimiento, lo cual representan inconvenientes en cuanto a la capacidad de la red para mantener los servicios de red en óptimas condiciones, así como también de tener la seguridad necesaria y poder predecir su comportamiento para garantizar Calidad de Servicio (QoS).

De acuerdo a Forouzan (2006) en Libro de Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones, Calidad de Servicio (QoS) se define como: Algo que un flujo busca alcanzar (p.28).

Por otra parte, existen elementos a considerar que son tomados para medir el retardo y el comportamiento del tráfico en la red, así como la variación de estos (jitter), entre otros, tomando en consideración la distribución del ancho de banda y los parámetros de pérdida de paquetes.

En relación a lo anterior, Tanenbaum (2003), establece que:

Un flujo es un conjunto de paquetes que van de un origen a un destino. En una red orientada a la conexión, todos los paquetes que pertenezcan a un flujo siguen la misma ruta; en una red sin conexión, pueden seguir diferentes rutas. La necesidad de cada flujo se puede caracterizar por cuatro parámetros principales: confiabilidad, retardo, fluctuación y ancho de banda. Estos parámetros en conjunto determinan la calidad de servicio QoS (Quality of Service) que el flujo requiere (p. 397).

**Tabla 11.** Requerimientos de Calidad de Servicio

| Aplicación                | Confiabilidad | Retardo | Fluctuación | Ancho de banda |
|---------------------------|---------------|---------|-------------|----------------|
| Correo electrónico        | Alta          | Bajo    | Baja        | Bajo           |
| Transferencia de archivos | Alta          | Bajo    | Baja        | Medio          |
| Acceso a Web              | Alta          | Medio   | Baja        | Medio          |
| Inicio de sesión remoto   | Alta          | Medio   | Media       | Bajo           |
| Audio bajo demanda        | Baja          | Bajo    | Alta        | Medio          |
| Video bajo demanda        | Baja          | Bajo    | Alta        | Alto           |
| Telefonía                 | Baja          | Alto    | Alta        | Bajo           |
| Videoconferencia          | Baja          | Alto    | Alta        | Alto           |

**Fuente:** Tanenbaum (2003)

Así como también, existen normas internacionales como la E-800 de la UIT que definen QoS como: “La totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio” (p.9).

De acuerdo a lo señalado anteriormente, las redes convergentes presentan un conjunto de problemas que se deben enfrentar, estos son:

- **La capacidad del ancho de banda:** Manejo de archivos de gran tamaño, usuarios con acceso a recursos multimedia, aumento en la utilización de servicios de voz y video, generando problemas sobre las redes de datos.
- **Retardo punta-a-punta:** Se define como Retardo, comúnmente conocido como Delay al tiempo que demora el paquete en alcanzar el punto receptor terminal después de que este es transmitido desde el punto emisor. Está conformado por dos componentes, el retardo fijo de la red (fixed network delay) de la serialización y la propagación.

En base a la definición anterior, Forouzan (2006), refleja que La serialización es un protocolo que se ejecuta sobre IP que ofrece mecanismos de señalización para hacer reserva, y este se denomina Protocolo de reserva de recursos (RVSP).

- **Variación del retardo (jitter):** Representa la diferencia entre el valor de retardo total de punta-a-punta entre dos paquetes de voz dentro de un flujo de voz.
- **Pérdida de paquetes (Packet loss):** Regularmente lo genera la congestión en la red WAN, en lo cual se podrían escuchar fragmentos de conversaciones o retransmisión de los paquetes.

En relación a lo anteriormente expuesto, es necesario destacar que en las redes convergentes existen elementos que son necesarios para otorgar Calidad de Servicio (QoS), entre ellos están la identificación del tipo de tráfico, así como la existencia de políticas adecuadas para la clasificación, división y separación del tráfico en diversas clases de servicio.

Las redes convergentes tienen distintas necesidades, entre ellas identificar el tipo de tráfico y sus requerimientos, dividir o separara el tráfico en clases de

servicio, y definir políticas de clasificación o calidad de servicio para cada clase de tráfico.

Para tal efecto, Tanenbaum (2003) establece que, al tener una ruta determinada para un flujo, es posible reservar recursos de acuerdo a la ruta con el objetivo de certificar que la capacidad necesaria para dicho flujo esté disponible. En este aspecto, los tipos de recursos que se pueden reservar son:

- Ancho de banda.
- Espacio de búfer.
- Ciclos de CPU.

De esta manera, es posible efectuar una clasificación de tráfico, en la cual se podrán tomar elementos diferenciados clasificados de acuerdo al tipo de información, así como áreas críticas y sensibles, otorgando preferencia o prioridad al tráfico sensible al retador o en el tráfico generado por aplicaciones de tiempo real representado por el tráfico de voz o videoconferencias, para que de esta manera se asegure el tratamiento adecuado en clasificación de paquetes en lo referente a aplicaciones transaccionales. Dicho tratamiento puede llevarse a cabo mediante el uso de los mecanismos de clasificación de servicio que utilizan los bits de Tipo de Servicio (Type Of Service) y formatos DSCP.

Por otra parte, El principal protocolo IETF para la arquitectura de servicios integrados es RSVP como lo indica en el RFC 2205, donde utiliza elementos para marcar las reservas, así como también, el envío de datos es efectuado a través de otros protocolos. Destacando que, El protocolo RSVP es aquel que tiene la capacidad de transmitir a través de varios emisores a múltiples grupos receptores, y aunado a esto, los receptores individuales tienen la posibilidad de cambiar de canal de forma libre, con ello, desaparece la congestión en la red y optimiza la utilización de ancho de banda (Tanenbaum, 2003).

En cuanto a las características del tráfico de voz, presentan elementos clasificados como sensibilidad al retardo, sensibilidad a las caídas o pérdida de paquetes y estas utilizan una prioridad del protocolo UDP (User Datagram Protocol), tomando en cuenta que los paquetes de voz no tienen la capacidad de tolerancia a retardo mayores a 150mseg en un sentido y una pérdida de paquetes no mayor al 1%.

Las características del tráfico de video (tiempo real) presentan características con ciertas similitudes a las de voz, con la diferencia de que el tipo de tráfico está clasificado como ráfagas y estas son de tipo suaves.

En relación a esto, Tanenbaum (2003) señala que la clase más simple es el reenvío expedito (tiempo real) definida en el RFC 3246, donde establece que los servicios disponibles se clasifican en regular y expedito, tomando en consideración, que la mayor parte del tráfico sea de tipo regular y solo una pequeña porción de tipo expedito, que a diferencia del regular tienen la capacidad de transitar la subred como si no existiesen otros paquetes.

De acuerdo a (Tanenbaum, 2003), Las características que engloban el tráfico de datos están conformadas por una mezcla entre el tipo suave o en ráfagas, y esta no presenta sensibilidad a caídas y/o retardos. Está basada en retransmisiones de TCP (Transfer Control Protocol).

Por otra parte, existe un esquema mejor desarrollado para el manejo de las clases de servicios conocido con el nombre de “Reenvío Asegurado” (assured forwarding) definido en el RFC 2597. De acuerdo a ello, (Tanenbaum, 2003) establece que las prioridades deben ser clasificadas en cuatro clases donde cada una de ellas se le asignarán sus propios recursos. Asimismo, los paquetes que presenten congestión baja, media y alta son definidos mediante tres probabilidades de descarte, y de esta manera dividir el tráfico en clases, las cuales se clasifican como:

- **Voz:** Baja latencia

- **Misión crítica:** Garantizado
- **Transaccional:** Entrega garantizada
- **Mejor esfuerzo:** No hay entrega garantizada

También, elementos como el tráfico de una organización puede definirse en cinco clases de servicio como:

- **Tiempo real:** Es de absoluta prioridad para el tráfico de voz sobre IP (VoIP).
- **Misión crítica:** Está conformado por un grupo pequeño de aplicaciones de negocio.
- **Transaccional:** Brinda acceso a bases de datos, servicios de transacciones, tráfico interactivo, datos preferidos, entre otros.
- **Mejor Esfuerzo:** Internet, e-mail.
- **Caníbal (scavenger):** Napster, Kazaa y tráfico punto-a-punto, clasificados en una categoría inferior a Mejor Esfuerzo.

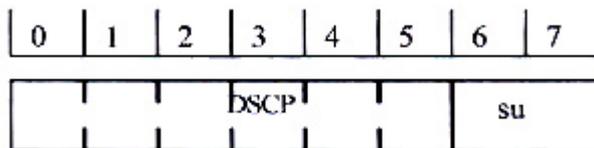
### **Modelo de Servicios Diferenciado (Diffserv)**

De acuerdo a Cooperberg (2002), las diferentes clases de tráfico están estrechamente ligadas a los servicios asociados, en donde se aplica un DSP (Diferenciaded Services Code Point) o bit marcado en el encabezado IP para las tareas complejas en la clasificación del tráfico. Los valores generados por dicha aplicación se utilizan para el marcado y selección de los paquetes, para de esta manera poder medir el comportamiento por salto o PHB (per-hop behavior).

En los servicios diferenciados se asignan prioridades a cada uno de los paquetes que son enviados a la red, donde cada enrutador deberá analizar y dar un tratamiento diferencial a cada uno de estos paquetes. En este aspecto, es

imperativo destacar que en los servicios diferenciados (Diffserv) a diferencia de los integrados (Intserv), no es necesario definir procesos de señalización en los nodos ni la asignación de estados, ofreciendo una mayor escalabilidad (Torres ,2013).

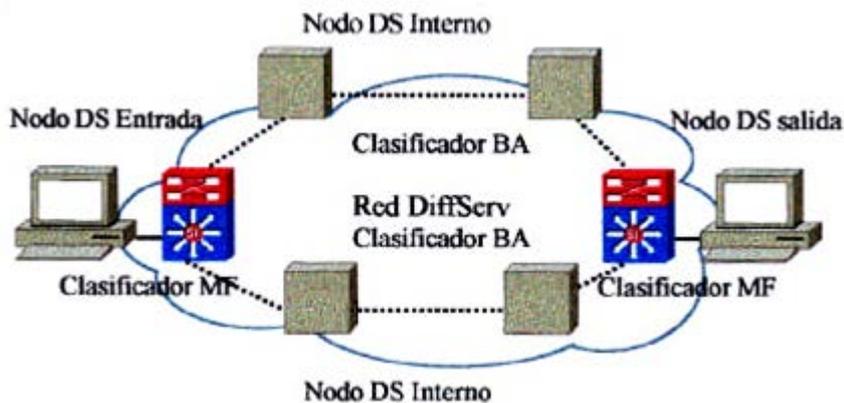
En relación a lo anterior expuesto, Nichols K., y otros (1998) establecen que en el grupo de trabajo DiffServ de la IETF está definido en el campo (DS Differentiated Services) [ K. Nichols, et al, 1998], siendo utilizado en entornos IPV4 e IPV6, así como para la asignación de prioridades a los paquetes, tal como lo refleja en la figura 23.



**Figura 23.** Subcampo DSCP, donde señala la prioridad de cada paquete de datos.

**Fuente:** Torres A. (2003).

En el sub-campo DSCP (Differentiated Services Code Point, Punto de Codificación de Servicios Diferenciados) es donde se especifica la prioridad de cada paquete de datos. La arquitectura DiffServ consta de nodos extremos DS de entrada y salida, así como nodos DS internos, tal como se ilustra en la figura 24.



**Figura 24.** Campo que ilustra donde se asignan prioridades a los paquetes.

**Fuente:** Torres A. (2003).

Estos nodos DS señalados en la Figura 24 contempla un dominio de servicio diferenciado y presentan un grupo de políticas y grupos de comportamiento por salto o (PHB, Comportamiento por Salto) bien estructurados.

Por otra parte, Tanenbaum (2003) considera que, existen elementos para brindar calidad de servicio como lo son los algoritmos basados en un flujo o más, ya que tienen la capacidad de reservar los recursos que se necesitan durante el recorrido de la ruta establecida. Por el contrario, existen ciertas características negativas sobre ello, ya que es imperativo una configuración avanzada para definir cada flujo, lo que resultaría un problema si la cantidad de flujos es de miles o millones, así como también se hacen vulnerables a las caídas de enrutadores ya que mantienen el estado por flujo interno en los mismos.

### **Mecanismos de Calidad de Servicio QoS**

En cuanto a los Mecanismos para brindar Calidad de Servicio según la norma IETF RFC2386, están conformadas en varias categorías como:

- **Clasificación (Classification):** Basado en la identificación y separación del tráfico en diferentes clases y efectúa marcajes de tráfico conforme al comportamiento de las políticas de negocio.
- **Marcado y administración de la congestión (Marked and Congestion management):** Se caracteriza por la priorización, protección y aislamiento del tráfico en función de los paquetes marcados.
- **Evitar la congestión (Congestion avoidance):** Se basa en el descarte de paquetes específicos en función de las marcas establecidas para impedir la congestión.

- **Políticas y alisado (Policing and shaping):** Es utilizado para forzar una tasa límite, y se basa en el desecho, marcaje o retraso de tráfico en exceso para llevar un control de las ráfagas de tráfico.
- **Eficiencia de enlace (Link efficiency):** Es utilizado para mejorar la eficiencia del ancho de banda haciendo uso de mecanismos de compresión, fragmentación y el interleaving, mediante el cual hace posible decrecer el jitter de las transmisiones de voz, generando una reducción en el retardo del paquete de voz.

La clasificación de los paquetes puede basarse en varios factores tales como:

- DSCP (diferenciación de servicios de código de punto)
- IP Precedence
- Source Address
- Destination address

Cada uno de los paquetes son marcados como miembro de una clase de red, tomando en cuenta que la clase del paquete tiene la capacidad de ser reconocido en forma rápida a través del resto de la red.

Por otro lado, Tanenbaum (2003) reconoce que la congestión se puede presentar por varias razones:

Si de manera repentina comienzan a llegar cadenas de paquetes por tres o cuatro líneas de entrada y todas necesitan la misma línea de salida, se generará una cola. Si no hay suficiente memoria para almacenar a todos los paquetes, algunos de ellos se perderán (p. 385).

En este sentido, el marcado de cada paquete en la administración de la congestión se efectúa para determinar en cual cola (queue) deberá colocar los paquetes, todo ello, mediante un mecanismo sofisticado de encolamiento (queuing) como WFQ (Weighted fair queuing) y LLQ (Low latency queuing), para de este modo garantizar que los paquetes de voz sean transmitidos de

primero porque son sensibles al retardo. Para llevar a cabo la eliminación de la congestión se utilizan tecnologías de detección aleatoria rápida (random early detection) y weighted random early detection (WRED), donde este puede efectuar una selección de las colas (queues) y los paquetes son lanzados de forma aleatoria, definiendo previamente los límites alcanzados, así como también, los paquetes son lanzados de forma anticipada, de esta manera se evita la congestión y permite prevenir los cuellos de botella en la red.

No obstante, Tanenbaum (2003) considera que:

Un enrutador abrumado por paquetes simplemente puede escoger paquetes al azar para desprenderse de ellos, pero normalmente puede hacer algo mejor. El paquete a descartar puede depender de las aplicaciones que se estén ejecutando. En la transferencia de archivos vale más un paquete viejo que uno nuevo, pues el deshacerse del paquete 6 y mantener los paquetes 7 a 10 causará un hueco en el receptor que podría obligar a que se retransmitan los paquetes 6 a 10 (si el receptor descarta de manera rutinaria los paquetes en desorden). En un archivo de 12 paquetes, deshacerse del paquete 6 podría requerir la retransmisión de los paquetes 7 a 12, y deshacerse del 10 podría requerir la retransmisión sólo del 10 al 12. En contraste, en multimedia es más importante un paquete nuevo que uno viejo (p. 394).

En relación a lo reflejado anteriormente, existe un algoritmo popular para efectuar el proceso y este lleva el nombre de Random Early Detection, RED (detección temprana aleatoria) (Floyd y Jacobson, 1993, citados en Tanenbaum 2003). Por lo que el origen disminuye su velocidad como consecuencia a los de los paquetes perdidos, esto ocurre en diversos protocolos entre ellos TCP, ya que este fue diseñado para redes cableadas por la confiabilidad que poseen y la pérdida de paquetes se debe en su mayoría por desbordamientos en el búfer mas no en errores de transmisión, tomando esto como referencia para reducir la congestión en la red.

Es necesario destacar que como objetivo principal es prioritario deshacerse de los paquetes por parte de los enrutadores, antes de que se genere un colapso y la situación sea irremediable, En consecuencia, es imperativo establecer en que

momento descartar los paquetes, ya que los enrutadores conservan un promedio móvil en la longitud de cola, tomando en cuenta que si la longitud de cola promedio en algunas líneas sobrepasa un umbral, se puede afirmar que la línea está congestionada y se puede extraer alguna medida (Tanenbaum, 2003).

Por otra parte, Tanenbaum (2003), señala que, el policinng es:

La supervisión de un flujo de tráfico se conoce como supervisión de tráfico (traffic policing). Aceptar una forma de tráfico y supervisarlo más tarde es más fácil en las subredes de circuitos virtuales que en las de datagramas. Sin embargo, incluso en las subredes de datagramas se pueden aplicar las mismas ideas a las conexiones de la capa de transporte.

En este sentido, empresas como Cisco© quienes son desarrolladores de tecnología y fabricante de enrutadores, que poseen mecanismos de eficiencia de enlace (Link Efficiency Mechanism) trabajan en conjunto con el encolamiento y el alisado de tráfico para de esta manera poder administrar más eficientemente el ancho de banda de modo efectivo y predecible.

Existen otros mecanismos como el cRTP (compressed Real-Time Transport Protocol), que tienen la capacidad de compresión del encabezado en lo referente al transporte de los paquetes de voz sobre IP. En este sentido, los paquetes grandes de datos en paquetes más pequeños se fragmentan mediante la utilización de LFI (Link Fragmentation and Interleaving) para que estos puedan ser intercalados con otros paquetes que presentan la característica de ser sensibles al retardo. Asimismo, El LFI tiene la capacidad de reducir el retardo y el jitter en enlaces de baja velocidad, para de este modo intercalar los paquetes de menor retardo y fragmentar los datagramas de gran tamaño para obtener como resultado paquetes de menor tamaño. Siendo el LFI utilizado principalmente para los enlaces WAN entre los sitios y de esta manera garantizar el menor retardo posible para el tráfico de voz y video.

## **Bases Legales**

Los basamentos legales en los que se sustenta el Diseño de Infraestructura de red bajo enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, son en base a la utilización y mejor desempeño de los recursos de red de la plataforma tecnológica en la institución educativa.

En este aspecto, Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2011). Gaceta Oficial No. 39.610, refleja en el Título I Las Disposiciones Generales, lo cual establece lo siguiente:

En el artículo 2 numeral 4, “Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías cuando estén disponibles y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad de personas e impulsar la integración del espacio geográfico y la cohesión económica y social”.

- En el artículo 2 numeral 5, “Impulsar la integración eficiente de servicios de telecomunicaciones”.
- En el artículo 2 numeral 11, “Promover la inversión nacional e internacional para la modernización y el desarrollo del sector de las telecomunicaciones”.

Por lo que el Estado, está obligado a permitir la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, así como tiene el deber de otorgar los recursos para tal fin.

Por otra parte, en el aspecto legal universitario, la Ley de Universidades establece, en el Artículo 9 numeral 2 lo siguiente:

“Las Universidades son autónomas dentro de las previsiones de la presente Ley y de su Reglamento, disponen de autonomía académica, para planificar, organizar y realizar los programas de investigación, docencia y extensión que fueren necesarios para el cumplimiento de sus fines”.

Lo reflejado anteriormente en los artículos de ley, proporcionan elementos base para las Universidades y fundamentan el desarrollo de esta investigación.

### **Sistema de Variables**

Las variables de estudio en esta investigación, representan los elementos de medición, así como también los elementos que intervienen en el proceso sirven de soporte a la medición en cuestión. En tal sentido Hernández y otros (1991), resaltan que existen dos definiciones de variables caracterizadas por: una definición conceptual establecida como la definición tomada de diccionarios o de libros especializados, cuyas características principales es la falta de precisión necesarias en lo que respecta a la medición de los fenómenos a los que hace referencia el concepto. La otra variable, está representada por la definición operacional, lo cual, representa el conjunto de procedimientos en los que especifica las actividades que un observador debe efectuar para llevar a cabo la recepción de las impresiones sensoriales que resaltan la existencia de un concepto teórico en mayor o menor medida.

Hernández y otros (1991), definen variable como “Una propiedad que puede variar (adquirir diversos valores) y cuya variación es susceptible a medirse” (p.91).

Por otra parte, Reynolds (1971) define operacionalizar como:

Una definición operacional constituye el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador puede realizar para recibir impresiones sensoriales (sonidos, impresiones visuales o táctiles, etc) que indican la existencia de un concepto teórica en mayor o menor grado (p.52).

La variable de objeto de estudio se especifica de la siguiente manera:

a) Diseño de Infraestructura de red bajo enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria.

En donde, dicha variable, representa los recursos documentales, científicos y tecnológicos para el estudio y garantizar el mejor rendimiento posible en los servicios de red mediante el diseño de la infraestructura de red y el estudio de mecanismos de control y administración para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en la modalidad de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria entre sede central Unexpo y el Núcleo Carora.

A continuación se especifica la variable y dimensiones que definen y operacionalizan el objeto de estudio:

**Tabla 12.** Operacionalización de la Variable de Estudio

| <b>Variable</b>  | <b>Dimensión</b>  | <b>Indicadores</b>  | <b>Ítem</b>   |
|--|---|---|---|
| Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas | Elementos de Calidad de Servicio (QoS) en el tráfico de datos | Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS)                   | Clasificación, Marcado y Administración de Congestión, Eficiencia del Enlace, Políticas y Alisado, Retardo del Enlace |
|  |   | Modelo de Servicios Diferenciados (Diffserv)              | Análisis y Diferenciación de las prioridades de los paquetes en los enlaces de red                                    |
|  |   | Flujo de la Red   | Análisis de Confiabilidad, Retardo, Fluctuación y Ancho de Banda de los enlaces de red                                |
|  |   | Protocolos de enrutamiento, reserva y compresión de datos | Evaluación del protocolo, redundancia y diferenciación entre las rutas disponibles                                    |

**Fuente:** El Autor (2016)

Continúa...

| <b>Variable</b>   | <b>Dimensión</b>                                   | <b>Indicadores</b>                                      | <b>Ítem</b>  |
|---|--|---|--|
| <p>Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas</p> | <p>Entornos Virtuales de Educación a Distancia</p> | <p>Actividades en Entornos de Educación a Distancia</p> | <p>Acceso a clases virtuales en Cátedras y/o Carreras Universitarias, chats, foros de discusión, bibliotecas digitales, llamadas por VOIP, entre otros</p> |
|   |  | <p>Manejadores de Contenido (Plataforma Virtual)</p>    | <p>Rendimiento de los servicios multimedia (VOIP, datos y videoconferencia) en la plataforma virtual</p>   |
|   |  | <p>Plataformas integradas</p>                           | <p>Integración de plataformas de videoconferencia, VOIP y datos en los Manejadores de Contenido</p>  |
|   |  | <p>Equipos (Hardware)</p>                               | <p>Capacidad de hardware, almacenamiento y estado de los equipos de VOIP, datos y videoconferencia</p>   |
|   |  | <p>Soporte Técnico</p>                                  | <p>Capacidad en Personal de Soporte Técnico</p>  |
|   |  | <p>Servicios multimedia</p>                             | <p>Disponibilidad de los servicios de VOIP, datos y videoconferencia</p>   |

**Fuente:** El Autor (2016)

Continúa...

| <b>Variable</b>  | <b>Dimensión</b>                | <b>Indicadores</b>    | <b>Ítem</b>   |
|--|---------------------------------|-----------------------|---|
| Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas | Infraestructura de red de datos | Enrutadores           | Tarjetas, componentes y módulos presentes   |
|  |                                 | Firewall              | Modelo y Características del Equipo   |
|  |                                 | Conmutadores          | Modelo y Características del Equipo   |
|  |                                 | Enlaces de red        | Capacidad de los enlaces de red bajo la tecnología "MetroEthernet" ofertados por el Proveedor de Servicio (ISP) |
|  |                                 | Cableado Estructurado | Tipo de Cableado de red utilizado   |
|  |                                 | Arquitectura de red   | Topología Lógica y Física   |
|  |                                 | Direccionamiento IP   | Tipo de direccionamiento IP utilizado, escalabilidad de la red de datos   |

**Fuente:** El Autor (2016)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Naturaleza de la Investigación**

Según el Manual para la Elaboración del Trabajo para Grado Académico de Especialización, Maestría y Doctorado de la UCLA (2002), donde señala que "el proyecto factible formula propuestas de acción y/o modelo operativos como alternativas de solución al problema planteado", la investigación "Diseño de una Infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia" se sitúa dentro de la modalidad de proyecto factible apoyado en la investigación de campo y monográfica documental, lo que conllevará a una respuesta precisa para el problema de congestión de los servicios en la red UNEXPO.

#### **Fases del Estudio**

A continuación se especifican las tres fases principales para la formulación de un proyecto factible que se siguieron en la elaboración del presente trabajo de grado: Fase I de Diagnóstico, Fase II de Factibilidad y Fase III de Propuesta del Estudio.

#### **Fase I: Diagnóstico**

En esta fase se realizó un análisis general de la situación actual de los servicios de red en la sede central de la UNEXPO Barquisimeto, llevando a cabo una estructura de los dispositivos de comunicaciones en cuanto a hardware, software y los servicios de

voz, datos y video otorgados por la institución con el objetivo de determinar el estado de los mismos utilizando para ello mediciones de los tiempos de respuesta de los servicios de la red universitaria en la transmisión de voz, datos y video mediante técnicas de clasificación de paquetes y encolamiento y su factibilidad de ejecución.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para llevar a cabo la recolección de datos y obtener la formación necesaria en el desarrollo de esta investigación se utilizaron las técnicas de elaboración de encuestas como el cuestionario y la observación directa no participante. Estos instrumentos permitieron recolectar la información necesaria acerca de los servicios de red otorgados para entornos virtuales de educación a distancia entre la sede central UNEXPO Barquisimeto y el Núcleo Carora. El instrumento se elaboró a través de un cuestionario detallando preguntas referentes a la investigación con el soporte de resultados obtenidos por software de monitoreo y la documentación y simulación de la red.

#### **Cuestionario**

Según Sierra (1994), un cuestionario se fundamenta en la aplicación a un grupo definido de individuos un conjunto de preguntas sobre un determinado problema de investigación en el cual deseamos obtener alguna información. Tomando en consideración lo antes expuesto, para esta investigación se llevara a cabo un conjunto de preguntas de selección simple a los individuos de estudio sobre la infraestructura actual de la red, en referencia a los servicios de red otorgados en el área de educación a distancia, así como el software y hardware de los equipos de red y otros elementos relevantes.

Por otra parte, se tomará la escala de Likert, definida por Hernández y otros (1997) como un conjunto de ítems desplegados y clasificados en afirmaciones o juicios en lo cual se debe tomar en consideración la reacción de los individuos a

los que se le aplican. Dicha escala, será utilizada para efectuar la recopilación de datos necesarios para la investigación.

### **Observación directa**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la observación directa sistemática y no participativa, caracterizada por un conjunto de actividades y relaciones laborales cotidianas, en donde el investigador actuará como espectador de los hechos (Hernández y otros, 1991).

En este sentido, para el estudio, se utilizaron herramientas de software, que permitió obtener información del comportamiento de la red de datos como los son:

- **Programas de Monitoreo de Red (Anexo B):** Estos revelan información del funcionamiento de la red en tiempo real, y mediante ellos se pueden elaborar estadísticas, diagramas y otros estudios.
- **Diagramas de documentación de la red:** Elaborados por el investigador para obtener información aplicando la observación no participativa.
- **Programas de Simulación de Redes:** Software para elaborar topología y diseño de redes de datos. Se clasifican en: Cisco Packet Tracker, Core y GNS3, entre otros. El software a utilizar será GNS3 v1.4.6 que permite una simulación más cercana a la realidad.

### **Población y Muestra**

Según Depool y Monasterio (2013) definen población como un conjunto de sujetos que poseen una característica común observable, donde el investigador debe definir la población en estudio y esta puede ser tan pequeña como se quiera.

La presente investigación incorpora una población para el estudio clasificada en dos grupos, el primer grupo lo conforma el personal administrativo que labora en el área de Coordinación Nacional de Producción de Operaciones (CNPO) de la sede central UNEXPO Barquisimeto, Coordinación Regional de Producción de

Operaciones (CRPO) conformada por el Vicerrectorado Barquisimeto y la sede remota Núcleo Carora. El segundo grupo está clasificado por los docentes de la sede central y remota, en consecuencia, la población se encuentra conformada de la siguiente manera:

**Tabla 13.** Población de Expertos en Telecomunicaciones

| <b>Directores/Operadores</b> | <b>Población</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|------------------------------|------------------|-----------------------|
| Director de Operaciones      | 2                | 28,57 %               |
| Ingeniero de Operaciones     | 5                | 71,42 %               |

**Fuente:** El autor (2016)

**Tabla 14.** Población de Expertos en Telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria de universidades públicas venezolanas

| <b>Técnicos/Operadores</b>  | <b>Población</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|---|------------------|-----------------------|
| Técnicos operadores de Entorno Virtual de Educación a Distancia Universitaria | 1                | 33,33 %               |
| Ingenieros de Operaciones   | 2                | 66,66 %               |

**Fuente:** El autor (2016)

**Tabla 15.** Población de Usuarios

| <b>Usuarios</b> | <b>Población</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|-----------------|------------------|-----------------------|
| Docentes        | 289              | 100 %                 |

**Fuente:** El autor (2016)

La población para el estudio está conformada en su totalidad por (7) profesionales del área de telecomunicaciones de la sede central UNEXPO y la sede remota Núcleo Carora como personal administrativo encargados del soporte y administración de la infraestructura de red, así como también (289) docentes que laboran en la sede central y remota respectivamente.

Así mismo, la población del personal técnico validador de la propuesta está conformada por tres (3) profesionales clasificados como técnicos operadores de entorno virtual de educación a distancia universitaria e ingenieros de operaciones de las universidades públicas venezolanas: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) y Universidad de los Andes (ULA).

Por otra parte, según Depool y otros (2013), una muestra es un conjunto de individuos seleccionados de una población, donde la muestra representa una parte de la población, tomando en consideración que el conjunto seleccionado debe ser representativo de la población, así como también, debe revelar en la muestra las características esenciales de la población.

No obstante, para llevar a cabo el proceso de levantamiento de información se tomara la población obtenida, si por el contrario, es necesario se utilizarán técnicas de muestreo, tomando una parte o subconjunto de la totalidad de la población.

La muestra para esta investigación está clasificada por Técnicos Expertos en Telecomunicaciones y Docentes, siendo esta tomada de forma No Probabilística como menciona Arias, quien define a este tipo de muestras como un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra. (2006, p.85).

Además, la utilización de una muestra No Probabilística será de tipo Intencional, en donde la cantidad de Técnicos Expertos en Telecomunicaciones a escoger, se realiza a criterio o juicio del investigador, como lo señala Arias (2006). Para esta investigación se tomó dos (2) muestras de este tipo, una muestra del 100% de la población, equivalente a (7) Técnicos Expertos en

Telecomunicaciones a Nivel Universitario, una muestra del 100% de la población, equivalente a (3) Técnicos Expertos en Telecomunicaciones y Educación Virtual Universitaria en Universidades Públicas Venezolanas, En la selección de la muestra se considera el 100% de la población, debido a que la población es muy pequeña se tomará la muestra igual a la población.

Adicionalmente, se utilizará una tercera muestra de tipo Probabilística de docentes universitarios, quienes utilizarán la plataforma virtual de educación a distancia universitaria.

En este sentido, Castro (2003), establece que las muestras probabilísticas, son aquellas donde todos los miembros de la población tienen la misma opción de conformarla a su vez pueden ser: muestra aleatoria simple, muestra de azar sistemático, muestra estratificada o por conglomerado o áreas. La forma de obtener este tipo de muestra es: muestra intencional y muestra accidentada o sin norma.

Para obtener una muestra de los docentes, se utilizará el método de obtención de muestra probabilística estratificada de tipo intencional, debido a la naturaleza del estudio.

La muestra intencional adquirida respalda lo señalado por Arias (2006), cuando establece que algunos de los criterios utilizados para la selección de la muestra en bibliografía especializada consultada, como lo señala el siguiente ejemplo: “en investigaciones descriptivas se recomienda seleccionar entre 10 y 20% de la población accesible” Aty, Jacobs y Razavich (1989).

Adicionalmente se toma en consideración lo señalado por Ary (1996), donde establece que “...si la población posee pequeñas dimensiones, deben ser seleccionados en su totalidad”, para así reducir el error en la muestra.

La muestra tomada de la población de Docentes se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z_c^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) + Z_c^2 \cdot p}$$

En donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Total de elementos que integran la población.

$Z_c^2$ : Zeta crítico, valor determinado para el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado. Para un grado de confianza de 95% el coeficiente es igual a 2, entonces el valor de zeta crítico es igual a  $2^2=4$ .

E: Error muestral: falla que se produce al extraer la muestra de la población. Generalmente, oscila entre 1% y 5%.

p: Proporción de elementos que representan una determinada característica a ser investigada.

q: proporción de elementos que no presentan la característica a ser investigada.  
 $p+q=1$ .

$$n = \frac{2 \quad 80 \quad 9 \quad 1 \quad . \quad 04}{( \quad -1 \quad +48 \quad . \quad 929 \quad +3 \quad 25 \quad 0 } = \frac{1 \quad 4 \quad 09}{60 \quad . \quad 00} = 90$$

En función a lo anterior, la muestra n°3 será de 96 Docentes

Esta fase tiene como propósito determinar la necesidad de cuáles son los componentes que conforman una Infraestructura de red para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria y el comportamiento de los servicios en la red Universitaria. Para ello se utiliza la técnica de la encuesta, y como instrumento el cuestionario aplicado a las muestras seleccionadas.

La encuestas se realizan bajo un cuestionario para los docentes, otro para técnicos expertos en telecomunicaciones a nivel universitario y uno para la validación de la propuesta de estudio conformada por expertos en el área de telecomunicaciones y educación virtual a distancia, que constan de 19 preguntas

cerradas con respuestas dicotómicas para el primero, 30 preguntas del mismo tipo para el segundo y 25 preguntas para el tercero respectivamente, las cuales son respondidas mediante un “sí” o un “no”. La escogencia del tipo de respuestas dicotómicas se debe a que se espera que los encuestados den respuestas claras y concisas, sin ningún tipo de escala que atenué o exalte su intención, ya que se preguntan tópicos técnicos y del comportamiento de los servicios en la red Universitaria en los que no cabe otra respuesta sino el “sí” o el “no”. El instrumento utilizado se puede consultar en los anexos.

Para el procesamiento de los resultados se tiene que la encuesta para los docentes la inferencia de que las preguntas 1,2,6,7,8,9,10,13,14,16,18,19 son respondidas de la forma esperada, o favorable para la investigación si es afirmativa. Siendo las preguntas 14 y 16 decisivas para la detección de la necesidad de la creación de la propuesta y el resto de las preguntas, complementarias para el desarrollo de la metodología en la creación del mecanismo de control propuesto.

También, se aprecia para los técnicos en telecomunicaciones la inferencia de que las preguntas 1,3,5,10,14,15,19,21,22,23,27 son respondidas de la forma esperada, o favorable para la investigación si es afirmativa. Siendo las preguntas 5 y 23 decisivas para la detección de la necesidad de la creación de la propuesta y el resto de las preguntas, complementarias para el desarrollo de la metodología en la creación del mecanismo de control propuesto.

Por otra parte, se visualiza que los técnicos en telecomunicaciones y educación virtual universitaria en universidades públicas venezolanas, la inferencia de que las preguntas 1,2,4,5,6,10,11,13,16,22,25 son respondidas de la forma esperada, o favorable para la investigación si es afirmativa. Siendo las preguntas 2,3,4 y 5 decisivas para la validación de la propuesta de estudio y el resto de las preguntas, complementarias para el desarrollo de la metodología en la creación del mecanismo de control propuesto.

Los resultados de la aplicación de los instrumentos se presentan por medio de cuadros y gráficos circulares detallados por pregunta, indicando la frecuencia y el porcentaje de las interrogantes respondidas de la forma esperada o no, de acuerdo a los parámetros establecidos para ésta investigación.

## **Fase II: Factibilidad**

En esta fase se verifica la viabilidad de la elaboración de la investigación en los aspectos técnico, financiero y de mercado. El estudio de mercado es quien determina la demanda y la oferta del proyecto; el estudio técnico es el que proporcionara la disponibilidad de los recursos técnicos con el propósito de alcanzar como resultado un producto de óptima calidad, y el estudio financiero demuestra la disponibilidad económica para la puesta en marcha del proyecto, como lo describe (Aular, 2012).

El estudio de mercado se realizó a través de un cuestionario a expertos en el área de telecomunicaciones para el levantamiento de información de la red UNEXPO, elegidos mediante muestras no probabilísticas e intencionales para determinar la factibilidad económica del proyecto.

Para el estudio técnico de la presente investigación se define primeramente el tamaño del proyecto, a través de las variables de operacionalización. La capacidad del proyecto se elabora mediante un estudio de equipos, materiales y horas/hombre de los profesionales que participarían en el desarrollo de este proyecto, de forma tabulada elaborado a través del software Microsoft Excel (Ver ANEXO A).

En cuanto a los recursos empleados para la elaboración de la investigación se encuentran, los equipos, materiales, personal especializado, desarrollado mediante un cuadro informativo a través de programas de computadoras.

Para el desarrollo del cuadro antes mencionado se realizó un estudio financiero mediante tablas realizadas a través de Microsoft Excel (Ver Anexo A), donde se reflejan los costos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

### **Fase III: Diseño del Proyecto**

En esta fase se define cual es el procedimiento a seguir para la realización de la investigación, definiendo el alcance de los objetivos planteados. Para llevar a cabo el estudio, se siguen los siguientes procedimientos:

- Operacionalización de las variables: Donde se procede a Conceptualización de las variables
- Medición de las variables de estudio a través de la tabla de Operacionalización de las variables
- Desarrollo de un formato de observación de variables.
- Utilización del formato de observación de variables en los equipos que conforman la red de datos de la UNEXPO Barquisimeto que intervinieron en el proceso de determinación de los componentes red para entornos virtuales, que sirven como base para el desarrollo del proyecto.

Cabe destacar, que gran parte de la información necesaria para la elaboración de esta investigación es de tipo documental, por lo que se utilizó el tipo de observación documental a través de libros de texto, revistas e internet que sirvan de sustento en cuanto a los tipos de metodologías empleadas para el desarrollo del estudio, tomando de referencia trabajos efectuados por otros autores en referencia a infraestructuras de red y mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en redes educativas por lo cual, juega un papel importante de apoyo a la recolección de ciertos datos necesarios para elaborar la simulación de los procesos involucrados dentro investigación.

## **Análisis y Procesamiento de Datos**

Para el análisis y procesamiento de datos es necesario organizar los datos obtenidos para luego ser procesados, así como lo señalan los autores (Tamayo y Tamayo M., 2001) a través de la afirmación de que “una vez recopilados los datos por los instrumentos diseñados para este fin, es necesario procesarlos, es decir, elaborarlos matemáticamente, ya que la cuantificación y su tratamiento estadístico nos permitirán llegar a conclusiones...”. (p. 187).

Los datos cuantitativos recabados en la aplicación de las técnicas de recolección de datos señaladas anteriormente para la elaboración de esta investigación se organizarán en tablas, distribuyéndolos de acuerdo a sus respectivas categorías tomando en cuenta las variables de operacionalización.

En este sentido, se utilizará la Estadística Descriptiva por medio de distribuciones de frecuencia y clasificándolo a través de escalas de medición de tipo nominal, ordinal y por intervalos, con diagramas de barras, circulares y de dispersión.

Los datos recolectados por medio de material bibliográfico o documental, serán tomados de forma cualitativa y a discreción para la elaboración del caso de estudio de esta investigación.

### **Validez del instrumento**

De acuerdo a Balestrini, M. (1998) la validez es un concepto en el que pueden existir diferentes tipos de evidencias relacionadas con el contenido, con el criterio y con el constructo, es decir, la validez significa que los resultados del instrumento está basada en que se contesten las preguntas definidas para tal fin. A su vez, la validez de constructo se basa en el grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras, tomando en cuenta las hipótesis derivadas teóricamente sobre esa variable.

A los expertos, se les realiza la entrega un formato de evaluación en físico y de forma individual, conformado por un conjunto de preguntas agrupadas en 4 categorías para la evaluación del cuestionario en cuanto a: contenido de las preguntas, lenguaje utilizado, orden de los ítems, así como la forma del instrumento. Las respuestas emitidas por los expertos se compilan y se les calcula el porcentaje de aprobación para cada una de las categorías.

Para llevar a cabo la validez del instrumento, clasificado en dos secciones: diagnóstico de la necesidad de la realización del presente estudio y validez de la propuesta, en el cual, se empleará la técnica del juicio de expertos, eligiéndose especialistas con suficientes conocimientos del área de redes de datos, telecomunicaciones y metodología de la investigación, quienes presentaron sus recomendaciones en la ejecución del mismo:

Msc. Marítza Torres (Docente de la Maestría en Ciencias de la Computación de la UCLA), Ing. Francisco León (Empleado del área de telecomunicaciones de la Universidad de los Andes - ULA), Msc. Leiban Rivero (Empleado de la Coordinación Nacional de Tecnología y Servicios de Información CNTI-UNEXPO), quienes en calidad de evaluadores de los instrumentos citados, calificaron la propuesta de la siguiente manera:

**Tabla 16.**

Cuadro resumen de la evaluación realizada por expertos al cuestionario aplicado para la determinación de necesidad y valides del diseño de la infraestructura de red propuesta.

| VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO  |  |          |    |          |    |          |    |
|--|--|----------|----|----------|----|----------|----|
| 1.-  | <b>Contenido de Preguntas</b>  | Juez N°1 |    | Juez N°2 |    | Juez N°3 |    |
|  |  | SI       | NO | SI       | NO | SI       | NO |
| a  | ¿Son necesarias todas las preguntas?   | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| b  | ¿Cada una de las preguntas fue definida con precisión, de manera que las respuestas proporcionadas por los sujetos permitieran obtener la información buscada? | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| c  | ¿Cubren las preguntas todos los aspectos fundamentales de los datos que se necesitan?  | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| d  | ¿Existen preguntas que los sujetos no puedan responder, a causa de que no disponen de la información?  |          | 1  |          | 1  |          | 1  |
| e  | ¿Es necesario incluir preguntas de carácter más general para identificar la actitud del sujeto?  |          | 1  |          | 1  |          | 1  |
| <b>Totales</b>   |  | 3        | 2  | 3        | 2  | 3        | 2  |
| <b>% de aprobación</b>   |  | 100      |    |          |    |          |    |
| 2.-  | <b>Lenguaje de Preguntas</b>   | Juez N°1 |    | Juez N°2 |    | Juez N°3 |    |
|  |  | SI       | NO | SI       | NO | SI       | NO |
| a  | ¿Son las preguntas simples y breves, redactadas en un lenguaje preciso, comprensible y desprovisto de tecnicismo?  | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| b  | ¿Se emplearon palabras y frases estereotipadas, en términos de moda o expresiones cargadas de connotaciones emocionales, capaces de viciar las respuestas?     |          | 1  |          | 1  |          | 1  |
| c  | ¿Existen preguntas enmarcadas que puedan molestar o irritar a las personas consultadas, e inducir las a dar respuestas falsas?                                 |          | 1  |          | 1  |          | 1  |
| <b>Totales</b>   |  | 1        | 2  | 1        | 2  | 1        | 2  |
| <b>% de aprobación</b>   |  | 100      |    |          |    |          |    |
| 3.-  | <b>Ordenamiento de las Preguntas</b>   | Juez N°1 |    | Juez N°2 |    | Juez N°3 |    |
|  |  | SI       | NO | SI       | NO | SI       | NO |
| a  | ¿Las preguntas iniciales sirven de introducción a las restantes y ayudan a recordar ideas?   | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| <b>Totales</b>   |  | 1        | 0  | 1        | 0  | 1        | 0  |
| <b>% de aprobación</b>   |  | 100      |    |          |    |          |    |
| 4.-  | <b>Forma de Instrumento</b>  | Juez N°1 |    | Juez N°2 |    | Juez N°3 |    |
|  |  | SI       | NO | SI       | NO | SI       | NO |
| a  | ¿Son claras y concisas las instrucciones del instrumento?  | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| b  | ¿Las instrucciones se han incluido en el lugar correspondiente?  | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| c  | ¿Las casillas están bien ubicadas para que los sujetos puedan cumplir con exactitud las instrucciones que se les proporcionan?                                 | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| d  | ¿Se halla el instrumento elaborado de modo tal que facilite la tabulación de los datos?  | 1        |    | 1        |    | 1        |    |
| <b>Totales</b>   |  | 4        | 0  | 4        | 0  | 4        | 0  |
| <b>% de aprobación</b>   |  | 100      |    |          |    |          |    |
| Nota: A las preguntas que fueron respondidas en forma afirmativa se les coloca un 1 para su cuantificación |  |          |    |          |    |          |    |

**Fuente:** El autor (2016).

Las respuestas de los expertos mostradas en la tabla 30 fueron analizadas en términos de frecuencias y porcentaje de respuestas, obteniéndose los siguientes resultados:

1) En cuanto al contenido de las preguntas el 100% opinó que son necesarias todas las preguntas que se formularon, y que las mismas fueron definidas con

precisión, las cuales cubren los aspectos fundamentales de los datos que se necesitan en la investigación.

2) Con respecto al lenguaje de las preguntas, el 100% de los profesionales expertos opinó que son simples y breves, redactadas en un lenguaje preciso, sin connotaciones emocionales capaces de viciar respuestas o que puedan molestar a los gerentes consultados.

3) En lo referente al ordenamiento de las preguntas, el 100% opinó que existe relación entre las preguntas de cada dimensión analizada.

4) Para finalizar, el 100% de los profesionales expertos consultados en referencia a la forma del instrumento aplicado, opinó que las preguntas son claras, las instrucciones se han incluido en el lugar correspondiente, y que el instrumento elaborado facilita la tabulación de los datos.

### **Confiabilidad del Instrumento**

Para la evaluación de la confiabilidad de la encuesta aplicada, se utilizó el método de Confiabilidad de Kuder-Richardson (KR-20), el cual efectúa un análisis de la homogeneidad de los ítems mediante una correlación entre las proporciones de aciertos, desaciertos y varianzas del total de aciertos. Así mismo, este método es aplicable a cuestionarios de preguntas cerradas con opciones de respuestas dicotómicas (SI-NO).

La fórmula utilizada para el cálculo de la confiabilidad es la siguiente:

$$KR20 = \left( \frac{K}{K-1} \right) * \left( 1 - \frac{\sum p_i q_i / \text{items}}{S^2 T(\text{aciertos})} \right)$$

Donde, esta se mide de acuerdo a los siguientes datos:

**Tabla 17.** Índices de Confiabilidad

|             |                       |
|-------------|-----------------------|
| 0           | Nula                  |
| 0,01 - 0,20 | Muy baja              |
| 0,21- 0,40  | Baja                  |
| 0,41 - 0,60 | Moderada o Sustancial |
| 0,61 - 0,80 | confiable             |
| 0,81 - 0,99 | Muy confiable         |
| 1           | confiable             |

**Fuente:** Bolívar (2002).

A continuación, se muestra en formato de tabla, el contenido con los datos obtenidos de todas las respuestas por cada una de las preguntas efectuadas a los encuestados, asignando el número 1 cuando la respuesta es afirmativa para la investigación, y un 0 cuando las respuestas no son beneficiosas para la investigación.

Todas las tablas incorporan el cálculo de la varianza según los datos obtenidos por las encuestas presentadas, así como el análisis de confiabilidad de los datos.

A continuación se presentan las tablas utilizadas para la elaboración de los cálculos según la escala Kuder-Richardson (KR-20).

**Tabla 18.** Docentes encuestados

| ENCUESTADOS | N° de Pregunta |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | xt |
|-------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |    |
| 1           | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 11 |
| 2           | 1              | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 11 |
| 3           | 0              | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 9  |
| 4           | 0              | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 13 |
| 5           | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 10 |
| 6           | 1              | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 8  |
| 7           | 1              | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 11 |
| 8           | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 11 |
| 9           | 0              | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 9  |
| 10          | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 9  |
| 11          | 1              | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 12 |
| 12          | 0              | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 10 |
| 13          | 1              | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 15 |
| 14          | 1              | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 10 |
| 15          | 0              | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 7  |
| 16          | 1              | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 15 |
| 17          | 0              | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 8  |
| 18          | 1              | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 10 |
| 19          | 1              | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 10 |
| 20          | 1              | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 12 |
| 21          | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 12 |
| 22          | 0              | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 9  |
| 23          | 1              | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 13 |
| 24          | 1              | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 13 |
| 25          | 0              | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 10 |
| 26          | 0              | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 12 |
| 27          | 1              | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 12 |
| 28          | 1              | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 11 |
| 29          | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 11 |
| 30          | 1              | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 12 |
| 31          | 1              | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 14 |
| 32          | 1              | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 11 |
| 33          | 0              | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 8  |
| 34          | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 11 |
| 35          | 1              | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 10 |
| 36          | 0              | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 8  |
| 37          | 0              | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 11 |

Continua...

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 38 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9  |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 17 |
| 41 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 42 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 43 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 44 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| 45 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 |
| 46 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| 47 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 9  |
| 48 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 49 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 14 |
| 50 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 11 |
| 51 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 |
| 52 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 9  |
| 53 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 9  |
| 54 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 55 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 56 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| 57 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 14 |
| 58 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 11 |
| 59 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 10 |
| 60 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 10 |
| 61 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 12 |
| 62 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 63 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 11 |
| 64 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 65 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 12 |
| 66 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 10 |
| 67 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 10 |
| 68 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 13 |
| 69 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 12 |
| 70 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 12 |
| 71 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 11 |
| 72 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 8  |
| 73 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8  |
| 74 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 |
| 75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 76 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 10 |

Continua...

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |           |          |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|----------|
| 77                | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 9    |      |           |          |
| 78                | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 9    |      |           |          |
| 79                | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 12   |      |           |          |
| 80                | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 12   |      |           |          |
| 81                | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 9    |      |           |          |
| 82                | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 11   |      |           |          |
| 83                | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 10   |      |           |          |
| 84                | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 13   |      |           |          |
| 85                | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 13   |      |           |          |
| 86                | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 10   |      |           |          |
| 87                | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 13   |      |           |          |
| 88                | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 9    |      |           |          |
| 89                | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 11   |      |           |          |
| 90                | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 11   |      |           |          |
| 91                | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 9    |      |           |          |
| 92                | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 6    |      |           |          |
| 93                | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 12   |      |           |          |
| 94                | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 13   |      |           |          |
| 95                | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 12   |      |           |          |
| 96                | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 11   |      |           |          |
| Sumatoria         | 71   | 76   | 43   | 38   | 37   | 64   | 71   | 69   | 33   | 72   | 30   | 32   | 66   | 75   | 36   | 44   | 46   | 77   | 75   | 1055 | Varianza  | 11240.23 |
| p (promedio corre | 0.7  | 0.8  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.3  | 0.8  | 0.3  | 0.3  | 0.7  | 0.8  | 0.4  | 0.5  | 0.5  | 0.8  | 0.8  |      |           |          |
| Q                 | 0.3  | 0.2  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.7  | 0.3  | 0.7  | 0.7  | 0.3  | 0.2  | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 0.2  | 0.2  |      |           |          |
| p1Q1              | 0.19 | 0.16 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.22 | 0.19 | 0.20 | 0.23 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.21 | 0.17 | 0.23 | 0.25 | 0.25 | 0.16 | 0.17 |      | Sumatoria | 3.42     |

**Fuente:** El autor (2016).

Obteniendo como resultado de los cálculos para los docentes:

$$KR_{20} = 1,066$$

Los resultados obtenidos para las encuestas de docentes, refleja que los cálculos de confiabilidad de Kuder-Richardson (KR-20) se encuentran dentro de los parámetros establecidos, y está ubicada en su máximo valor confiable, aportando información de interés para el desarrollo del estudio presentado.

**Tabla 19.** Técnicos Expertos en Telecomunicaciones encuestados

| ENCUESTADOS        | N° de Pregunta |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Xt  |           |       |
|--------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|-------|
|                    | 1              | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   |     |           |       |
| 1                  | 1              | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 11  |           |       |
| 2                  | 1              | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 17  |           |       |
| 3                  | 0              | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 15  |           |       |
| 4                  | 1              | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 20  |           |       |
| 5                  | 1              | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 20  |           |       |
| 6                  | 1              | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 17  |           |       |
| 7                  | 1              | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 17  |           |       |
| Sumatoria          | 6              | 2    | 6    | 2    | 5    | 4    | 2    | 3    | 3    | 6    | 3    | 6    | 5    | 5    | 7    | 5    | 2    | 3    | 6    | 4    | 3    | 5    | 7    | 2    | 3    | 1    | 5    | 2    | 1    | 3    | 129 | Varianza  | 14.30 |
| p (promedio correc | 0.9            | 0.3  | 0.9  | 0.3  | 0.7  | 0.6  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.9  | 0.4  | 0.9  | 0.7  | 0.7  | 1.0  | 0.7  | 0.3  | 0.4  | 0.9  | 0.6  | 0.4  | 0.7  | 1.0  | 0.3  | 0.4  | 0.1  | 0.7  | 0.3  | 0.1  | 0.4  |     |           |       |
| Q                  | 0.1            | 0.7  | 0.1  | 0.7  | 0.3  | 0.4  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.1  | 0.6  | 0.1  | 0.3  | 0.3  | 0.0  | 0.3  | 0.7  | 0.6  | 0.1  | 0.4  | 0.6  | 0.3  | 0.0  | 0.7  | 0.6  | 0.9  | 0.3  | 0.7  | 0.9  | 0.6  |     |           |       |
| p1Q1               | 0.12           | 0.20 | 0.12 | 0.20 | 0.20 | 0.24 | 0.20 | 0.24 | 0.24 | 0.12 | 0.24 | 0.12 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.20 | 0.24 | 0.12 | 0.24 | 0.24 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.24 | 0.12 | 0.20 | 0.20 | 0.12 | 0.24 |     | Sumatoria | 2.90  |

**Fuente:** El autor (2016).

Donde  $K20 = 0.851$

Los resultados obtenidos para las encuestas de docentes, refleja que los cálculos de confiabilidad de Kuder-Richardson (KR-20) se encuentran dentro de los parámetros establecidos, estando ubicado en un rango de valor confiable, aportando información de interés para el desarrollo del estudio presentado.

**Tabla 20.** Técnicos Expertos en Telecomunicaciones validadores de la propuesta encuestados

| ENCUESTADOS              | N° de Pregunta |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Xt |          |      |  |           |      |
|--------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----------|------|--|-----------|------|
|                          | 1              | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   |    |          |      |  |           |      |
| 1                        | 0              | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1  | 13       |      |  |           |      |
| 2                        | 1              | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0  | 1        | 15   |  |           |      |
| 3                        | 1              | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1  | 18       |      |  |           |      |
| Sumatoria                | 2              | 3    | 3    | 0    | 3    | 2    | 3    | 1    | 1    | 3    | 2    | 3    | 1    | 3    | 0    | 3    | 1    | 3    | 2    | 1    | 0    | 3    | 0    | 0    | 3    | 46 | Varianza | 6.33 |  |           |      |
| p (promedio correctas) X | 0.7            | 1.0  | 1.0  | 0.0  | 1.0  | 0.7  | 1.0  | 0.3  | 0.3  | 1.0  | 0.7  | 1.0  | 0.3  | 1.0  | 0.0  | 1.0  | 0.3  | 1.0  | 0.7  | 0.3  | 0.0  | 1.0  | 0.0  | 0.0  | 1.0  |    |          |      |  |           |      |
| Q                        | 0.3            | 0.0  | 0.0  | 1.0  | 0.0  | 0.3  | 0.0  | 0.7  | 0.7  | 0.0  | 0.3  | 0.0  | 0.7  | 0.0  | 1.0  | 0.0  | 0.7  | 0.0  | 0.3  | 0.7  | 1.0  | 0.0  | 1.0  | 1.0  | 0.0  |    |          |      |  |           |      |
| p1Q1                     | 0.22           | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |    |          |      |  | Sumatoria | 2.00 |

**Fuente:** El autor (2016).

Donde  $KR20 = 0.730$

Los resultados obtenidos para las encuestas de técnicos expertos en telecomunicaciones encuestados, refleja que los cálculos de confiabilidad de Kuder-Richardson (KR-20) se encuentran dentro de los parámetros establecidos, estando ubicado en un rango de valor confiable, aportando información de interés para el desarrollo del estudio presentado.

#### **Fase IV: Diseño de la Propuesta**

El proyecto consiste en el Diseño de la Infraestructura Tecnológica de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria en las Universidades Públicas Venezolanas. Para lograr el objetivo propuesto se plantean los siguientes pasos:

##### **Objetivos del diseño**

El diseño de la propuesta está contemplada en varias fases, estas se clasifican en:

##### **Fase I: Determinar los componentes de red para una Infraestructura de la red en Entornos Virtuales Universitarios.**

- Análisis de los componentes de red de la infraestructura de red de datos actual de la sede central
- Elaboración de topología de la red
- Incorporación de los componentes necesarios para una infraestructura de red de datos en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria entre la sede central y la sede remota.

En esta fase se analiza los componentes de la infraestructura de red de datos de la infraestructura de red de datos actual. Se elabora un diagrama de la

topología de la red y se determina los componentes de red para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria entre la sede principal y las sedes remotas

### **Fase II: Análisis de opciones de enlaces con sedes remotas.**

- Identificación de los tipos de enlaces existentes para la conectividad de la sede principal y sus sedes remotas
- Selección del tipo de enlace adecuado.

En esta fase se elabora un análisis detallado de los tipos de enlaces de red existentes en el mercado para la conectividad entre las diferentes localidades o sedes que conforman la universidad

### **Fase III: Análisis de configuraciones para aplicación de Calidad de Servicio (QoS) entre la sede central y sus sedes remotas.**

- Requerimientos de Calidad de Servicio (QoS) en las redes de datos
- Análisis de los Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) en los servicios de VOIP, Bibliotecas Digitales y Videoconferencia.
- Análisis de la configuración adecuada para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria
- Análisis del rendimiento de los servicios multimedia (VOIP, Bibliotecas Digitales y Videoconferencia) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria

En esta fase se elabora un análisis detallado de los requerimientos para ofrecer Calidad de Servicio (QoS) en las redes de datos, y se define una configuración adecuada de la red universitaria entre la sede principal y sus sedes remotas para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria. Además, se elabora un análisis de los diversos mecanismos de Calidad de Servicio (QoS)

existentes para redes de datos aplicados a dichos entornos, y un análisis del rendimiento de los servicios multimedia.

**Fase IV: Análisis de requerimiento de enlace de red para definir solicitud a proveedor.**

- Análisis de requerimientos para enlaces de red del proveedor de servicio

En esta fase se elabora un análisis de los requerimientos del enlace de red al proveedor de servicio entre la sede principal

**Fase V: Análisis de opciones de proveedores de servicio en cuanto a última milla**

- Características de los Proveedores de servicio (ISP) para servicios en cuanto a última milla.

**Fase VI: Análisis de protocolos de enrutamiento y simulación de la topología de red propuesta.**

- Análisis de los protocolos de enrutamiento adecuados para la topología de la red.
- Simulación de la topología de red propuesta aplicando Calidad de Servicio (QoS) y pruebas de enrutamiento.

En esta fase se efectúa un análisis detallado de la topología actual y propuesta para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, conformada, por la diagramación de la infraestructura de red. Se efectúa un análisis de los diferentes protocolos existentes y se selecciona el más adecuado para dichos entornos. Posteriormente, se aplica una simulación de la topología propuesta aplicando Calidad de Servicio (QoS) y pruebas de enrutamiento entre la sede principal y las sedes remotas.

## **Fase VII: Validación del Diseño de Infraestructura de Red**

- Elementos de validación de infraestructura de red para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria.
- Selección de los expertos a utilizar para la validación de la propuesta.
- Validación de la propuesta por el juicio de expertos.

## CAPITULO IV

### Presentación y Discusión de Resultados

#### Resultados de las Encuestas:

##### Docentes

**Pregunta 1.** ¿Considera usted que los servicios que proporciona la red universitaria deben ser clasificados en clases o grupos para establecer prioridades e identificar el tipo de servicio solicitado en la universidad?.

**Tabla 21.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°1 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 71    | 25    |
| Porcentaje (%) | 73.96 | 26.04 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 1.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 1 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos arrojan los datos esperados en lo que respecta a la definición de grupos o clases se hace necesario para definir las prioridades en los servicios de la red Universitaria.

**Pregunta 2.** ¿Cree usted importante para el funcionamiento eficiente de los servicios multimedia (llamadas, Videoconferencia y Bibliotecas Digitales) en la red universitaria la definición de prioridades por tipo de usuario para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 22.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°2 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 76    | 20    |
| Porcentaje (%) | 79.17 | 20.83 |

Nota: (Bonucci, 2016).



**Gráfico 2.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 2 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos arrojan los datos esperados en lo que respecta a la definición de prioridades por tipo de usuario en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria.

**Pregunta 3.** ¿Considera usted que los servicios que proporciona la red universitaria son eficientes en cuanto a la velocidad de acceso a los mismos?.

**Tabla 23.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°3 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 43    | 53    |
| Porcentaje (%) | 44.79 | 55.21 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 3.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 3 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

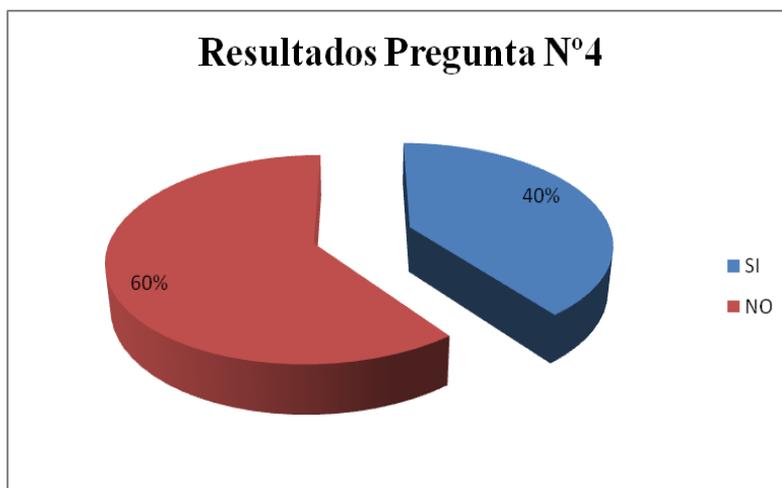
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que los usuarios están inconformes con la velocidad de acceso a los servicios de la red Universitaria por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 4.** ¿Cree usted que el servicio de Internet que proporciona la red de su Universidad debe ser optimizado en cuanto a su rendimiento?.

**Tabla 24.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°4 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 38    | 58    |
| Porcentaje (%) | 39.58 | 60.42 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 4.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 4 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que los usuarios consideran que el servicio de internet no debe ser optimizado, por lo que no se obtuvo el resultado esperado.

**Pregunta 5.** ¿Considera usted que los servicios que proporciona la red universitaria (Correo Electrónico, Control de Estudios, Internet, llamadas internas) presentan tiempos de respuesta eficientes por el uso de políticas adecuadas para dichos servicios?.

**Tabla 25.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 5 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 37    | 59    |
| Porcentaje (%) | 38.54 | 61.46 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 5.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 5 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que los usuarios están inconformes con tiempos de respuesta en los servicios que proporciona la red universitaria (Correo Electrónico, Control de Estudios, Internet, llamadas internas), por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 6.** ¿Considera usted importante que una clase en línea posea calidad de audio en vivo?

**Tabla 26.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 6 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 64    | 32    |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 6.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 6 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que los usuarios consideran importante que una clase en línea posea calidad de audio en vivo, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 7.** ¿Cree usted que los Entornos Virtuales de Educación a Distancia deben tratarse de forma preferencial en el acceso a los usuarios con respecto a otros servicios ofrecidos?

**Tabla 27.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 7 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 71    | 25    |
| Porcentaje (%) | 73.96 | 26.04 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 7.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 7 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que los usuarios consideran que los Entornos Virtuales de Educación a Distancia deben tratarse de forma preferencial en el acceso a los usuarios con respecto a otros servicios ofrecidos, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 8.** ¿Considera usted que las plataformas virtuales (Moodle, Sakai, Dokeos, entre otros) son utilizadas para actividades académicas en Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 28.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 8 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 69    | 27    |
| Porcentaje (%) | 71.88 | 28.13 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 8.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 8 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que los usuarios consideran que las plataformas virtuales (Moodle, Sakai, Dokeos, entre otros) son utilizadas para actividades académicas en Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 9.** ¿Cree usted que el servicio de Videoconferencia es importante para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 29.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 9 expresadas en porcentaje

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 33    | 63    |
| Porcentaje (%) | 34.38 | 65.63 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 9.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 9 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos usuarios (34%) consideran que el servicio de Videoconferencia para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria es importante más no imprescindible, por lo cual no se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 10.** ¿Considera usted relevante la incorporación de Bibliotecas Digitales para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 30.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 10 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 72    | 24    |
| Porcentaje (%) | 75.00 | 25.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 10.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 10 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los usuarios (75%) consideran que la incorporación de Bibliotecas Digitales para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria es importante, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 11.** ¿Cree usted que la incorporación del servicio de llamadas internas entre la sede central (Rectorado) y otra localidad perteneciente a la universidad es importante para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 31.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 11 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 30    | 66    |
| Porcentaje (%) | 31.25 | 68.75 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 11.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 11 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos usuarios (31%) consideran que la incorporación del servicio de llamadas internas entre la sede central (Rectorado) y otra localidad perteneciente a la universidad es relevante para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 12.** ¿Considera usted importante contar con suficiente cantidad de personas en soporte técnico para administrar adecuadamente los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 32.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 12 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 32    | 64    |
| Porcentaje (%) | 33.33 | 66.67 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 12.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 12 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

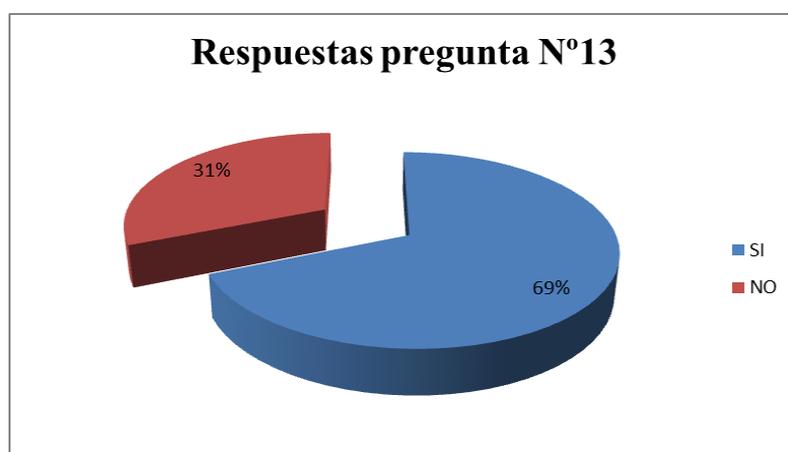
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos usuarios (33%) consideran relevante contar con suficiente cantidad de personas en soporte técnico para administrar adecuadamente los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 13.** ¿Considera usted de utilidad la incorporación de servicios multimedia y la interacción con otros servicios en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 33.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 13 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 66    | 30    |
| Porcentaje (%) | 68.75 | 31.25 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 13.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 13 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los usuarios (69%) consideran de utilidad la incorporación de servicios multimedia y la interacción con otros servicios en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 14.** ¿Considera usted necesario la incorporación de mejoras en la universidad en cuanto a plataforma tecnológica y de red?

**Tabla 34.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 14 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 36    | 60    |
| Porcentaje (%) | 37.50 | 62.50 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 14.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 14 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los usuarios (78%) consideran necesario la incorporación de mejoras en la universidad en cuanto a plataforma tecnológica y de red, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 15.** ¿Cree usted necesario la incorporación de equipos tecnológicos orientados a seguridad en la infraestructura de red universitaria?

**Tabla 35.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 15 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 36    | 60    |
| Porcentaje (%) | 37.50 | 62.50 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 15.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 15 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos usuarios (37%) consideran necesario la incorporación de equipos tecnológicos orientados a seguridad en la infraestructura de red universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 16.** ¿Considera usted necesario que el servicio de conectividad esté operativo permanentemente a los estudiantes y docentes de la sede central y otras localidades pertenecientes a la universidad para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 36.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 16 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 44    | 52    |
| Porcentaje (%) | 45.83 | 54.17 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 16.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 16 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

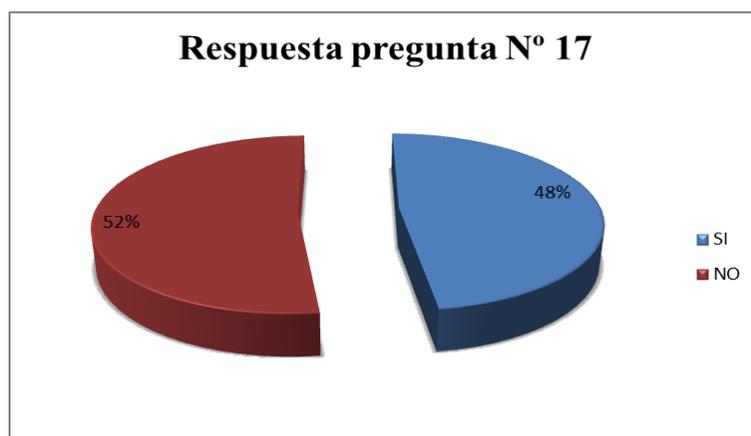
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos usuarios (46%) consideran necesario que el servicio de conectividad esté operativo permanentemente a los estudiantes y docentes de la sede central y otras localidades pertenecientes a la universidad para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 17.** ¿Cree usted conveniente contar con alternativas de conectividad en caso de fallas en algún sector de la red?

**Tabla 37.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 17 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 46    | 50    |
| Porcentaje (%) | 47.92 | 52.08 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 17.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 17 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

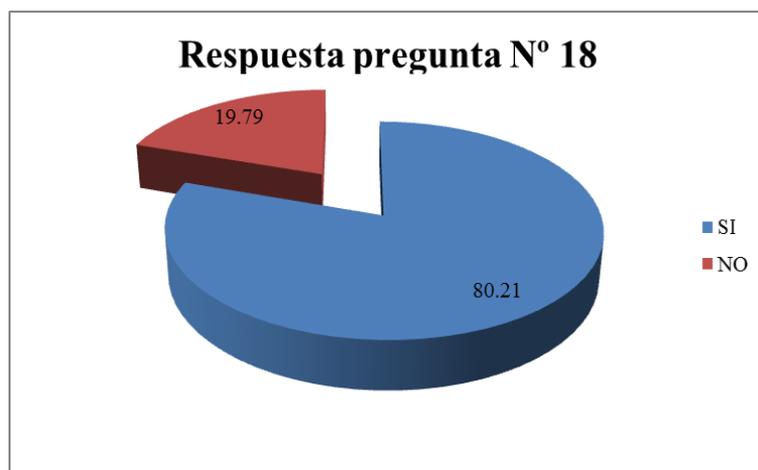
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos usuarios (48%) consideran conveniente contar con alternativas de conectividad en caso de fallas en algún sector de la red, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 18.** ¿Considera usted importante contar con una infraestructura que cumpla con normas y estándares para el funcionamiento de la red cableada?

**Tabla 38.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 18 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 77    | 19    |
| Porcentaje (%) | 80.21 | 19.79 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 18.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 18 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los usuarios (80%) considera importante contar con una infraestructura que cumpla con normas y estándares para el funcionamiento de la red cableada, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 19.** ¿Cree usted importante contar con equipos que soporten la demanda de cantidad de usuarios actual y futura?

**Tabla 39.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 19 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 75    | 21    |
| Porcentaje (%) | 78.13 | 21.88 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 19.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 19 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la gran mayoría de los usuarios (78%) considera importante contar con equipos que soporten la demanda de cantidad de usuarios actual y futura, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

### Técnicos expertos en telecomunicaciones

**Pregunta 1.** ¿Considera usted que la administración de congestión, es uno de los principales Mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en las redes datos?

**Tabla 40.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 1 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 20.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 1 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que una amplia mayoría de técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) reconoce que la

administración de congestión, es uno de los principales mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en las redes datos, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 2.** ¿Considera usted que la red de su Universidad necesita la aplicación de Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) caracterizados por la Clasificación, Marcado y Administración de Congestión, Eficiencia del Enlace, Políticas y Alisado, Retardo del Enlace en su infraestructura de red?

**Tabla 41.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 2 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 21.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 2 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) consideran necesario la aplicación

de Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) caracterizados por la Clasificación, Marcado y Administración de Congestión, Eficiencia del Enlace, Políticas y Alisado, Retardo del Enlace en la infraestructura de red universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted necesario la aplicación del Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ) para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en la red de su Universidad?

**Tabla 42.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 3 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 22.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 3 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) consideran necesario la

aplicación del Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ) para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en la red universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 4.** ¿Considera usted necesario un Análisis de Confiabilidad, Retardo, Fluctuación y Ancho de Banda de los enlaces de red para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en la red de su Universidad?

**Tabla 43.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 4 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 23.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 4 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) consideran necesario un Análisis de Confiabilidad, Retardo, Fluctuación y Ancho de Banda de los enlaces

de red para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en la universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 5.** ¿Considera usted que los mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) existentes (Clasificación, Mercado y Administración de Congestión, Eficiencia del Enlace, Políticas y Alisado, Retardo del Enlace) para las redes de datos pueden ser aplicables en la red de su Universidad?

**Tabla 44.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 5 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 24.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 5 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) consideran que los

mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) existentes (Clasificación, Marcado y Administración de Congestión, Eficiencia del Enlace, Políticas y Alisado, Retardo del Enlace) para las redes de datos pueden ser aplicables en la red universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 6.** ¿Actualmente en su Universidad se ejecutan Actividades relacionadas con Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 45.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 6 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 25.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 6 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) consideran que en las redes

universitarias se ejecutan actividades relacionadas con Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 7.** ¿Está contemplado en la red de su Universidad la realización de Cátedras y/o Carreras Universitarias bajo Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 46.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 7 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 5     | 2     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



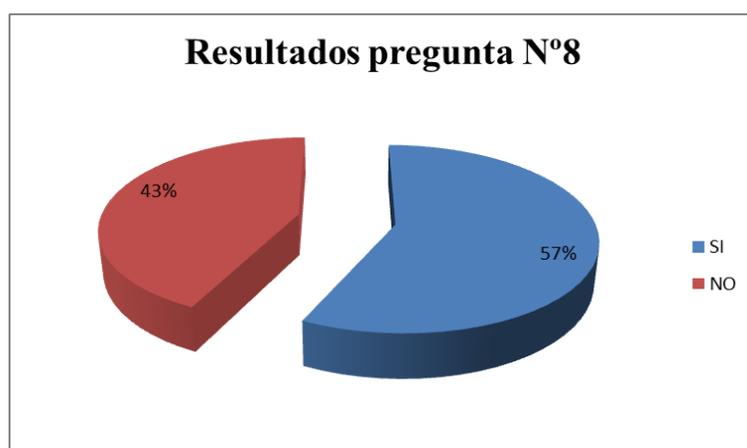
**Gráfico 26.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 7 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

**Pregunta 8.** ¿En la Infraestructura de la red de su Universidad se encuentran implementados Manejadores de Contenido para Actividades en Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 47.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 8 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 4     | 3     |
| Porcentaje (%) | 57.14 | 42.86 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 27.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 8 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que un gran número de técnicos expertos en telecomunicaciones (57%) establecen que en la red de su Universidad se encuentran implementados Manejadores de Contenido para Actividades en Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 9.** ¿Reconoce usted que la red de su Universidad cuenta con plataformas integradas de VOIP, Datos y Videoconferencia para Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 48.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 9 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 28.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 9 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que un grupo de técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) concuerdan que la red de su Universidad cuenta con plataformas integradas de VOIP, Datos y Videoconferencia para Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 10.** ¿Cree usted que las plataformas integradas de Videoconferencia, VOIP, Bibliotecas Digitales son necesarias para Entonos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 49.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 10 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 3     | 4     |
| Porcentaje (%) | 42.86 | 57.14 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 29.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 10 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que un grupo de técnicos expertos en telecomunicaciones (43%) concuerdan que las plataformas integradas de Videoconferencia, VOIP, Bibliotecas Digitales son necesarias para Entonos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 11.** ¿Cree usted que la red de su Universidad cuenta con la capacidad en hardware necesario para prestar servicios de VOIP, Datos y Videoconferencia en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 50.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 11 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 3     | 4     |
| Porcentaje (%) | 42.86 | 57.14 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 30.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 11 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que un grupo de técnicos expertos en telecomunicaciones (43%) concuerdan que la red de su Universidad cuenta con la capacidad en hardware necesario para prestar servicios de VOIP, Datos y Videoconferencia en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 12.** ¿Considera usted que los equipos de la red de su Universidad cuentan con la capacidad en hardware necesario para brindar servicios de VOIP, Datos y Videoconferencia en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 51.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 12 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 31.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 12 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) consideran que los equipos de la red de su Universidad cuentan con la capacidad en hardware necesario para brindar servicios de VOIP, Datos y Videoconferencia en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 13.** ¿Considera usted que los equipos de la red de su Universidad cuentan con soporte al Protocolo de reserva de recursos RSVP?

**Tabla 52.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 13 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 3     | 4     |
| Porcentaje (%) | 42.86 | 57.14 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 32.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 13 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos técnicos expertos en telecomunicaciones (43%) consideran que los equipos de la red de su Universidad cuentan con soporte al Protocolo de reserva de recursos RSVP, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 14.** ¿Cree usted que el protocolo de reserva de recursos RSVP es utilizado en la red de su Universidad?

**Tabla 53.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 14 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 33.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 14 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) consideran que los equipos de la red de su Universidad cuentan con soporte al Protocolo de reserva de recursos RSVP, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 15.** ¿Cree usted que en la Infraestructura de la red de su Universidad presenta redundancia en los enlaces de red para garantizar la disponibilidad de los servicios para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 54.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 15 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 5     | 2     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 34.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 15 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (71%) consideran que en la infraestructura de la red de su Universidad presenta redundancia en los enlaces de red para garantizar la disponibilidad de los servicios para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 16.** ¿Considera usted que la red de su Universidad cuenta con la cantidad de personal técnico necesario que brinde soporte a Entornos Virtual de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 55.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 16 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 5     | 2     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 35.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 16 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (71%) consideran que la red de su Universidad cuenta con la cantidad de personal técnico necesario que brinde soporte a Entornos Virtual de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 17.** ¿Actualmente en la red de su Universidad el servicio de llamadas mediante la tecnología VOIP se encuentra disponible para docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 56.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 17 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 7      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 36.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 17 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

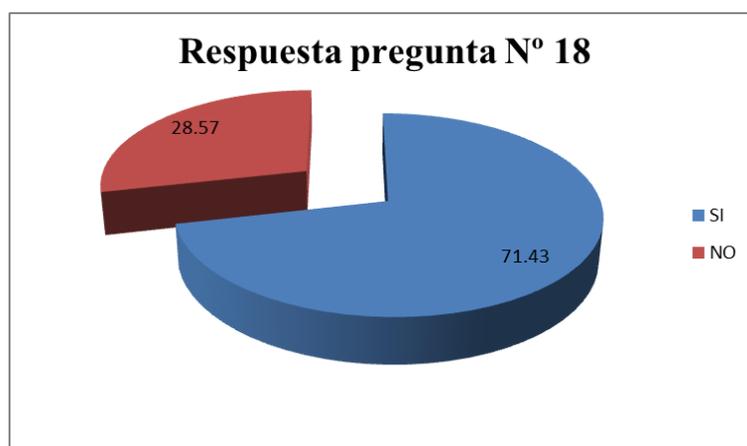
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones (100%) consideran que en la actualidad, el servicio de llamadas mediante la tecnología VOIP se encuentra disponible para docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 18.** ¿Actualmente en la red de su Universidad el servicio de Videoconferencias se encuentra disponible para los docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 57.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 18 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 5     | 2     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 37.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 18 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

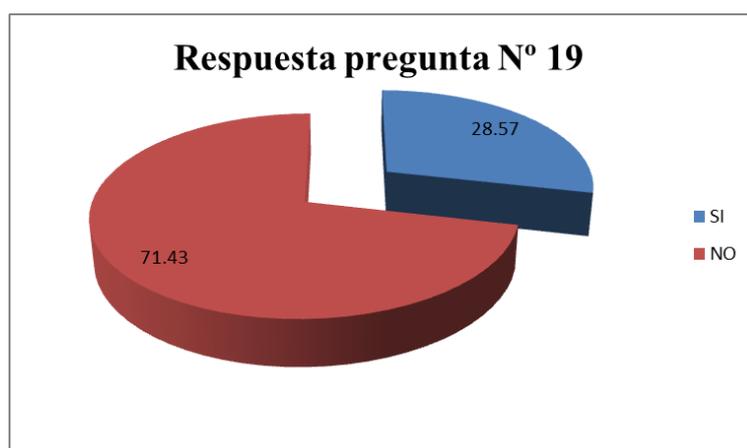
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayor parte de los técnicos expertos en telecomunicaciones (71%) consideran que el servicio de Videoconferencias se encuentra disponible para los docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 19.** ¿Considera usted que su Universidad cuenta con Bibliotecas Digitales para los docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 58.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 19 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 38.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 19 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

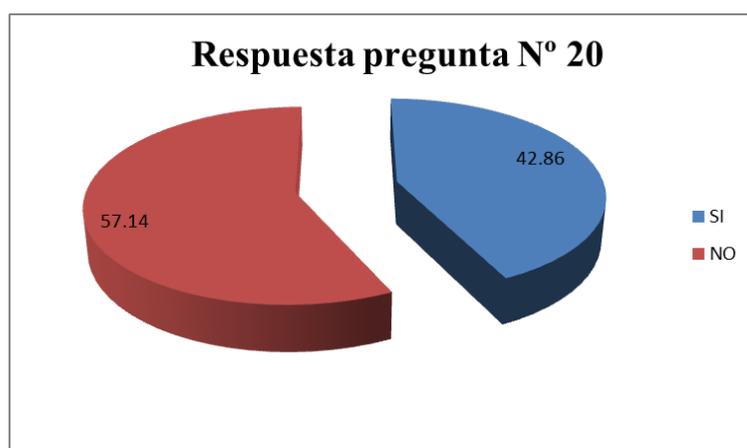
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) consideran que su universidad cuenta con Bibliotecas Digitales para los docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 20.** ¿Considera usted que su Universidad cuenta con Bibliotecas Digitales para los docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 59.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 20 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 3     | 4     |
| Porcentaje (%) | 42.86 | 57.14 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 39.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 20 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que un gran grupo de técnicos expertos en telecomunicaciones (43%) consideran que su universidad cuenta con Bibliotecas Digitales para los docentes y estudiantes en las actividades académicas dentro de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 21.** ¿Cree usted que es importante el uso de VOIP en las plataformas virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 60.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 21 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 6     | 1     |
| Porcentaje (%) | 85.71 | 14.29 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 40.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 21 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

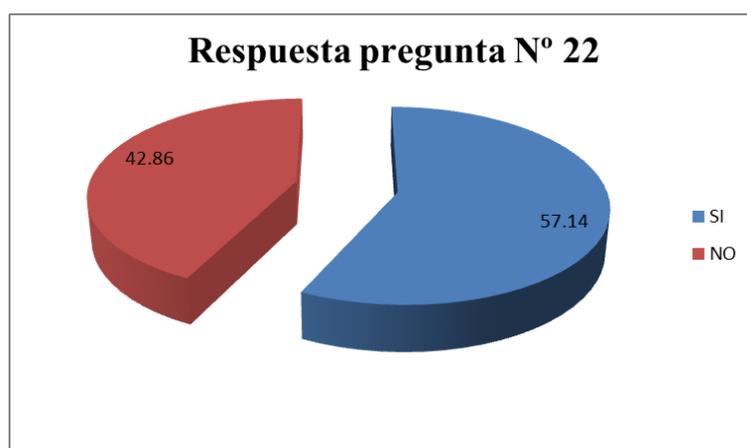
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (86%) consideran que es importante el uso de VOIP en las plataformas virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 22.** ¿Considera usted útil la incorporación de servicios multimedia y la interacción con otros servicios en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 61.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 22 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 4     | 3     |
| Porcentaje (%) | 57.14 | 42.86 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 41.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 22 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

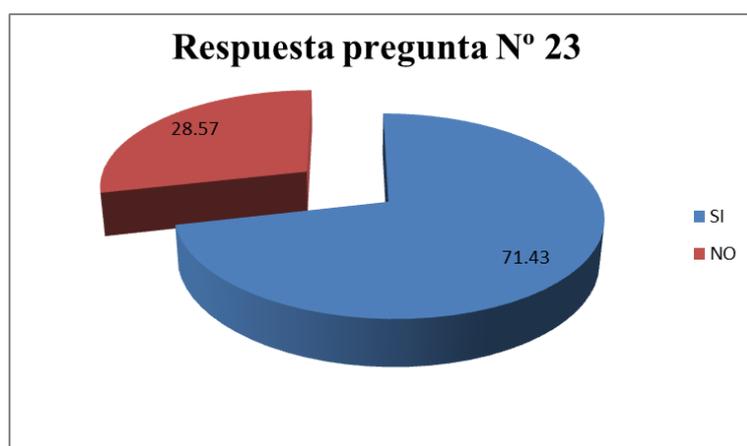
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que un gran grupo de técnicos expertos en telecomunicaciones (57%) consideran útil la incorporación de servicios multimedia y la interacción con otros servicios en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 23.** ¿Considera usted que la red de su Universidad necesita de una Infraestructura de red bajo enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 62.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 23 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 3     | 4     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 42.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 23 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

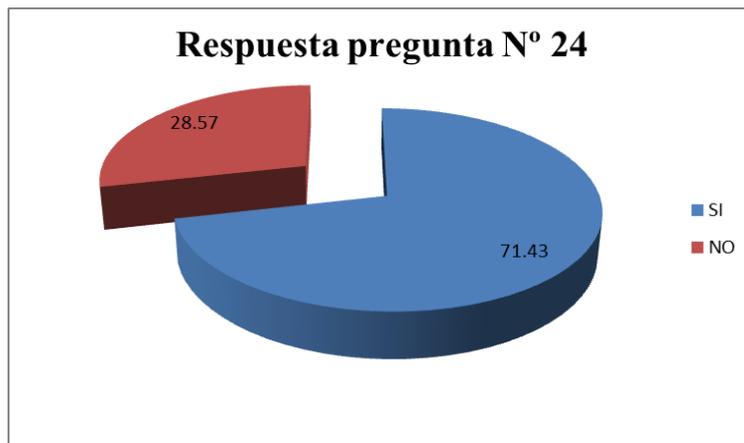
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (71%) consideran que su universidad necesita de una Infraestructura de red bajo enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 24.** ¿Considera usted pertinente el uso de enrutadores entre los nodos principales de la red de datos y los clientes en la localidad remota?

**Tabla 63.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 24 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 5     | 2     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 43.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 24 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (71%) consideran pertinente el uso de enrutadores entre los nodos principales de la red de datos y los clientes en la localidad remota, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 25.** ¿Cree usted necesario la incorporación de firewalls para otorgar niveles de seguridad en la infraestructura de red en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 64.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 25 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 7      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 44.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 25 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

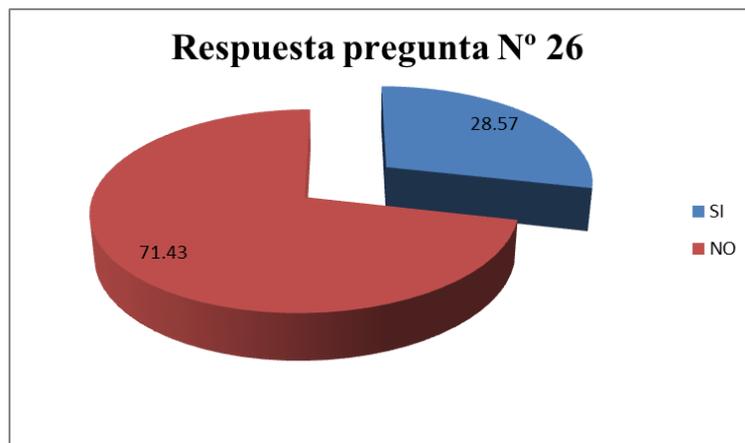
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones (100%) consideran necesario la incorporación de firewalls para otorgar niveles de seguridad en la infraestructura de red en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 26.** ¿Considera usted que el uso de conmutadores permite otorgar un filtro en la red, mejorando el rendimiento y la seguridad de las conexiones al provocar una fusión de éstas?

**Tabla 65.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 26 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 45.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 26 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

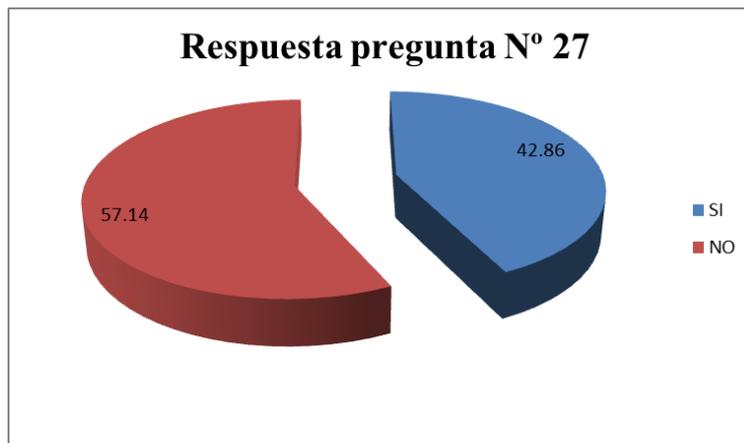
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar algunos técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) consideran necesario el uso de conmutadores para otorgar un filtro en la red, mejorando el rendimiento y la seguridad de las conexiones al provocar una fusión de éstas, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 27.** ¿Considera usted pertinente el uso de enlaces de red para troncales bajo la tecnología “MetroEthernet” del estándar IEEE 802.3?

**Tabla 66.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 27 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 3     | 4     |
| Porcentaje (%) | 42.86 | 57.14 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 46.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 27 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

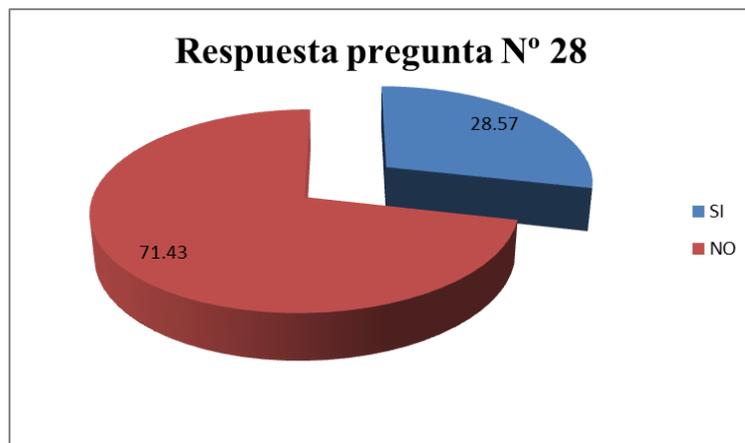
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar una parte de los técnicos expertos en telecomunicaciones (43%) consideran pertinente el uso de enlaces de red para troncales bajo la tecnología “MetroEthernet” del estándar IEEE 802.3, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 28.** ¿Cree usted que una organización adecuada de acuerdo a la selección del tipo de cableado de red otorgará beneficios a la infraestructura de red de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 67.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 28 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 47.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 28 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

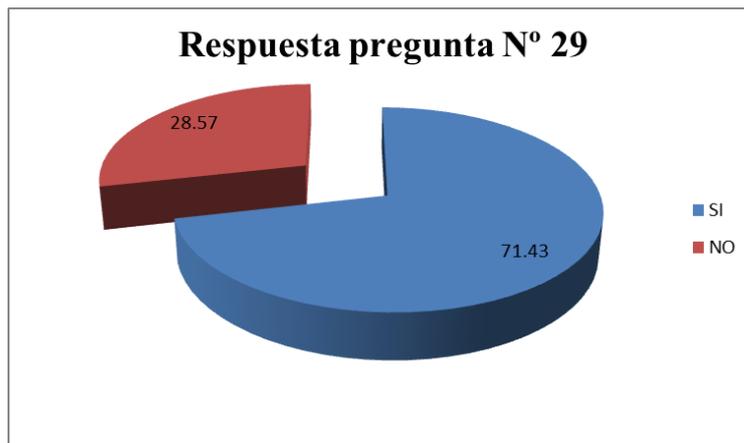
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar una parte de los técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) consideran que una organización adecuada del tipo de cableado de red otorgará beneficios a la infraestructura de red de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 29.** ¿Considera usted que las topologías de red Malla y Estrella son utilizadas en las redes de datos universitarias?

**Tabla 68** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 29 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 5     | 2     |
| Porcentaje (%) | 71.43 | 28.57 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 48.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 29 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

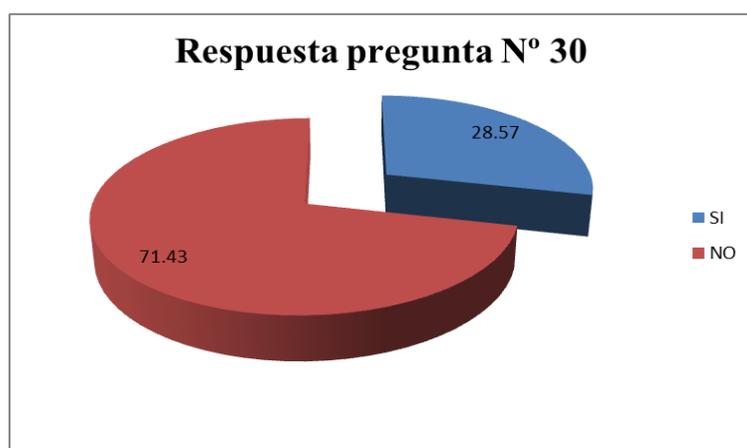
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones (71%) consideran que las topologías de red Malla y Estrella son utilizadas en las redes de datos universitarias, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 30.** ¿Cree usted que un tipo de Direccionamiento IP adecuado permitirá la escalabilidad de la red con soporte optimizado para nuevas opciones y agregados en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 69.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 30 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 5     |
| Porcentaje (%) | 28.57 | 71.43 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 49.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 30 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que algunos técnicos expertos en telecomunicaciones (29%) consideran que un tipo de Direccionamiento IP adecuado permitirá la escalabilidad de la red con soporte optimizado para nuevas opciones y agregados en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

## **Técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria**

**Pregunta 1.** ¿Considera usted que la administración de congestión, es uno de los principales Mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en las redes datos?

**Tabla 70.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 1 expresadas en porcentaje.

| <b>Alternativas</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
|-----------------------|-----------|-----------|
| <b>Frecuencia</b>     | 2         | 1         |
| <b>Porcentaje (%)</b> | 66.67     | 33.33     |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 50.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 1 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que gran parte de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) resaltan que la administración de congestión, es uno de los

principales Mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en las redes datos, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 2.** ¿Cree usted que la aplicación de Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) proporcionará beneficios en el rendimiento de los servicios de las redes de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 71.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 2 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 51.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 2 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual

universitaria (100%) creen que la aplicación de Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) proporcionará beneficios en el rendimiento de los servicios de las redes de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted beneficioso la aplicación del Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ) para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 72.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 3 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 52.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 3 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) creen beneficioso la aplicación del Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ) para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 4.** ¿Considera usted necesario un Análisis de Confiabilidad, Retardo, Fluctuación y Ancho de Banda de los enlaces de red para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en las redes de datos universitarias?

**Tabla 73.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 4 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 53.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 4 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que gran parte de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera necesario un análisis de confiabilidad, retardo, fluctuación y ancho de Banda de los enlaces de red para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en las redes de datos universitarias, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 5.** ¿Considera usted que los mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) existentes para las redes de datos pueden ser aplicables en las redes de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 74.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 5 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 54.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 5 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera que los mecanismos para garantizar Calidad de Servicio (QoS) existentes para las redes de datos pueden ser aplicables en las redes de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 6.** ¿Cree usted que una administración de ancho de banda eficiente en los servicios de Videoconferencia, VOIP y bibliotecas digitales mejoraría Calidad de Servicio en los enlaces de la red para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 75.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 6 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 55.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 6 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) cree que una administración de ancho de banda eficiente en los servicios de Videoconferencia, VOIP y bibliotecas digitales mejoraría Calidad de Servicio en los enlaces de la red para los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 7.** ¿Considera usted necesario el uso de Manejadores de Contenido para Actividades en Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 76.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 7 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 56.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 7 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera necesario el uso de Manejadores de Contenido para Actividades en Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 8.** ¿Cree usted que las plataformas integradas de Videoconferencia, VOIP y bibliotecas digitales son necesarias para Entornos de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 77.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 8 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 57.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 8 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) cree que las plataformas integradas de Videoconferencia, VOIP y bibliotecas digitales son necesarias para Entornos de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 9.** ¿Cree usted pertinente la utilización de una Central telefónica con capacidad VOIP para el control y administración del tráfico de voz en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 78.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 9 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 58.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 9 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera pertinente la utilización de una Central telefónica con capacidad VOIP para el control y administración del tráfico de voz en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 10.** ¿Considera usted necesario la utilización del Protocolo de reserva de recursos RSVP en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 79.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 10 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 59.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 10 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera necesario la utilización del Protocolo de reserva de recursos RSVP en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 11.** ¿Cree usted que es necesario la incorporación del servicio de Videoconferencias en un Entorno Virtual de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 80.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 11 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 60.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 11 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera necesario la utilización del Protocolo de reserva de recursos RSVP en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 12.** ¿Considera usted relevante la presencia del servicio de Bibliotecas Digitales en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 81.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 12 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 61.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 12 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera relevante la presencia del servicio de Bibliotecas Digitales en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 13.** ¿Cree usted que la redundancia en los enlaces de red contribuiría a dar continuidad de servicio de red de datos en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria en caso de fallas del enlace principal?

**Tabla 82.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 13 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 62.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 13 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) cree que la redundancia en los enlaces de red contribuiría a dar continuidad de servicio de red de datos en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria en caso de fallas del enlace principal, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 14.** ¿Reconoce usted que es importante el uso de VOIP en las plataformas virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 83.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 14 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 63.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 14 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

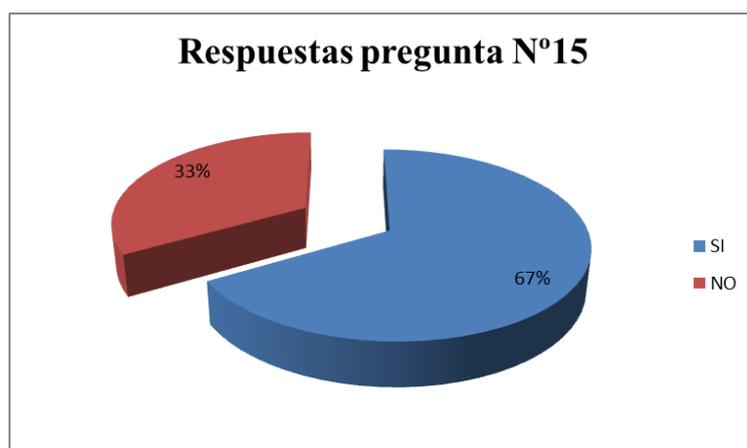
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) reconoce que es importante el uso de VOIP en las plataformas virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 15.** ¿Considera usted importante contar con suficiente cantidad de personas en soporte técnico para administrar adecuadamente los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 84.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 15 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 64.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 15 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera importante contar con suficiente cantidad de personas en soporte técnico para administrar adecuadamente los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 16.** ¿Considera usted útil la incorporación de servicios multimedia para la interacción con otros servicios en Entornos de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 85.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 16 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 65.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 16 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

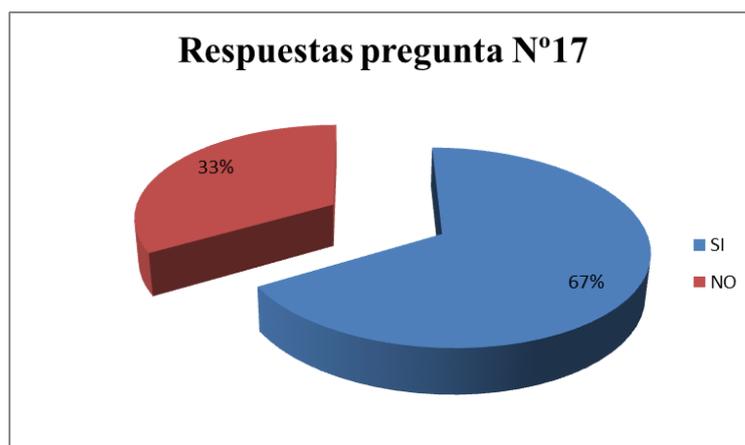
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera usted útil la incorporación de servicios multimedia para la interacción con otros servicios en Entornos de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 17.** ¿Considera usted pertinente el uso de enrutadores entre los nodos principales de la red de datos universitaria y los clientes de la sede remota en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 86.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 17 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 66.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 17 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera pertinente el uso de enrutadores entre los nodos principales de la red de datos universitaria y los clientes de la sede remota en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 18.** ¿Cree usted necesario la configuración de enrutamiento dinámico en los equipos de red entre una sede central de una universidad y sus sedes remotas para Entornos Virtuales de Educación Universitaria?

**Tabla 87.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 18 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 67.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 18 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

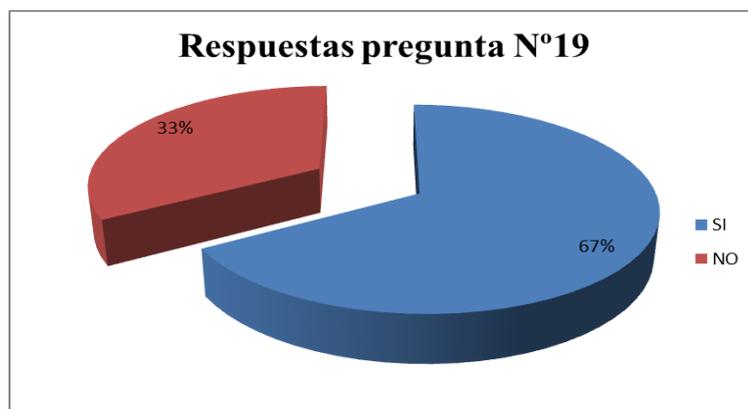
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) cree necesario una configuración de enrutamiento dinámico en los equipos de red entre una sede central de una universidad y sus sedes remotas para Entornos Virtuales de Educación Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 19.** ¿Cree usted necesario la incorporación de firewalls para proporcionar niveles de seguridad en la infraestructura de red entre una sede central de una universidad y sus sedes remotas para Entornos Virtuales de Educación Universitaria?

**Tabla 88.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 19 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 68.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 19 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera necesario la incorporación de firewalls para proporcionar niveles de seguridad en la infraestructura de red entre una sede central de una universidad y sus sedes remotas para Entornos Virtuales de Educación Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 20.** ¿Considera usted necesario la comunicación entre segmentos de red de datos en Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 89.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 20 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 1     | 2     |
| Porcentaje (%) | 33.33 | 66.67 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 69.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 20 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

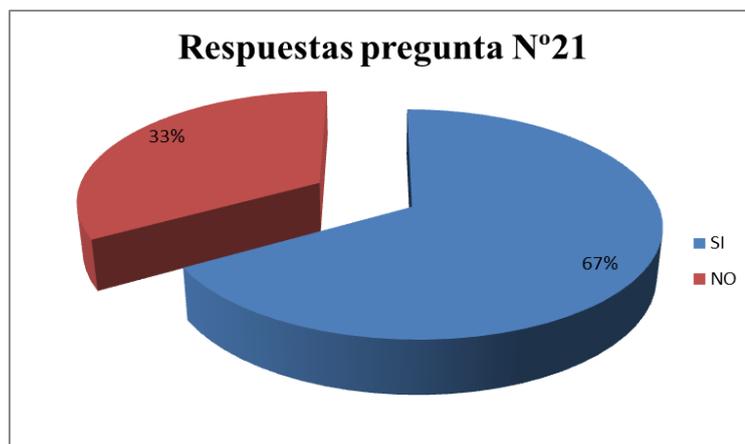
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera que no necesariamente debe existir la comunicación entre segmentos de red de datos en Entornos Virtuales de Educación a Distancia.

**Pregunta 21.** ¿Reconoce usted que el uso de conmutadores administrables y con capacidad de VLAN permite mejorar la gestión de la red local y remota?

**Tabla 90.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 21 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 70.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 21 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) reconoce que el uso de conmutadores administrables y con capacidad de VLAN permite mejorar la gestión de la red local y remota, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 22.** ¿Considera usted pertinente el uso de enlaces de red troncales bajo la tecnología “MetroEthernet” del estándar IEEE 802.3 entre la sede principal de una red de datos y sus sedes remotas para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 91.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 22 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 71.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 22 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

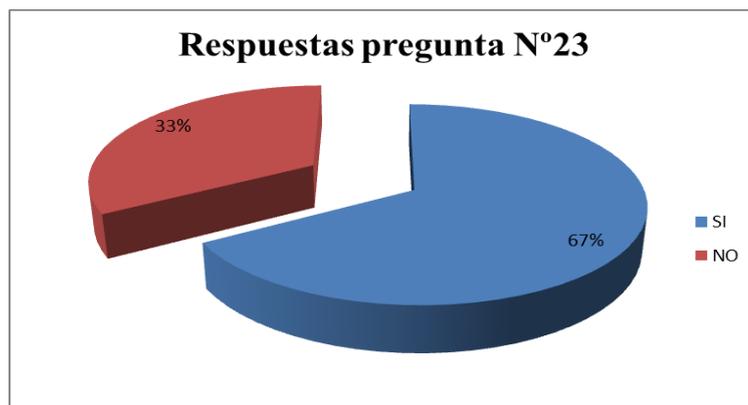
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) considera pertinente el uso de enlaces de red troncales bajo la tecnología “MetroEthernet” del estándar IEEE 802.3 entre la sede principal de una red de datos y sus sedes remotas para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 23.** ¿Cree usted que una organización adecuada de acuerdo a la selección del tipo de cableado de red otorgará beneficios a la infraestructura de red de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 92.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 23 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 72.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 23 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

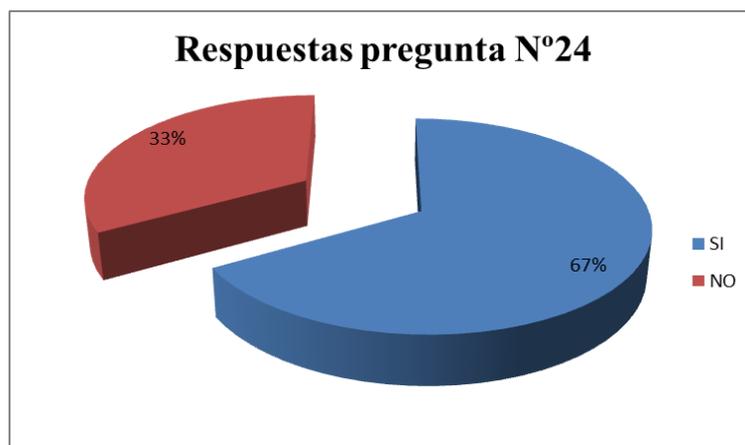
Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) cree que una organización adecuada de acuerdo a la selección del tipo de cableado de red otorgará beneficios a la infraestructura de red de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 24.** ¿Considera usted que las topologías de red Malla y Estrella son utilizadas en las redes de datos universitarias para Entornos Virtuales de Educación a Distancia?

**Tabla 93.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 24 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI    | NO    |
|----------------|-------|-------|
| Frecuencia     | 2     | 1     |
| Porcentaje (%) | 66.67 | 33.33 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 73.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 24 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la mayoría de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (67%) considera que las topologías de red Malla y Estrella son utilizadas en las redes de datos universitarias para Entornos Virtuales de Educación a Distancia, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

**Pregunta 25.** ¿Cree usted que un tipo de Direccionamiento IP adecuado permitirá la escalabilidad de la red y soporte optimizado para nuevas opciones y agregados en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria?

**Tabla 94.** Frecuencia de las alternativas de la pregunta N° 25 expresadas en porcentaje.

| Alternativas   | SI     | NO   |
|----------------|--------|------|
| Frecuencia     | 3      | 0    |
| Porcentaje (%) | 100.00 | 0.00 |

**Fuente:** El autor (2016)



**Gráfico 74.** Frecuencias de las alternativas de la pregunta N° 25 en porcentaje. *Nota.* Bonucci (2016).

Los resultados obtenidos en esta pregunta se puede observar que la totalidad de los técnicos expertos en telecomunicaciones y educación a distancia virtual universitaria (100%) cree que un tipo de Direccionamiento IP adecuado permitirá la escalabilidad de la red y soporte optimizado para nuevas opciones y agregados en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, por lo cual se obtuvo un resultado esperado.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DEL ESTUDIO**

#### **Justificación**

El Diseño de la Infraestructura Tecnológica de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas propuesto representa para esta investigación un aporte a las Universidades Públicas Nacionales, puesto que se elabora un Diseño de Infraestructura de red para optimizar los servicios prestados en las redes universitarias bajo Entornos Virtuales de Educación a Distancia, permitiendo la administración de forma oportuna y eficiente de los servicios de VOIP, Bibliotecas Digitales y Videoconferencias en dichos entornos.

En este sentido, la presente investigación, cuenta con elementos significativos en cuanto a las necesidades de las Infraestructuras de red Universitarias que permitieron la elaboración de dicha investigación. Así mismo, representa un aporte a la Gestión de Calidad de Servicio (QoS) bajo Entornos Virtuales de Educación a Distancia en cuanto a su estructura y funcionamiento.

Por otra parte, para la elaboración de esta investigación el caso de estudio de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO) permitió obtener información precisa mediante el juicio de los expertos del personal de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO) y otras universidades como la Universidad de los Andes (ULA) y Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA),

quienes apoyaron la propuesta, debido a la necesidad de incorporar a las redes universitarias mecanismos para la administración eficiente de los recursos de red que garanticen la Calidad de Servicio (QoS) en las cátedras y/o carreras universitarias que se dictan en la universidades públicas venezolanas a través de Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, utilizando tecnología actualizada y de vanguardia.

### **Descripción de la Propuesta**

El Diseño de la Infraestructura Tecnológica de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas, se desarrolla, con el propósito de resolver los problemas existentes de congestión y retardos de la red para los servicios de VOIP, Bibliotecas Digitales y Videoconferencia que se disponen en los enlaces de red existentes entre sedes centrales y remotas que pertenezcan a una misma universidad.

Destacando que, en el desarrollo de esta investigación se utilizó información documental, normas y estándares internacionales de la UIT-T, IEEE y RFC en el área de telecomunicaciones que sirven como base para su elaboración.

### **Desarrollo de la Propuesta**

Para la elaboración del Diseño de la Infraestructura Tecnológica de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas se procedió a efectuar un análisis detallado de las Infraestructura actual de las redes de datos universitarias utilizando el caso de estudio de la Universidad Nacional Experimental Politécnica

“Antonio José de Sucre” (UNEXPO), con la finalidad de obtener información base para la elaboración de esta investigación.

En este sentido, para el estudio se definieron siete (7) etapas que fueron definidas en el capítulo anterior, y estas se desarrollan a continuación:

### **Fase I: Determinar los componentes de red para una Infraestructura de la red en Entornos Virtuales Universitarios**

En el desarrollo de la investigación, se analizaron los componentes que conforman la red universitaria actual, la topología de red conformada por la arquitectura física y lógica, entidades de red, los servicios que presta a los usuarios, así como el rendimiento de dichos servicios y otros elementos como el cableado y direccionamiento IP, enrutamiento, redundancia de los enlaces y segmentación de la red de datos.

#### **Análisis de los componentes de red de la infraestructura de red de datos actual de la sede central**

Los componentes que componentes de la red de datos están clasificados en:

##### **Arquitectura Física**

La arquitectura física permite una forma de transporte de la información de los procesos relacionados con la administración de las redes de telecomunicación. Y estas se clasifican en:

##### **Estructura de la Red:**

##### **Componentes Físicos**

Lo conforman el Hardware de la red de datos. Las especificaciones técnicas de los equipos que conforman el caso de estudio de la red UNEXPO son los siguientes:

**Tabla 95.** Componentes físicos de la red de datos actual

| Nombre                                 | Entidad            | Estado   | Fabricante    | Ubicación   | Tipo                  | Modelo                        | Sistema Operativo                | Procesador             | Componentes - Tipo de memoria | Componentes - Memoria (MB) | Componentes - Disco Duro (GB) | Virtualización | Sistema Operativo de Virtualización |
|--|--------------------|----------|---------------|---|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 3Com Baseline Switch                   | Unexpo             | Activo   | 3com          | Edif. Central > Primer piso   | Switch                | 3Com 2928                     | 3com Software                    |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| 3Com Baseline Switch                   | Unexpo             | Activo   | 3com          | Edif. Central > Primer piso   | Switch                | 3Com 2928                     | 3com Software                    |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| 3Com Baseline Switch / Personal-VRBqto | Unexpo             | Activo   | 3com          | Edif. Central > Primer piso   | Switch                | 3Com 2928                     | 3com Software                    |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Router-Principal-Una xpo.unexpo.edu.ve | Unexpo             | Activo   | Cisco Systems | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores   | Router                | c2811                         | Cisco IOS                        |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Switch 12 Presupuesto-UNCS-UNCP        | Unexpo > Rectorado | Activo   | 3com          | Edif. Central > Planta Baja > Oficina Central de Presupuesto  | Switch                | Super Stack switch 3824       | 3com Software                    |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Baseline Switch / Paunexpo             | Unexpo > Rectorado | Activo   | 3com          | Antiguo Galpón de PAUNEXPO  | Switch                | Baseline switch 2924 SFP Plus | 3com Software                    |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Sitch 24 Paunexpo                      | Unexpo > Rectorado | Activo   | D-Link        | Antiguo Galpón de PAUNEXPO > Oficina Central de Tecnología y Servicios de Información                               | Switch                | Des-3226S                     | D-Link Software                  |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Super Stack Switch / CCPS4             | Unexpo > Rectorado | Activo   | 3com          | Edif. Central > Primer piso   | Switch                | Super Stack switch 3824       |                                  |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Cisco Catalyst Switch                  | Unexpo             | Activo   | Cisco Systems | Edif. Central > Primer piso >   | Switch Capa 3 (VLAN - | Cisco Catalyst 4530           | Cisco IOS                        |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| 3Com Switch-Principal.unex             | Unexpo             | Activo   | 3com          | Edif. Central > Primer piso   | Switch                |                               |                                  |                        |                               |                            |                               |                |                                     |
| Servidor Web / Lejania                 | Unexpo             | Inactivo | Dell Inc.     | Unexpo > Rectorado > Despacho del(a) Rector(a) > Oficina Central de Tecnología y Servicios de Información > Lejania | Servidor Tipo Rack    | Optiplex 755                  | Debian GNU/Linux 6.0.4 (squeeze) |                        |                               |                            |                               | Si             | Xenver Server 6.5                   |
| Central IP-PBX VOIP                    | Unexpo             | Activo   | Xorcom        | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores   | Servidor Tipo Rack    | Xorcom 3000                   | Asterisk v1.8 (Elastix™ v2.2x)   | Intel Core 2 Duo E8400 |                               | 1 GB                       | 250 GB                        | No             |                                     |

Continúa...

|  |        |        |   |   |                         |                     |                      |  |  |  |  |  |    |                   |
|--|--------|--------|---|---|-------------------------|---------------------|----------------------|--|--|--|--|--|----|-------------------|
| Servidor Web / Portales                            | Unexpo | Activo | IBM   | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | System X3650 M4     | Debian GNU/Linux 7.3 |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Web / Sistemas                            | Unexpo | Activo | IBM   | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | System X3650 M4     | Debian GNU/Linux 7.3 |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Web / Desarrollo                          | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantDL380 G7 | Debian GNU/Linux 7.3 |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Web Vrbqto                                | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantDL380 G4 | Debian GNU/Linux 7.3 |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Web URACE                                 | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Sobremesa | HP ProLiantML350    | Windows Server 2003  |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor DNS Público #1 / Bloque IP CANTV          | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantML350    | Debian GNU/Linux 7.3 |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor DNS Público #1 / Bloque IP REACCTUN       | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantML350    | Debian GNU/Linux 7.3 |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Sensor de Temperatura                              | Unexpo | Activo | Proyecto de Grado Estudiante Electrónica UNEXPO | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores |                         |                     |                      |  |  |  |  |  |    |                   |
| Videoconferencia PASSPORT                          | Unexpo | Activo | Passport  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores |                         |                     |                      |  |  |  |  |  |    |                   |
| Servidor Active Directory / DHCP / DNS - Rectorado | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantDL380 G4 | Windows Server 2003  |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Active Directory / DHCP / DNS - Rectorado | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantDL380 G4 | Windows Server 2003  |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Active Directory / DHCP / DNS - Vrbqto    | Unexpo | Activo | HP  | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack      | HP ProLiantDL380 G4 | Windows Server 2003  |  |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |

Continúa...

|  |        |        |           |   |  |                     |                            |  |  |  |  |    |                   |
|--|--------|--------|-----------|---|--|---------------------|----------------------------|--|--|--|--|----|-------------------|
| Servidor Sistema Administrativo Integrado (SAI)              | Unexpo | Activo | HP        | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack                               | HP ProLiantDL380 G5 | Windows Server 2003        |  |  |  |  | No |                   |
| Servidor Nómina  | Unexpo | Activo | IBM       | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack                               | System X3650 M4     | Windows Server 2003        |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Archivos  | Unexpo | Activo | HP        | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack                               | HP ProLiantDL380 G5 | Windows Server 2003        |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Repositorio GNU/Linux (Ubuntu, Canaima, VirtualBox) | Unexpo | Activo | Dell Inc. | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Sobremesa                          | Dell PowerEdge T320 | Ubuntu Server              |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Proxy Rectorado                                     | Unexpo | Activo | IBM       | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Rack                               | System X3650 M4     | Debian GNU/Linux 8 (Jesse) |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Servidor Proxy VRBqto  | Unexpo | Activo | Dell Inc. | Edif. Central > Primer piso > Cuarto Servidores | Servidor Tipo Sobremesa                          | PC Desktop          | Debian GNU/Linux 8 (Jesse) |  |  |  |  | No |                   |
| Servidor Backup / Lejania                                    | Unexpo | Activo | HP        | Quinta Lejania > Primer Piso                    | Servidor Tipo Rack                               | HP ProLiantDL380    | Windows Server 2003        |  |  |  |  | Si | Xenver Server 6.5 |
| Antena WLAN Ubiquity   | Unexpo | Activo | Ubiquity  | Quinta Lejania > Primer Piso                    | Antena inalámbrica punto a punto (bidireccional) | Nanostation M5      | Ubiquity Software          |  |  |  |  |    |                   |
| Antena WLAN Ubiquity   | Unexpo | Activo | Ubiquity  | Edif. Central > Primer piso                     | Antena inalámbrica punto a punto (bidireccional) | Nanostation M5      | Ubiquity Software          |  |  |  |  |    |                   |

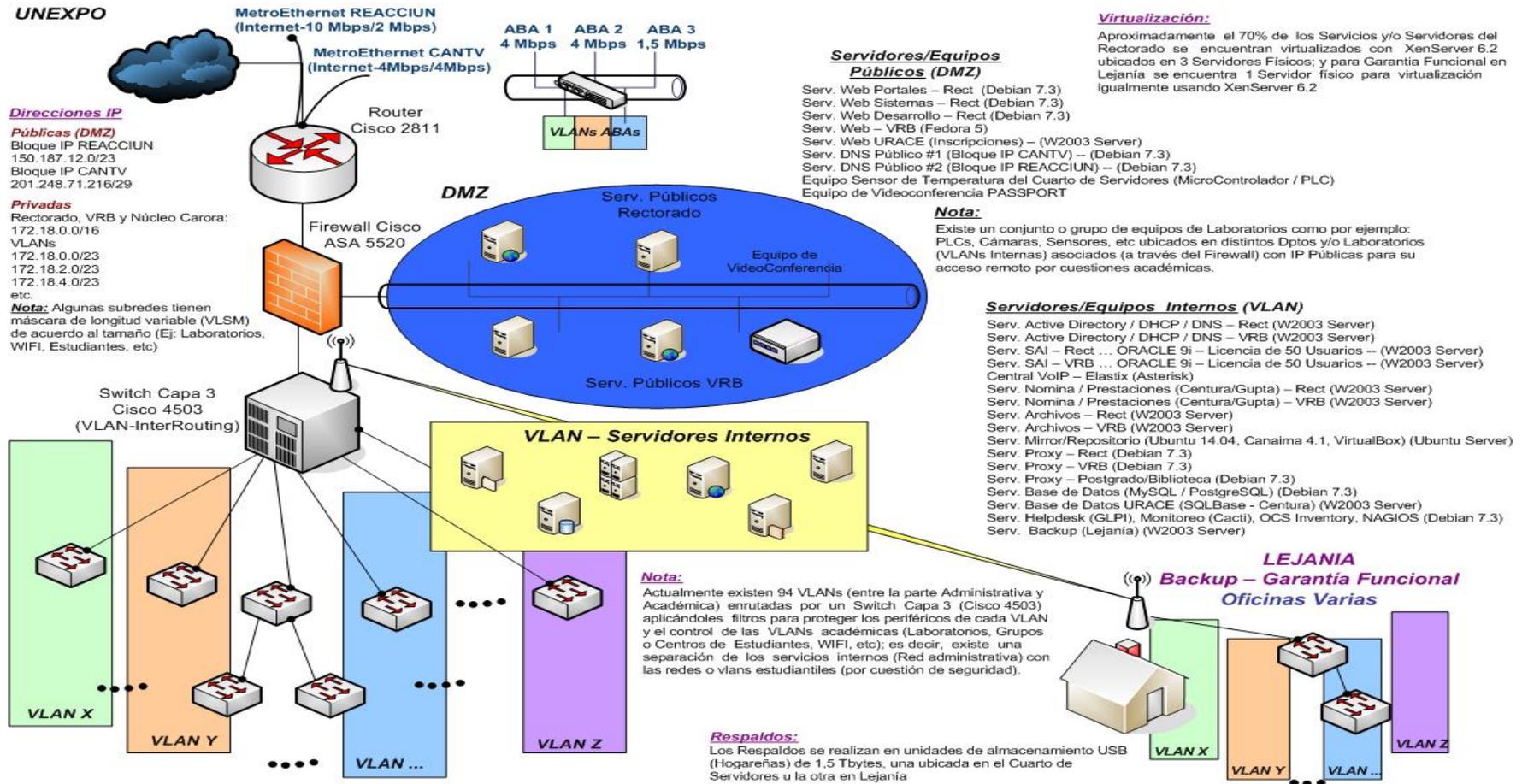
Fuente: El autor (2016).

Los equipos listados en la tabla anterior conforman la infraestructura de la red actual del caso de estudio, conformado por la sede central UNEXPO Barquisimeto. Los cuales se tomarán de ella un conjunto representativo para el estudio, debido a limitaciones de Software y Hardware del equipo para poner en marcha la simulación del estudio.

### **Diagrama de la Red**

El diagrama de la red está conformado por las topologías y enlaces de red existentes de la infraestructura actual y propuesta de la red UNEXPO Barquisimeto y Carora respectivamente, así como también, especifica su organización y estructura, detallando aspectos técnicos de interconexión entre los dispositivos y equipos de red que la conforman. La infraestructura de la red está estructurada de la siguiente manera:

## Diagrama de la infraestructura de red actual



Fuente: Coordinación Nacional de Producción de Operaciones (2014)

## **Topología de la Red actual:**

### **Topología Lógica**

La Topología Lógica del caso de estudio caracterizado por la Red de la sede central UNEXPO Barquisimeto, está conformada por la capa lógica de la red, y esta se basa en enlaces configurados en malla y tipo estrella, clasificados según Departamento y/o Oficina Administrativa. Cada departamento pertenece a una Subred definida a través de VLANS que clasifican el enrutamiento y acceso de los equipos de la infraestructura de RED. Esta red universitaria cuenta con 530 VLANS repartidas por todo el campus universitario otorgando de esta manera un

mejor rendimiento, por la división de las redes planas de Capa 2 en múltiples grupos lógicos de trabajo (dominios de broadcast) reduciendo el tráfico innecesario en la red y potencia el rendimiento. Así como también, la mitigación de broadcast, y reduciendo el número de dispositivos que pueden participar en una transmisión broadcast.

En consecuencia, las VLANs facilitan una gestión eficiente de la red por parte del personal de TI, debido a que los usuarios con requerimientos similares de red comparten la misma VLAN. Los diversos servicios disponibles para el Entorno de Educación a Distancia se encuentran definidos en una Subred respectiva. Estas, a su vez, permiten una mejor gestión de los servicios multimedia (VOIP, Videoconferencia y Bibliotecas Digitales) en la búsqueda de otorgar Calidad de Servicio (QoS) al Entorno de Educación a Distancia.

Por otra parte, el encaminamiento y/o enrutamiento de las redes es de tipo estático puesto a que la red UNEXPO cuenta con rutas de acceso directas, así como también la organización de la topología permite acceder a todas las rutas disponibles con la complejidad que actualmente posee.

En otro aspecto, la sede central de la red UNEXPO cuenta con una zona desmilitarizada (Siglas en Inglés DMZ) en donde se establecen los enlaces con los Servidores que brindan servicios de carácter público.

En dicha zona se encuentran configuradas las restricciones de seguridad de acceso y utilización de los servicios para el Entorno de Educación a Distancia así como para otro tipo de servicio.

En esta zona se encuentra el Servidor que otorga servicios Web para el Entorno de Educación a Distancia, así como también, dicho servicio puede ser accedido desde otros lugares del mundo con las restricciones de acceso respectivas que hubiera lugar de acuerdo a las políticas definidas en la red UNEXPO.

## **Topología Física**

La Topología física cuenta con enlaces punto a punto y multipunto, definidas para otorgar diversos tipos de servicios como enlaces inalámbricos y cableados.

La red universitaria del caso de estudio (UNEXPO) cuenta con enlaces de red hacia el BackBoone de la Red Académica Universitaria Reacciun y hacia el Backboone del proveedor de servicio CANTV a través de enlaces Metro Ethernet Internet Total. Dicho tipo de enlace permite la definición de elementos como VLANS para la distribución y organización de la red de datos.

En este sentido, dicha red de datos, cuenta con enlaces multipunto definidos en el Switch Capa3 del Modelo OSI en donde se aplica VLAN-Interrouting para la comunicación efectiva entre los diferentes departamentos de la sede central y los diferentes equipos de la red. Así como también, se encuentra disponible un enlace punto a punto inalámbrico entre la sede central y la extensión de Quinta Lejanía ubicada fuera de dicha sede, pudiendo comunicarse a través de equipos inalámbricos bidireccionales de alta capacidad como Ubiquity Nanostation M5 con soporte de VLANS, teniendo así una comunicación directa con dicha sede.

Por otra parte, se tienen enlaces de fibra óptica proporcionados por el proveedor de servicio (ISP) CANTV para brindar servicios Wifi para la comunidad universitaria dentro del primer piso del edificio central de la UNEXPO Barquisimeto.

En cuanto a los enlaces de red para Entornos de Educación a Distancia se han efectuado solicitudes de para un enlace Metro Ethernet E-LAN ante los respectivos organismos encargados de procesar dicha solicitud para las Universidades Públicas Venezolanas, como lo es el Centro Nacional de Innovación Tecnológica (CENIT) y el Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior (MPPEU), para de esta manera disponer del enlace Metro Ethernet necesario entre la sede central y el Núcleo Carora de la UNEXPO que se encuentra en otra localidad o sede remota.

## **Entidades de la Red**

Las entidades de la Red están directamente relacionadas con el protocolo TCP/IP, conformada por un conjunto de entidades con nombre definido como: Host, Dominio, IP que son entidades con un nombre específico. Identificado de este modo como se estructura la red de datos por Subred la cual identifica al Departamento en la red Universitaria respectivamente.

El direccionamiento IP está conformado bajo direcciones IP de tipo IPV4 y clasificado por subredes bajo el protocolo estándar IEEE 802.1Q para la creación de VLANS, y de este modo sectorizar la red por departamentos. En el diagrama a continuación se representa la estructura del direccionamiento IP para el caso de estudio, y este solo cubrirá las áreas principales que corresponden al departamento de control de estudios de la sede central y la sede remota, la sala de telecomunicaciones donde contienen los servidores públicos y privados que se representarán los servicios de llamadas por VoIP y Videoconferencias debido a motivos de espacio físico y limitaciones de Software y Hardware del equipo para poner en marcha la simulación del estudio como fue señalado anteriormente. Dicho diagrama, está representado de la siguiente manera:

**Tabla 96.** Direccionamiento IP entre la sede central y la sede remota

| BLOQUE IP         | TIPO IP | DESCRIPCIÓN            | MÁSCARA DE RED  | GATEWAY     | BROADCAST      | WILCARD     | HOST MIN       | HOST MAX       | TOTAL HOSTS | SUBRED /TRONCAL                   | HOST ASIGNADO | EQUIPO ASIGNADO                     | INTERFACE DE RED |
|-------------------|---------|------------------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|----------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------------|------------------|
| 150.187.12.0/23   | PÚBLICA | METROETHERNET REACCION | 255.255.254.0   | 0.0.0.0     | 150.187.13.255 | 0.0.1.255   | 150.187.12.1   | 150.187.13.254 | 510         | TRONCAL                           | N/A           | N/A                                 | N/A              |
| 201.248.71.216/29 | PÚBLICA | METROETHERNET CANTV    | 255.255.255.248 | 0.0.0.0     | 201.248.71.223 | 0.0.0.7     | 201.248.71.217 | 201.248.71.222 | 6           | TRONCAL                           | N/A           | N/A                                 | N/A              |
| 172.18.0.0/16     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.0.0     | N/A         | 172.18.255.255 | 0.0.255.255 | N/A            | N/A            | 65534       | RED UNEXPO                        | N/A           | N/A                                 | N/A              |
| 172.18.0.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | N/A         | 172.18.1.255   | 0.0.1.255   | 172.18.0.1     | 172.18.1.254   | 510         | SUBRED                            | N/A           | N/A                                 | N/A              |
| 172.18.0.8/29     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.255.248 | N/A         | 172.18.0.15    | 0.0.0.7     | 172.18.0.9     | 172.18.0.14    | 6           | SUBRED                            | N/A           | N/A                                 | N/A              |
| 172.18.0.8/29     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.255.248 | 172.18.0.9  | 172.18.0.15    | 0.0.0.7     | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED DISPOSITIVOS               | 172.18.0.10   | Cisco Router c2811                  | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.0.8/29     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.255.248 | 172.18.0.10 | 172.18.0.15    | 0.0.0.7     | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED DISPOSITIVOS               | 172.18.0.9    | ASA 5520 Cisco Firewall             | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.0.16/29    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.255.248 | N/A         | 172.18.0.23    | 0.0.0.7     | 172.18.0.17    | 172.18.0.22    | 6           | TRONCAL METROETHERNET             | N/A           | N/A                                 | N/A              |
| 172.18.0.16/29    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.255.248 | 172.18.0.18 | 172.18.0.23    | 0.0.0.7     | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED BARQUISIMETO – CA          | 172.18.0.17   | Cisco Router c2811 – Barquisimeto   | FastEthernet 2/0 |
| 172.18.0.16/29    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.255.248 | 172.18.0.17 | 172.18.0.23    | 0.0.0.7     | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED BARQUISIMETO – CA          | 172.18.0.18   | Cisco Router c2811 – Carora         | FastEthernet 1/0 |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | TRONCAL SERVIDORES PRIVADOS       | 172.18.2.1    | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 2           |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PRIVADOS        | 172.18.2.3    | Servidor Elastik - Asterisk VOIP    | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PRIVADOS        | 172.18.2.4    | Server Sistema Administrativo SAI   | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PRIVADOS        | 172.18.2.5    | Servidor de Archivos                | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PRIVADOS        | 172.18.2.6    | Servidor Nomina                     | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PRIVADOS        | 172.18.2.7    | Servidor Proxy                      | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.2.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.2.1  | 172.18.3.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PRIVADOS        | 172.18.2.8    | Servidor Base de Datos              | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.4.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.4.1  | 172.18.5.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | TRONCAL SERVIDORES PUBLICOS (DMZ) | 172.18.4.1    | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 4           |
| 172.18.4.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.4.1  | 172.18.5.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PUBLICOS (DMZ)  | 172.18.4.6    | Servidor de Educación a Distancia   | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.4.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.4.1  | 172.18.5.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PUBLICOS (DMZ)  | 172.18.4.7    | Servidor Web Sistemas               | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.4.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.4.1  | 172.18.5.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PUBLICOS (DMZ)  | 172.18.4.8    | Servidor DNS Reaccion               | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.4.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.4.1  | 172.18.5.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED SERVIDORES PUBLICOS (DMZ)  | 172.18.4.9    | Servidor DNS CANTV                  | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.6.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.6.1  | 172.18.7.255   | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | TRONCAL ORTSI                     | 172.18.6.1    | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 6           |
| 172.18.6.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.6.1  | 172.18.7.255   | 0.0.1.255   | 172.18.6.1     | 172.18.17.254  | N/A         | SUBRED ORTSI – BARQUISIMETO EAD   | 172.18.6.100  | PC Usuario Barquisimeto EAD         | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.6.0/23     | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.6.1  | 172.18.7.255   | 0.0.1.255   | 172.18.6.1     | 172.18.17.254  | N/A         | SUBRED ORTSI – BARQUISIMETO EAD   | 172.18.6.102  | PC Admin Barquisimeto EAD           | FastEthernet 0/0 |
| 172.18.10.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.10.1 | 172.18.11.255  | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | TRONCAL QUINTA LEJANIA            | 172.18.10.1   | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 10          |
| 172.18.10.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.8.1  | 172.18.11.255  | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED QUINTA LEJANIA             | 172.18.10.2   | Antena Ubiquiti WLAN Rectorado      | FastEthernet 1/2 |
| 172.18.10.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.8.1  | 172.18.11.255  | 0.0.1.255   | N/A            | N/A            | N/A         | SUBRED QUINTA LEJANIA             | 172.18.10.4   | Antena Ubiquiti WLAN Quinta Lejanía | FastEthernet 1/2 |
| 172.18.12.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.12.1 | 172.18.13.255  | 0.0.1.255   | 172.18.12.1    | 172.18.13.254  | N/A         | TRONCAL CARORA                    | 172.18.12.1   | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 8           |
| 172.18.14.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.14.1 | 172.18.15.255  | 0.0.1.255   | 172.18.14.1    | 172.18.15.254  | N/A         | TRONCAL CARORA                    | 172.18.14.1   | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 14          |
| 172.18.16.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.16.1 | 172.18.17.255  | 0.0.1.255   | 172.18.16.1    | 172.18.17.255  | N/A         | TRONCAL CARORA                    | 172.18.16.1   | Cisco Catalyst Switch 4503          | Vlan 16          |
| 172.18.12.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.12.1 | 172.18.13.255  | 0.0.1.255   | 172.18.12.1    | 172.18.13.254  | N/A         | SUBRED CARORA                     | 172.18.12.100 | Host                                | FastEthernet 1/1 |
| 172.18.14.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.14.1 | 172.18.15.255  | 0.0.1.255   | 172.18.14.1    | 172.18.15.255  | N/A         | SUBRED EAD CARORA ADMIN           | 172.18.14.100 | PC Admin EAD                        | FastEthernet 1/3 |
| 172.18.16.0/23    | PRIVADA | RECTORADO              | 255.255.254.0   | 172.18.16.1 | 172.18.17.255  | 0.0.1.255   | 172.18.16.1    | 172.18.17.254  | N/A         | SUBRED EAD CARORA                 | 172.18.16.100 | PC Usuario EAD                      | FastEthernet 1/2 |

Fuente: El autor (2016)

## **Componentes necesarios para una infraestructura de red de datos en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria entre la sede central y la sede remota**

Existen componentes en las infraestructuras de red de datos que son necesarios para la operatividad y rendimiento (velocidad de acceso, estabilidad, errores de transmisión, entre otros) de los servicios en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria, como lo son, llamadas mediante la tecnología VOIP, Videoconferencias y Bibliotecas Digitales. En este sentido, se debe tomar en consideración, la proyección de la cantidad de usuarios en el tiempo que podría tener el servicio prestado en la red de datos universitaria, así como mecanismos de control en el tráfico en la red de datos, con el objetivo de evitar congestionamientos, retardos, paquetes sueltos, errores en la transmisión de datos, latencia y jitter, entre otros elementos.

En este aspecto, se hace necesario resaltar, que todo componente en una red de datos debe presentar las características técnicas adecuadas de soporte y operatividad de acuerdo a los servicios prestados.

En tal sentido, la definición de routers, switches u otros dispositivos de red dependerá de las necesidades de interconexión de los nodos de la red universitaria. Para el caso de estudio se necesitara disponer de conexiones punto a punto mediante enlaces Metro Ethernet E-LAN proporcionado por proveedores de servicio (ISP) como CANTV para la conectividad entre la sede central y la sede remota, así como también los equipos deben tener la capacidad de manejar políticas de Calidad de Servicio (QoS).

Tal es el caso de la los equipos Cisco, cuya funcionalidad de clasificación de paquetes de datos, marcado, manejo del retardo, entre otras características de Calidad de Servicio (QoS) para diferentes tipos de servicios que se otorgan en una red de datos, entre ellos los servicios de Videoconferencia, VoIP y Bibliotecas Digitales, lo cual integra el firmware IOS de Cisco Systems en sus distintas

versiones para sus dispositivos de red, permitiendo establecer políticas adecuadas en este ámbito.

Así como lo afirma, Barragan (2013), donde señala que, la solución para la utilización de servicios como el multimedia sobre IP es clasificar todo el tráfico, localizando y estableciendo prioridades para las distintas aplicaciones disponibles y definir las reservas de recursos respectivos, de este modo, se determina que el desarrollo de la técnica “Packet Classification” por Cisco Systems, permite el uso de políticas y clases de mapas, otorgando de esta manera a las aplicaciones la configuración necesaria en una sola infraestructura de red, incluyendo aplicaciones de tipo multimedia como tradicionales.

### **Componentes de red necesarios para la conectividad entre la sede central y la sede remota.**

En una infraestructura de red universitaria donde se disponga de educación a distancia bajo entornos virtuales se deben considerar ciertos elementos que caracterizan el tipo de servicio prestado en dichos entornos. Entre los que se encuentran, dispositivos de red, cableado estructurado, protocolos de red entre otros.

En este sentido, es necesario definir los diferentes elementos que intervienen en la selección de los diferentes componentes de red y que forman parte del diseño de una infraestructura de red de datos, entre los cuales se encuentran:

### **Evaluación de Requerimientos y Selección de Tecnología**

Una infraestructura de red de datos lo conforman diversos componentes de red, protocolos, tecnologías de telecomunicaciones, entre otros, los cuales son indispensables para el diseño de dicha infraestructura.

Los componentes de red, son equipos de telecomunicaciones necesarios para la interconexión en las redes de datos, los cuales contienen especificaciones técnicas según el fabricante, y son utilizados de acuerdo a como este compuesta la infraestructura de red de una organización.

Las infraestructuras de red de datos concentran un conjunto de componentes de red de diferentes fabricantes y funcionalidades. Entre los más comunes se encuentran Switches, Routers, Firewall, Switches Metro Ethernet entre otros, equipados con herramientas de configuración y asignación de políticas para el monitoreo y el uso eficiente de diferentes tipos de servicios proporcionados en una red de datos.

En este sentido, como lo señala Gast (2002), para la primera etapa de elaboración de un diseño de infraestructura de red es necesario efectuar un levantamiento de información para la comprensión del problema a resolver. Esta etapa consiste en:

- Examinar el estado actual de la red cuando esta ya existe.
- Analizar el entorno donde se efectuará el despliegue la red (estructura física, condiciones económicas, características del contexto, etc.).
- Definir los requerimientos de los usuarios: contempla el número de usuarios, movilidad, cobertura requerida, actividades en las que utilizará la red, como por ejemplo descarga de archivos, navegación por internet, videoconferencia, etc.
- Precisar los requerimientos de seguridad en referencia a información confidencial que se transmitirá por la red de datos, así como el nivel de protección exigido contra accesos no autorizados, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos de la red, en cuanto a la identificación de las características que debe poseer la tecnología de

comunicaciones con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los usuarios.

- Selección de la tecnología de comunicación utilizada, basada en la precisión de las características de las tecnologías disponibles, y si estas cumplen con los requerimientos técnicos de la red necesarios para la selección de la tecnología más adecuada.
- Selección del hardware de la red, basado en la definición de las soluciones propietarias adecuadas, o por el contrario utilizar equipos de tecnología abierta, así como el identificar las ventajas y desventajas correspondiente de cada opción.

### **Planificación y Diseño de la Red**

En cuanto a esta fase, es necesario delimitar la diagramación correspondiente así como de la arquitectura, estructura de la red, topología y entidades de la red, las cuales fueron definidas anteriormente en esta fase del estudio. Así como lo resalta Zambrano (2009), quien cita a (Rackley, 2007), y este resalta que una infraestructura de red está conformada por una conexión física y lógica.

En este sentido, Zambrano (2009) refleja que, para la planificación de la red es necesario definir: El diseño de la conexión física y lógica, como se señala a continuación:

#### **Diseño de la conexión física**

La conexión física según lo establece (CiscoSystem, 2004a), se emplea en la transferencia de señales entre los elementos que conforman la red. De acuerdo a ello, se deben determinar las siguientes secciones:

- **Servicios de la red:** Conformado por los servicios que se prestarán en la red, así como la transferencia de datos, navegación por internet, correo electrónico, voz sobre IP, entre otros.
- **Disposición espacial de las estaciones de la red:** Se refiere a la ubicación física en donde se encontrarán cada una de las estaciones, de modo que se solucione el problema existente de comunicación (McCabe, 2003).
- **Selección de equipos:** De acuerdo a *Wireless Networking in the Developing World* (2006), al estar seleccionada la tecnología de comunicaciones y evaluando los requerimientos y servicios de la red, es necesario seleccionar los equipos y componentes necesarios a emplear para alcanzar la conexión de todos los puntos de la red .
- **Tecnología de comunicaciones para conectar la red a internet:** Como lo señala Pontificia Universidad Católica del Perú (2008), en caso que se conecte la red a internet, se debe seleccionar cuál de las tecnologías de comunicaciones disponibles se utilizará para realizar dicha conexión.

Los elementos definidos por dicho autor son relevantes para el desarrollo de la investigación debido a que conforman los elementos comunes en una red de datos para la prestación de servicios académicos en la red universitaria.

### **Diseño de la conexión lógica.**

En la elaboración del diseño de la red de datos, es necesario establecer conexiones lógicas a través de estándares y protocolos que tengan la capacidad de establecer la conexión entre los dispositivos físicos o nodos que conforman la red, incluyendo procesos de enrutamiento y flujo de datos, como lo señala (Rackley, 2007). En este aspecto del diseño, es necesario tomar en cuenta ciertas consideraciones para la interconexión entre los nodos de la red, como lo son:

- **Direccionamiento/Enrutamiento:** describe como viaja a través de la red el tráfico de usuario y el de gestión. Es necesario establecer la ruta hacia cada uno de los puntos de la red, de tal forma que la información enviada conozca cómo llegar a su destino y a su vez regresar en caso de haber respuesta. Esto se logra configurando una lista denominada tabla de enrutamiento donde cada nodo de la red posee un identificador o dirección. Entre los distintos tipos de direccionamiento que existen cabe destacar subredes, direccionamiento dinámico, direccionamiento privado, redes virtuales, IP versión 6, traducción de dirección de red (NAT), etc (McCabe, 2003).
- **Componentes de gestión de red:** provee funciones para controlar, planear, localizar, desarrollar, coordinar y monitorear los recursos de la red. Esto permite llevar un control de la red a fin de garantizar su disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad, etc.
- **Componentes de rendimiento de la red:** describe como son distribuidos los recursos de tal manera que se cumpla con los requisitos de la red como ancho de banda, retardo, etc.
- Consiste en priorizar, programar y condicionar el flujo de tráfico dentro de la red mediante ingeniería de tráfico, control de acceso, calidad de servicio (QoS), políticas, etc.
- **Configuración de los parámetros de la red:** se refiere a la configuración de todos los parámetros necesarios en cada uno de los equipos que conforman la red, tales como dirección IP, máscara, dirección de broadcast, entre otros (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008).
- **Seguridad:** se refiere a garantizar la confiabilidad, integridad, y disponibilidad de la información que transita por la red ante posibles daños, accesos no autorizados, etc. Entre los mecanismos que se utilizan para

aplicar seguridad están las redes privadas virtuales, encriptación, cortafuegos, enrutamiento por filtrado y NAT (McCabe, 2003).

### **Selección de componentes de red en función de parámetros de QoS**

El proceso de selección de los componentes de red se basa en la determinación de los equipos necesarios para la interconexión entre la sede principal de la universidad y la sede remota, evaluando funcionalidades de los equipos en cuanto a conectores utilizados, cableado estructurado y soporte y aplicación de políticas de Calidad de Servicio (QoS), para de este modo efectuar las configuraciones respectivas de los equipos y estas se ajusten al objetivo del estudio. Los componentes de red se clasifican de la siguiente manera:

#### **Switch Cisco Catalyst 4500E Series Chassis**

La serie de Cisco Catalyst 4500E según Cisco Systems (2015) soporta cuatro opciones de chasis y cuatro opciones de selección para el motor supervisor (supervisor engine), además, proporciona una arquitectura común escalable hasta los 388 puertos. Permite garantizar el reenvío de paquetes continua durante la conmutación del motor supervisor para ayudar a asegurar una alta disponibilidad para las aplicaciones de colaboración y de voz sobre IP (VoIP). Utilizando las mismas tarjetas de línea como los conmutadores de la serie Cisco Catalyst 4000 ampliamente desplegadas y conmutadores de la serie Cisco Catalyst 4500 clásicos.

Por otra parte, este dispositivo soporta políticas de calidad de servicio (QoS) sofisticadas, un rendimiento predecible, seguridad avanzada, gestión integral, integrada y capacidad de recuperación. La escalabilidad de estos servicios de red inteligente se establece mediante recursos dedicados, especializados conocidos como memoria de contenido direccionable ternaria (TCAM). Estos recursos

TCAM son amplios (hasta 384.000 entradas), y permiten una alta capacidad de función, proporcionando enrutamiento a velocidad de cable y rendimiento de conmutación independiente de provisión de servicios conocidos como QoS y seguridad. Las características técnicas de este tipo de dispositivos se encuentran especificadas en el Anexo D del presente estudio.

### **Switch Cisco Catalyst 3750-G/E/X Series**

El Cisco Catalyst 3750 Series está catalogado en varias versiones, la versión 2 (V2) son switches de nueva generación, con capacidad de eficiencia energética de próxima generación a nivel de la Capa 3 del Modelo OSI para interfaces Fast Ethernet. Estos nuevos switches soportan la tecnología Cisco EnergyWise, mejorando la gestión del consumo de energía de la red, lo que reduce los costos de energía.

El Cisco Catalyst 3750 Series V2 consume menos energía que sus predecesores y es una capa de acceso ideal para entornos de empresa, minoristas y sucursales. Ayuda a incrementar la productividad y protege su inversión en la red, proporcionando una red unificada de datos, voz y vídeo. El Cisco Catalyst 3750 está disponible con dos imágenes de software:

- Software de base IP incluye avanzada de la calidad de servicio (QoS), la limitación de velocidad, listas de control de acceso (ACL), Open Shortest Path First (OSPF) para el acceso enrutado, y la funcionalidad de IPv6.
- Software de servicios IP proporciona un conjunto más amplio de funciones de clase empresarial, incluyendo avanzada unidifusión IP y encaminamiento de multidifusión IP basado en hardware, así como enrutamiento basado en políticas (PBR). Las características técnicas de este tipo de dispositivos se encuentran especificadas en el Anexo D del presente estudio.

## **Metro Ethernet Switches**

Los equipos basados en enlaces Metro Ethernet, tienen características basadas en redes con fibra óptica y estos se interconectan a el core de la red a través de enlaces de dicha fibra sin afectar su funcionamiento. Siendo el proveedor de servicio quien otorga a travez de una VLAN con características sobre su ancho de banda.

Es imperativo destacar que los Switches para enlaces Metro Ethernet son proporcionados por el Proveedor de Servicio (ISP) conjuntamente con la adquisición de dicho enlace, siendo los equipos recomendados anteriormente los que representan los parámetros de calidad de servicio para campus donde se impartan servicios para actividades académicas.

Por otra parte, Lopez (2007) afirma que los switches Metro Ethernet proporcionados por el Proveedor de Servicio CANTV en Venezuela tienen y deben soportar las características esenciales siguientes:

- 802.1p Ethernet QoS Priority
- DSCP: Differentiated Service Code Point (Diffserv) – IP QoS
- IP Precedence: IP QoS
- EXP Bits: MPLS QoS

Por lo cual, la selección de dispositivos efectuada se ajusta a los requerimientos en Calidad de Servicio (QoS) y conectividad para el diseño de la infraestructura de red propuesta.

## **Cableado Estructurado**

En cuanto al cableado estructurado, definido previamente en el Capítulo II es necesario destacar las siguientes requerimientos:

- Se necesita un tipo de cableado para conexiones internas entre los dispositivos de red de la sala de telecomunicaciones basados en el estándar Utp de categoría 6, debido a la capacidad de manejo de enlaces a velocidades de 1 Gbps, garantizando de este modo una velocidad de conexión adecuada entre los dispositivos internos que conforman la infraestructura de red de datos, tanto para la sede principal de la universidad como para la sede remota.
- Es necesario un tipo de cableado estructurado en forma horizontal, debido a que las salas de telecomunicaciones se encuentran en planta baja, estableciendo todos los mecanismos de resguardo del cableado.
- En cuanto a características físicas de la sala de telecomunicaciones de la sede remota se necesita una sala de una capacidad mínima en espacio físico de 10m<sup>2</sup>, debido a la incorporación de los dispositivos de red para la definición de la infraestructura de entornos virtuales universitarios de educación a distancia.
- En cuanto al enlace de red entre la sede principal y la sede remota, se considerará un enlace Metro Ethernet E-LAN de una capacidad mínima en ancho de banda de 10 mbits por cada sede remota, para el correcto funcionamiento de los servicios de Videoconferencias, Llamadas por VoIP y Bibliotecas Digitales.

### **Estudio del Funcionamiento de la Red en función de parámetros de QoS**

Durante el estudio del funcionamiento de la red, se determinaron los diferentes parámetros necesarios para otorgar Calidad de Servicio (QoS) según los servicios otorgados para los entornos virtuales de educación a distancia universitaria como: Videoconferencias, Llamadas por VoIP y Bibliotecas Digitales.

En este sentido, se determinó que los dispositivos de red diseñados por Cisco Systems para campus fueron determinantes para la selección de los equipos de red que ofrecen la funcionalidad necesaria de configuración y especificaciones técnicas necesarias para para ajustar políticas de Calidad de Servicio (QoS) conforme los servicios prestados en dichos entornos virtuales.

Asi mismo, Zambrano (2009), quien cita a Rackley (2007), establece que para llevar a cabo el estudio se deben realizar pruebas para verificar el rendimiento de la red utilizando diverso software destinado para tal fin.

### **Implementación y Configuración de la Red**

Para esta fase, de acuerdo a Gast (2002), es necesario efectuar la instalación de los dispositivos de red de acuerdo a su ubicación, así como la configuración de los mismos necesarios para el correcto funcionamiento de la red de datos.

### **Mantenimiento y Soporte**

En esta fase se efectúa el mantenimiento necesario para garantizar la operatividad de los servicios, asi como proveer a los usuarios el soporte según lo requieran (Wheat et al., 2001).

## **Fase II: Análisis de opciones de enlaces con sedes remotas.**

### **Identificación de los tipos de enlaces existentes para la conectividad de la sede principal y sus sedes remotas**

En cuanto a los tipos de enlaces existentes, tal como se definió en el Capítulo II, son ATM, Frame Relay y Metro Ethernet.

Para llevar a cabo la selección del tipo de enlace se determinó características principales como:

### **Carrier Ethernet**

De acuerdo a El organismo que tiene la responsabilidad de promover los estándares para la interoperabilidad así como el despliegue de Carrier Ethernet en todo el mundo, Metro Ethernet Forum (MEF), es quien define a Carrier Ethernet como un servicio Carrier Class estandarizado y caracterizado por 5 aspectos claves que lo diferencian de las conocidas LAN basadas en Ethernet. Siendo el término Carrier Class, un componente de un sistema, software o hardware, con características basadas en la extrema confiabilidad, gestión y de muy alta disponibilidad, proporcionando muy rápida recuperación en cuanto fallas, en tiempos menores a 50 milisegundos. (Kasim, 2008)

Los 5 atributos o aspectos de Carrier Ethernet reflejados por Kasim (2008) son:

1. Servicios Estandarizados: este atributo esencialmente permite a un proveedor de servicios ofrecer una gran cantidad servicios en una manera eficiente y determinista sobre los equipos de plataformas estandarizadas:

- Servicios Ethernet: Carrier Ethernet es compatible con dos tipos de servicios, punto a punto (también conocido como E-Line o VLL), encargado de extender la red de área local de una ubicación a otra remota, y multipunto a multipunto (también conocido como E-LAN o VPLS), basado en el mismo concepto que en el caso del punto a punto pero extendido a más de dos ubicaciones de servicios Ethernet.

Calidad de servicio: Los servicios de apoyo de Carrier Ethernet proporcionan una amplia elección y opciones de calidad de servicio. Su flexibilidad es de suma importancia en las redes del proveedor de servicio debido a la gran cantidad de usuarios finales que pueden llegar a manejar.

Transporte convergente: Carrier Ethernet soporta la convergencia de servicios de voz, datos y video a través de un sistema unificado (Ethernet) de transporte y además simplifica la entrega, la gestión y la adición de tales servicios.

2. Escalabilidad: Una diferencia fundamental entre una LAN y una red de proveedor de servicio es la escala. En la red del proveedor de servicio usualmente hay muchos más usuarios finales y como consecuencia, muchas más conexiones de aplicaciones basadas en Ethernet dado que cubre un área geográfica mucho mayor. Carrier Ethernet escala a través de varias dimensiones de forma simultánea:

- Usuarios/terminales: la red de un proveedor de servicios soporta cientos de miles de terminales y millones de usuarios finales Ethernet de manera eficiente, específicamente se admite la entrega de muchos servicios Ethernet con un adecuado rendimiento y calidad de servicio.
- Alcance geográfico: Esta basada en los servicios prestados, los cuales pueden abarcar distancias geográficas muy grandes, en los que se encuentran infraestructuras como Ethernet y WiFi, en consecuencia, puede ser incrementado el alcance de esos servicios utilizando las redes de múltiples proveedores adyacentes.

3. Confiabilidad: Incorpora los servicios de Carrier Ethernet quienes se espera que apoyen aplicaciones de misión crítica a gran escala, así como la capacidad de poder solucionar fallas de forma rápida y remota que puedan surgir en la infraestructura física o en base a la capa de servicios Ethernet que se encuentran por debajo de estas aplicaciones es primordial. Existen diversos aspectos que son cubiertos por Carrier Ethernet, estos son:

- Elasticidad de servicios: Los impactos de las fallas son localizadas rápidamente disminuyendo la cantidad de usuarios y aplicaciones afectadas. Además, el proceso de solución de problemas y recuperación de fallas se hace empleando herramientas que reducen al mínimo los gastos operativos

para el proveedor de servicios y cualquier impacto negativo sobre los usuarios finales, estando los tiempos de recuperación del servicio por debajo de los 50 milisegundos.

- **Protección:** Los servicios Carrier Ethernet proporcionan un nivel de protección contra fallas en la infraestructura empleada en la prestación de servicios de extremo a extremo.
- **Restauración:** Carrier Ethernet ofrece buenos mecanismos de tolerancia a fallas y de restauración, siendo flexible a la latencia de aplicaciones sensibles y críticas para una empresa.

4. **Calidad de servicio:** En cuanto a este punto, las redes Metro Ethernet tienen la capacidad de dar un tratamiento diferenciado en lo que respecta a los distintos tipos de tráfico, debido a que no todos los datos que se transmiten son igual de importantes y cada uno tiene necesidades concretas en cuanto a determinados parámetros. Estos parámetros generalmente son, el ancho de banda, la pérdida de paquetes, el retardo y su variación (conocido como jitter). Sin embargo, es necesario que cada tipo de tráfico se trate de forma distinta como una manera de asegurar la correcta comunicación aún si existen fallas. Este tratamiento diferenciado del tráfico permite tener redes tolerantes a fallos, garantizando la calidad de servicio de extremo a extremo, sobre todo para las comunicaciones más críticas.

5. **Gestión de servicios:** administrar gran cantidad de usuarios ubicados sobre un amplio territorio geográfico acarrea problemas de exigencias por parte del operador de telecomunicaciones, en cuanto a sofisticadas capacidades en instalación y actualización de los servicios Ethernet de manera eficiente y rápida. Como intento de solucionar estos problemas, Carrier Ethernet ofrece:

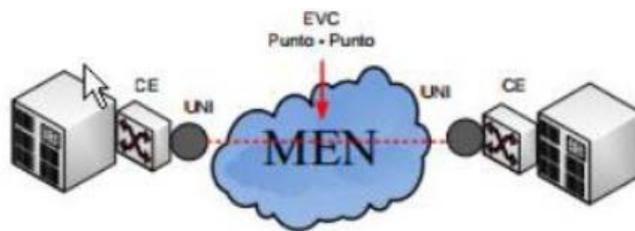
- **Gestión unificada:** esto abarca capacidades estándares de monitoreo, diagnóstico y gestión de la infraestructura, independientemente del proveedor.
- **Carrier Class OAM:** Esta caracterizada por la operación, gestión y administración en los actuales modelos operacionales que pertenecen a los proveedores de servicios, cubriendo una amplia gama de capacidades que permiten el ciclo de vida de la gestión en el nivel de servicio.
- **Rápido aprovisionamiento:** la capacidad de aprovisionar nuevos servicios Ethernet de forma rápida es una salida clave. Esta capacidad se traduce en permitir el incremento del ancho de banda a servicios existentes, la incorporación de nuevos servicios, cada uno con una garantía de cumplimiento específico y la posibilidad de habilitar estos servicios de forma remota la mayor parte del tiempo.

Carrier Ethernet contiene características adicionales referente a la tecnología Ethernet tradicional, incorporando capacidades Carrier Class que son altamente recomendadas para el despliegue y acceso de redes metropolitanas y redes de gran tamaño. En consecuencia, es necesario conocer las características de Carrier Ethernet como de LAN Ethernet, la información por la que es transportada en tramas Ethernet. Carrier Ethernet abarca redes LAN's, MAN 's y WAN. . También, es importante destacar que “servicios Carrier Ethernet” hacen referencia a la conectividad que se utilizan en las tramas Ethernet transportadas sobre las redes metropolitanas, basándose en el uso de un conjunto de tecnologías bases entre las que incluyen SONET/SDH, WDM y MPLS.

### **Selección del tipo de enlace adecuado**

Existen otras características que determinan el tipo de enlace Metro Ethernet a utilizar basada en la capa de servicios Metro Ethernet, De acuerdo a Halabi (2003), se clasifican en:

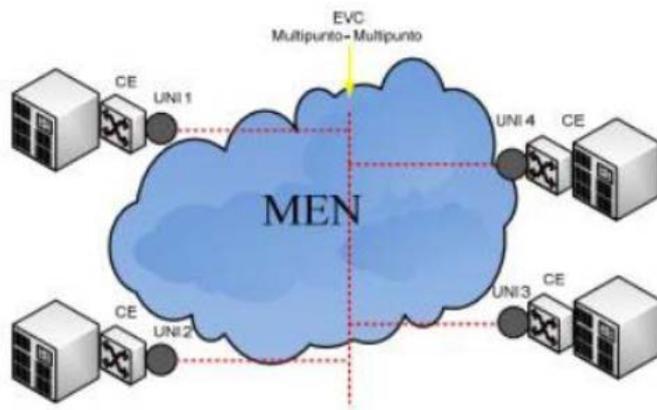
**E-LINE (Ethernet Line Service):** Es aquel proporciona un enlace EVC punto a punto con ancho de banda simétrico para la transmisión bidireccional entre dos ubicaciones. Este servicio provee calidad de servicio (QoS) mediante un ancho de banda máximo garantizado (CIR), una tasa de exceso de información (EIR) y una tasa máxima no garantizada (PIR) que son configurables por el proveedor de servicio.



**Figura 27.** Servicio E-Line

**Fuente:** Halabi (2003)

**E-LAN: (Ethernet LAN Service Type):** Está conformado por un EVC multipunto a multipunto basado en un ancho de banda de tipo simétrico existente entre dos o más ubicaciones. Entre sus características se encuentran que un usuario envía datos desde una localidad y este tiene la capacidad de recibir uno o más datos de diversas localidades. En cuanto son incorporados varios usuarios conectados a un mismo EVC multipunto, este se simplifica lo relacionado con el aprovisionamiento y la activación del servicio. Además, La función de E-LAN es la de interconexión entre varios usuarios otorgando QoS mediante CIR, EIR y PIR. Los servicios E-LAN, desde el punto de vista del usuario, hacen ver a la red MEN como una simple red LAN (Ver Figura 27).



**Figura 28.** Servicio E-LAN

**Fuente:** Halabi (2003)

Considerando las tecnologías analizadas, se determina que la tecnología mas adecuada para la la interconexión entre la sede principal y la sede remota es el Servicio E-LAN por proveer capacidad de conexión multipunto a multipunto otorgando escalabilidad en cuanto a la interconexión de otras sedes remotas, reduciendo costos en adquisición de nuevos enlaces.

### **Fase III. Análisis de configuraciones para aplicación de Calidad de Servicio (QoS) entre la sede central y sus sedes remotas.**

#### **Requerimientos de Calidad de Servicio (QoS) en las redes de datos**

Actualmente, a nivel mundial la educación virtual universitaria a distancia presenta un gran crecimiento de las tecnologías de información (TIC). Así como lo resalta, que la tendencia de la educación virtual en las universidades como las colombianas, cada día tiene mayor cobertura, destacando que en cada ciudad del país donde se ofrece más esta modalidad es en Bogotá con un 36%, seguida de Medellín 18% y Bucaramanga 9%, debido al crecimiento de las nuevas

tecnologías en las ciudades señaladas, así como la generación de estrategias por las instituciones de educación superior en incursionar en este tipo de educación universitaria.

En Venezuela, Quintero (2016) resalta que, en el ámbito universitario, existe la evidencia de una educación con el uso de la tecnología que brindan los entornos virtuales, con la creación de carreras a distancia ofrecidas por diversas casas de estudios virtuales, sobre todo en aquellas instituciones que ofrecen carreras a distancia, tal es el caso del estado Táchira donde la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET-CTS), la Universidad Nacional Abierta (UNA), la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL-IMPM), entre otras, ofrecen la modalidad de estudios a distancia o semi-presencial. De allí, la importancia de sistematizar las experiencias de integración de aulas virtuales, que no se conciben solo como una exigencia para toda institución universitaria, sino como una herramienta de gran utilidad para la docencia en beneficio del estudiante, principalmente.

Los entornos virtuales universitarios, con la evolución de las TIC, requieren de una infraestructura de red adecuada en lo cual se garantice el acceso, la seguridad, y la calidad de los servicios prestados en dicha modalidad de estudio.

Tal es el caso de las actividades colaborativas en un campus virtual universitario donde participan docentes y estudiantes de cualquier parte del mundo, así como también deben emplearse mecanismos de diferenciación o clasificación de los servicios con el objetivo de efectuar un tratamiento por cada paquete en el tráfico de datos de la red universitaria en las aplicaciones utilizadas por los usuarios en educación virtual universitaria para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en los mismos.

No obstante, el tráfico de paquetes en una red de datos, requiere un control del flujo de los mismos de acuerdo a la necesidad para garantizar Calidad de Servicio (QoS), estos controles definidos por Tanenbaum (2006) están clasificados como: confiabilidad, retardo, fluctuación y ancho de banda en los enlaces de red, dichos

parámetros están definidos en el Capítulo II, y son los que determinan la que cada flujo necesita.

De acuerdo a Del Favero (2003), una red tradicional no es capaz de diferenciar diferentes tráficos, estos son tratados de igual manera, por lo que es necesario establecer técnicas que permitan controlar el tráfico en aplicaciones, como las videoconferencias que generalmente el tráfico de datos es crítico, señalando que en condiciones normales no se hace necesario aplicar Calidad de Servicio (QoS), pero eventos críticos pueden afectar el rendimiento de una red de datos aun cuando este bien diseñada.

En los servicios multimedia (voz, datos y videoconferencia) dentro de los entornos virtuales de educación a distancia universitaria, el control de flujo de paquetes para este tipo de servicios es primordial, puesto que representan los servicios principales que se integran en los campus virtuales.

En cuanto a los servicios de voz, mediante la tecnología VOIP (Voz sobre IP), el análisis de confiabilidad viene determinado de acuerdo al protocolo seleccionado y su normativa estándar.

Para el desarrollo del estudio en servicios de voz (VOIP), se utilizó el protocolo SIP, siendo éste, uno de los principales protocolos implementados en las centrales telefónicas en las redes de datos según la normativa establecida por la IETF, mediante el estándar principal RFC3261 (SIP: Protocolo de Iniciación de Sesión) y sus derivados como el RFC 3262 (Fiabilidad de las respuestas provisionales del SIP).

Por parte de las video conferencias, se utilizó el estándar H323 de la UIT-T, para el aseguramiento de la interoperabilidad entre los equipos de videoconferencia en entornos virtuales universitarios. Así mismo, como lo señala Díaz (2013), todos los sistemas de videoconferencia operan sobre los mismos principios y presentan características importantes como la preparación de la señal digital, la transmisión digital y el procesado de la señal digital la cual reciben. De acuerdo al proceso efectuado de digitalización de la señal, las

transmisiones de videoconferencia pueden ir sobre cualquier circuito por vía terrestre (cable, fibra óptica,) o por satélite.

Para efectuar el análisis de videoconferencias se realizaron pruebas con el Sistema de Gestión de Videoconferencias BigBlueButton, lo cual contiene requerimientos adecuados en cuanto al soporte del estándar H323 para ambientes virtuales de educación a distancia universitaria, con amplias ventajas sobre otras plataformas como Openmeeting, entre otros, para entornos educativos virtuales en universidades públicas, entre las cuales se encuentra la posibilidad de integración con plataformas LCMS como Moodle. Siendo necesario que el software utilizado este basado en software libre por el decreto presidencial 3390 estipulado para las Universidades Públicas Venezolanas.

Otros de los servicios resaltantes en los entornos virtuales de educación a distancia universitaria son las bibliotecas digitales, lo cual proporcionan al usuario la posibilidad de acceder a servicios como descarga de ficheros, acceso a ficheros de las clases impartidas por los docentes en las diversas cátedras. Las bibliotecas digitales están intrínsecas dentro de los entornos virtuales universitarios asociado a un servidor de datos dentro de la red local, con una dirección física asignada de acuerdo a políticas establecidas por las autoridades de la universidad y los docentes.

En cuanto a otros elementos que intervienen en la Calidad de Servicio (QoS), es posible otorgar un tratamiento distinto y preferencial respecto otros tipos determinados de tráfico. En este sentido, se debe diferenciar el tráfico utilizando etiquetas de QoS, según lo establecen los estándares para cada tipo de servicio (voip, videoconferencias y bibliotecas digitales) en los entornos virtuales de educación a distancia universitaria.

En relación a lo anterior expuesto, es imperativo considerar que de acuerdo al dispositivo de red (routers, switches, etc.) utilizado tendrá algunas diferencias en cuanto a la funcionalidad y características referentes a QoS, sin embargo, existen características comunes como la definición de etiquetas. Las dos etiquetas que se

usan con más frecuencia en el encabezado IP de la Capa 3 son el campo de precedencia IP y el campo DSCP. La etiqueta de QoS en el encabezado de trama de la Capa 2 se denomina Clase de Servicio (CoS), según lo establecido en los estándares internacionales.

### **Configuración de Calidad de Servicio (QoS)**

Dentro del análisis efectuado a la infraestructura red actual de la sede central del caso de estudio, se elaboró una evaluación de los componentes o dispositivos de red principales, en lo cual es posible efectuar Calidad de Servicio (QoS) en ellos, y estos presentan configuraciones específicas de acuerdo a su fabricante y la versión del firmware del dispositivo. Los aspectos de configuración por dispositivo se detallaran a continuación:

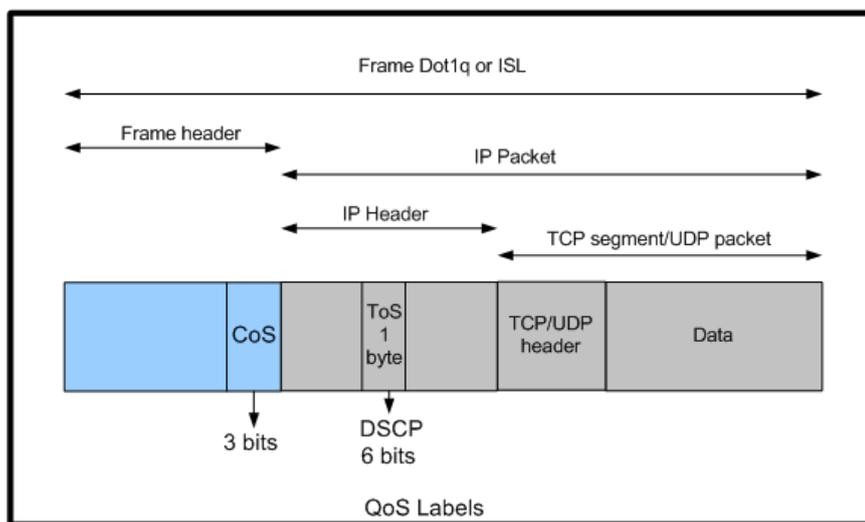
La Calidad de Servicio (QoS) para los diferentes servicios que se ofrecen en los entornos virtuales de educación a distancia universitaria, es necesario establecer consideraciones mediante el uso de estándares en cuanto a clasificación, marcado, y políticas, así como todas las funciones de calidad de servicio importantes que se realizan de manera óptima dentro de la red del campus universitario.

Generalmente, en el borde de entrada de capa de acceso (borde de acceso) para Cisco Catalyst Switches y/o routers soportan varias características de QoS tales como clasificación, marcado, control de tráfico, colocación en cola y programación según. Dichas características son administradas mediante herramientas de QoS proporcionadas por el firmware de los dispositivos de red de acuerdo al fabricante.

En relación a las características de QoS, Barragan (2013) señala que los equipos CISCO, son los únicos capaces de implementar la técnica Packet Classification, por ser una técnica propietaria de la empresa Cisco Systems. Así

mismo, se utilizarán las herramientas para Calidad de Servicio (QoS) proporcionados por el firmware Cisco IOS.

Las herramientas de QoS para equipos como los Cisco Catalyst Switch, según la versión 12.2 en adelante del firmware IOS de Cisco, pueden proporcionar tratamiento preferencial en función de las etiquetas de QoS de la Capa 2 o de las etiquetas de QoS de la Capa 3. Destacando el uso de las etiquetas de QoS de la Capa 2 y de la Capa 3 en los switches de Cisco Catalyst, según lo señala [www.cisco.com](http://www.cisco.com).



**Figura 29.** Etiquetas QoS según el estándar IEEE 802.1Q

**Fuente:** IEEE 802.1Q (2011).

### Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS)

En cuanto a los mecanismos de Calidad de Servicio (QoS), existen diferentes características que se deben considerar para el uso eficiente de los recursos que proporciona la red de datos en un campus universitario que prestan servicios académicos en entornos virtuales de educación a distancia. En este sentido, Cisco Systems (2015) estableció diferentes características que definen dichos

mecanismos para redes empresariales basadas en campus, que se ajustan al desarrollo de este estudio. Estas características son las siguientes:

- Fuentes internas
- Estados de confianza y operación
- Límites de confianza
- QoS Basado en Puerto, Basado en VLAN, y Por puerto/Por-VLAN
- EtherChannel QoS
- Modelos de Campus QoS
- Puerto Medianet para Campus QoS
- AutoQoS
- Macros Smartport
- Control Plane Policing

### **Fuentes internas DSCP**

Durante el procesamiento, QoS representa la prioridad de todo el tráfico (incluyendo el tráfico no IP) con un valor de DSCP interna. QoS deriva el valor de DSCP interna entre los siguientes:

- Para el tráfico de confianza CoS, a partir de recibido o interfaz de entrada de Capa 2 valores de CoS
- Para el tráfico de confianza DSCP, a partir de los valores DSCP interfaz de ingreso recibido
- Para el tráfico no es de confianza, de interfaz de entrada valor de DSCP

El estado de confianza de tráfico, es el estado de confianza de la interfaz de entrada a menos que se establezca lo contrario por una acción política para esta clase de tráfico.

QoS utiliza tablas de asignación configurables para obtener el valor de DSCP de 6 bits interno de CoS, que son valores de 3.

### **Estados de confianza y operación**

Entre los estados de confianza para aplicar calidad de servicio se encuentra el Untrusted, Trust-CoS, Trust-DSCP, Trust IP Precedence.

- **Untrusted:** Un puerto en este estado de confianza hace caso omiso de cualquier y todos Capa 2 o Capa 3 marcas que un paquete puede tener y genera un valor de DSCP interna de 0 (por defecto, a menos se anule con **[mls] qos cos** (comando de configuración de interfaz) para todos los paquetes recibidos. Este estado de confianza de puerto se puede activar con el comando de configuración de interfaz **no [mls] qos trust**.
- **Trust COS:** Un puerto en este estado de confianza acepta la CoS 802.1p marcado de un 802.1Q etiquetado de paquetes y utilizar este valor, en conjunto con la CoS-a-DSCP para calcular un valor de DSCP interno para el paquete. La tabla de asignación predeterminada de CoS a DSCP multiplica cada valor de CoS en un factor de 8 para calcular el valor por defecto internos DSCP (por ejemplo, mapeo de CoS 1 a DSCP 8, mapeo de CoS 2 a DSCP 16, y así sucesivamente); Sin embargo, la tabla de asignación predeterminada de CoS a DSCP puede modificarse con el comando de configuración global **[mls] qos map cos-dscp** (por ejemplo, para asignar CoS 5 al valor de DSCP no predeterminada de EF). Si es necesario dejar un paquete sin etiquetar (exactamente como fue recibido desde la VLAN nativa) se aplica el valor de DSCP interno por defecto a 0. El puerto del estado de confianza se puede activar con el comando de configuración de interfaz **[mls] cos qos trust**.

- **Trust IP Precedence:** Un puerto en este estado de confianza acepta la Precedencia IP (IPP) de un paquete marcado (es decir, los tres primeros bits del IPv4 o IPv6 Tipo de byte de servicio) y utiliza este valor, en conjunto con la precedencia de IP al DSCP para calcular un valor de DSCP interno para el paquete. La tabla de asignación predeterminada IPP-a-DSCP y este efectúa una multiplicación de cada valor de PPI en un factor de 8 para calcular el DSCP interno predeterminado (por ejemplo, mapeo de IPP 1 a 8 DSCP, mapeo de IPP 2 a DSCP 16, y así sucesivamente); Sin embargo, la tabla de asignación por defecto IPP-a-DSCP se puede modificar con el comando de configuración global **[mls] qos map ip-prec-dscp** (por ejemplo, para asignar IPP 5 al valor de DSCP no predeterminada de EF). En el caso de un paquete no IP (tal como un paquete IPX) se aplica el valor de DSCP interno predeterminado de 0. Este estado puerto de confianza se puede activar con el comando de configuración de interfaz **[mls] qos ip-trust priority**; Sin embargo, cabe señalar que este estado de confianza es un estado herencia, habiendo sido relegado por el estado de confianza DSCP.
- **Trust-DSCP:** Un puerto en este estado de confianza acepta la marcación de un paquete DSCP y define el valor de DSCP interna para que coincida. En el caso de un paquete no IP (tal como un paquete IPX), se aplica el valor de DSCP interno predeterminado de 0. Este estado de confianza del puerto se puede activar con el comando de configuración de interfaz **[mls] qos trust DSCP**.

Como lo expresa Cisco Systems (2015), donde indica que los puertos de los switches pueden ser configurados de forma estática mediante trust CoS, DSCP, o dinámica y condicional como para los teléfonos IP Cisco. Así como lo contienen los Catalyst 4500 Classic Supervisor siendo QoS por defecto activado en este. A diferencia del Catalyst 4500-E Supervisor 6-E que no soporta trust CoS, como es considerado en todas las interfaces a ser de confianza (via DSCP-trust) de acuerdo al estándar de la IETF RFC 5865 para Servicios Diferenciados (Diffserv).

Para el caso de estudio se utilizarán tanto el Trust-CoS como el Trust-DSCP según se requiera en lo que respecta a las interfaces de la solución de red, conforme a los estándares RFC 2474 y RFC 5865 respectivamente.

### **Clasificación basada en mapas de clases y mapas de políticas**

Un mapa de clases es un mecanismo que se utiliza para aislar y nombrar a un flujo específico de tráfico (o clase) del resto del tráfico. El mapa de clase define el criterio utilizado para coincidir en contra de un flujo de tráfico específico para clasificar adicionalmente ella; los criterios de búsqueda pueden incluir el grupo de acceso definida por la ACL o igualar una lista específica de valores de precedencia DSCP o IP. Si usted tiene más de un tipo de tráfico que desea clasificar, puede crear otra clase de mapa y utilizar un nombre diferente. Después de un paquete coincide con los criterios de **class-map**, puede especificar las acciones de calidad de servicio a través de un mapa de política.

Un mapa de la política especifica las acciones de QoS para las clases de tráfico. Las acciones pueden incluir confiar en la CoS o valores DSCP en la clase de tráfico; el establecimiento de un DSCP específico o valor de precedencia IP en la clase de tráfico; o especificar las limitaciones de ancho de banda de tráfico y la acción a tomar cuando el tráfico está fuera de perfil. Antes de que un mapa de política pueda ser eficaz, debe ser conectado a una interfaz.

Se crea un mapa de clases utilizando el comando de configuración global **class-map**. Cuando se introduce el comando **class-map**, el interruptor pasa al modo de configuración de **class-map**. En este modo, se definen los criterios de confianza para el tráfico mediante el comando de configuración partido de **class-map**.

Se crean y se nombra a un mapa de la política mediante el comando de configuración global **policy-map**. Cuando se introduce este comando, el switch

entra en el modo de configuración **policy-map**. En este modo, se especifican las acciones a realizar en una clase de tráfico específica mediante el uso de los comandos de configuración de clase de configuración de ruta de políticas y la asignación de política establecidos fideicomiso o. Para hacer el mapa de política efectiva, se conecta a una interfaz mediante el comando de configuración de interfaz **policy-service**.

No obstante, el mapa de la política también puede contener comandos que definen el controlador de políticas, (las limitaciones de ancho de banda del tráfico) y la acción a tomar si se superan los límites. Un mapa de la política también tiene estas características:

- Un mapa de la política puede contener hasta 255 declaraciones de clase.
- Puede tener diferentes clases dentro de un mapa de la política.
- Un mapa de política (policy-map) en estado de confianza reemplaza a un estado de interfaz de confianza.

## Políticas y Mercado

Después de que un paquete es clasificado y tiene un valor de DSCP interno asignado a la misma, se procede a definir la política y el proceso de marcado, considerando características globales por defecto en QoS (Ver. Tabla 97).

**Tabla 97.** Características globales por defecto en QoS

| Características                                     | Valor por Defecto                               |
|---|---|
| Características Globales QoS                        | Desabilitado                                    |
| Configuración de Interfaces QoS (basadas en puerto) | Habilitado cuando QoS es globalmente habilitado |

|   |   |
|---|---|
| Valor de Interface QoS                                      | 0   |
| Valor de Interface QoS                                      | 0   |
| Mapeo CoS a DSCP (DSCP set from CoS values)                 | CoS 0 = DSCP 0<br>CoS 1 = DSCP 8<br>CoS 2 = DSCP 16<br>CoS 3 = DSCP 24<br>CoS 4 = DSCP 32<br>CoS 5 = DSCP 40<br>CoS 6 = DSCP 48<br>CoS 7 = DSCP 56  |
| Mapeo DSCP a CoS (CoS se habilita desde valores de DSCP)    | DSCP 0-7 = CoS 0<br>DSCP 8-15 = CoS 1<br>DSCP 16-23 = CoS 2<br>DSCP 24-31 = CoS 3<br>DSCP 32-39 = CoS 4<br>DSCP 40-47 = CoS 5<br>DSCP 48-55 = CoS 6<br>DSCP 56-63 = CoS 7   |
| Marcado hacia abajo DSCP desde el Mapeo DSCP (Policed-DSCP) | Marcado hacia abajo del valor del DSCP igual al DSCP en su valor original (si marcado hacia abjo)   |
| Policers  | Ninguna   |
| Políticas de Mapeo  | Ninguna   |
| Transmite cola compartida                                   | 1/4 del ancho de banda  |
| Transmit tamaño de la cola                                  | 1/4 de las entradas de cola de transmisión para el puerto. El tamaño de la cola de transmisión de un puerto depende del tipo de puerto, que va de 240 paquetes por cola de transmisión a 1920 paquetes por cola de transmisión. |
| Transformación de la cola                                   | Ninguna   |
| DCSP-a-mapeo de cola transmitida                            | DSCP 0-15 Queue 1<br>DSCP 16-31 Queue 2<br>DSCP 32-47 Queue 3   |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | DSCP 48-63 Queue 4   |
| Cola de transmisión de alta prioridad | Desabilitada   |
| Con QoS desabilitado                  |  |
| Estado de confianza de la interfáz    | Trust DSCP   |
| Con QoS habilitado                    | Con QoS habilitado y todos los demás parámetros QoS a valores por defecto, QoS establece IP DSCP a cero y CoS Layer 2 a cero en todo el tráfico transmitido. |
| Estado de confianza de la interfaz    | No confiable   |

**Fuente:** Cisco Systems (2015)

Cuando se establecen políticas en QoS, implica la elaboración de un controlador de políticas que especifica los límites de ancho de banda para el tráfico. Los paquetes que exceden los límites están fuera de perfil o no conforme.

Cada controlador de políticas especifica la acción a tomar para los paquetes que se encuentran dentro o fuera de perfil. Estas acciones, llevadas a cabo por el marcador, incluyen pasa a través del paquete sin modificación, dejando caer el paquete, o el marcado por el paquete con un nuevo valor de DSCP que se obtiene del mapa de configuración policed-DSCP.

Puede crear estos tipos de controladores de políticas:

- **Individual:** QoS aplica los límites de ancho de banda especificado en el controlador de políticas por separado para cada clase de tráfico combinado para cada puerto / VLAN a la que el mapa de la política está conectada. Configurar este tipo de controlador de políticas dentro de un mapa de política mediante el comando **policy-map class** en virtud en el modo de configuración de clases.

- **Agregar:** QoS se aplica el límite de ancho de banda especificados en una forma acumulativa políticas agregado a todos los flujos de tráfico emparejados. Efectuar la configuración de este tipo de controlador de políticas especificando el nombre de la política agregado, dentro de un mapa de política utilizando el comando de configuración de mapa de política global **police**. Se especifican los límites de ancho de banda del controlador de políticas mediante el comando de configuración global de QoS agregada de controlador de políticas. De esta manera, el controlador de políticas agregado es compartida por múltiples clases de tráfico dentro de un mapa de la política.
- **Flujo o Microflow:** Política basada en flujo, en los cuales todos los flujos identificadas y establecidas según la tasa especificada de forma individual, debido a que los flujos son dinámicos, campos distintivas y estos se configuran en mapas de clase. Estas proporcionan dos opciones de coincidencia de flujo: IP de origen en base (cada flujo con la dirección IP fuente única es tratado como un nuevo flujo) y la IP de destino en base (cada flujo con la dirección IP destino único es tratado como nuevo flujo).

Al llevar a cabo la configuración de las políticas y policers, deben considerarse elementos como:

- Para los paquetes IP, sólo la longitud de la carga útil IP (el campo de longitud total en la cabecera IP) es utilizado por el controlador de políticas (policer). El encabezado de la Capa 2 y la longitud de la cola no se tienen en cuenta. Por ejemplo, para una Ethernet II paquete IP de 64 bytes, sólo 46 bytes se toman en cuenta para el monitoreo (64 bytes de cabecera Ethernet - 14 - bytes 4 bytes Ethernet CRC).
- Para los paquetes no IP, la longitud de Capa 2 tal como se especifica en la capa 2 de cabecera es utilizada por el controlador de políticas para el cálculo del policer. Para especificar una longitud adicional de encapsulación en

Capa 2 cuando se efectuá el monitoreo de los paquetes IP, puede usar el comando **qos account layer2 encapsulation**.

- Por defecto, no hay policers configurados. Sólo el tipo medio y los parámetros de ráfaga cometidos son configurables.
- Una política para policers individuales y agregados puede ocurrir en las interfaces de entrada y salida.
- Con el Supervisor Engine V-10GE (WS-X4516-10GE), 8192 policers se admiten en la entrada y en la salida.
- Con todos los demás motores de supervisor, 1024 policers se admiten en la entrada y en la salida.
- Cuatro policers en el ingreso y egreso dirección están reservados.
- Los policers pueden ser de tipo individual o agregados. En el Supervisor Engine V-10GE, siendo policers basado en el flujo compatibles.
- Una política para policers de flujo puede ocurrir en la capa de entrada solamente 3 interfaces.
- 512 policers de flujo son únicos, y estos se pueden configurar en el Supervisor Engine V-10GE. Resaltando que, como uno de los controladores de políticas de flujo está reservado por el software 511 policers de flujo únicas pueden ser definidos.
- Más de 100.000 flujos se le pueden establecer políticas de microflujo.
- En una interfaz configurada para QoS, todo el tráfico recibido o enviado a través de la interfaz se clasifica, monitorea, y marca de acuerdo con el mapa de la política conectado a la interfaz. Sin embargo, si la interfaz está configurada para utilizar QoS basada en VLAN (usando los comandos basada en VLAN QoS), el tráfico recibido o enviado a través de la interfaz se clasifica, monitorea, y marca de acuerdo con el mapa de la política unida

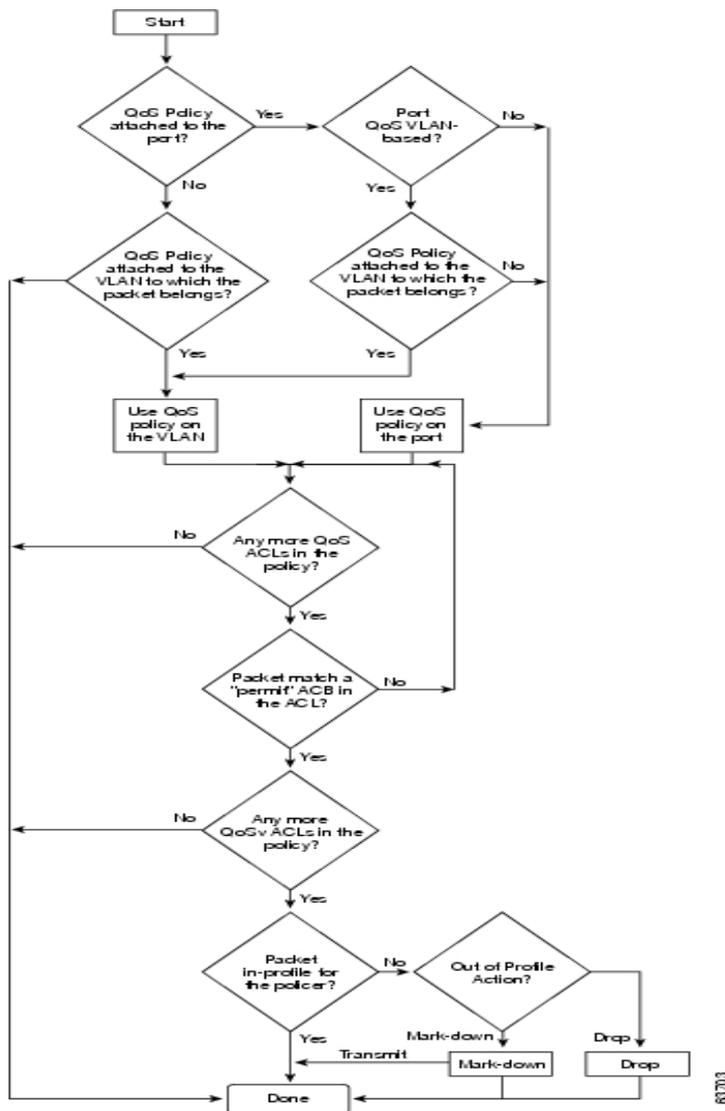
a la VLAN (configurado en la interfaz de VLAN) a la que pertenece el paquete. Si no hay ninguna asignación de política unido a la VLAN a la que pertenece el paquete, se utiliza el mapa de la política conectado a la interfaz.

Después de configurar el mapa de políticas y las acciones, se debe fijar la política a una interfaz de entrada o salida mediante el comando de configuración de interfaz **service-policy**.

Por otra parte, la clasificación y el marcado de paquetes de datos se encuentran normados por los estándares internacionales de la UIT-T, estos presentan una estructura en cuanto a su funcionalidad y operatividad. Dichos elementos, están representados en un diagrama de flujo elaborado por Cisco Systems utilizando dichas normas establecidas. Destacando que cada conjunto de switches presentan funcionalidades distintas entre las que se destaca Cisco Catalyst 4500/4900 y 4500-E/4900M quienes presentan funcionalidad para campus empresariales según lo expresa su fabricante Cisco Systems.

No obstante, se considera que de acuerdo al dispositivo de red seleccionado para el diseño de la infraestructura de red presentará algunas diferencias en cuanto a su funcionamiento según datos suministrados por el fabricante, entre ellos puede incluir versiones soportadas de firmware, características específicas en soporte de hardware y software, así como la capacidad de asignación de políticas de Calidad de Servicio (QoS).

El diagrama en cuestión, enfoca el funcionamiento del proceso de clasificación y marcado para Cisco Catalyst 4500/4900 y 4500-E/4900M, elaborado por Cisco Systems a partir de estándares de la UIT-T, IEEE, ANSI, entre otros. Este se presenta a continuación:



**Figura 12.** Diagrama de flujo de Políticas y Marcado

**Fuente:** Cisco Systems (2015).

Por otra parte, Las siguientes secciones describen los valores internos DSCP:

- Fuentes internas DSCP
- Egreso ToS y CoS Fuentes

## **Fuentes internas DSCP**

Durante el procesamiento, QoS representa la prioridad de todo el tráfico (incluyendo el tráfico no IP) con un valor de DSCP interna. QoS deriva el valor de DSCP interna entre los siguientes:

- Para el tráfico de confianza CoS, a partir de recibido o interfaz de entrada de Capa 2 valores de CoS
- Para el tráfico de confianza DSCP, a partir de los valores DSCP interfaz de ingreso recibido
- Para el tráfico no es de confianza, de interfaz de entrada valor de DSCP

El estado de confianza de tráfico, es el estado de confianza de la interfaz de entrada a menos que se establezca lo contrario por una acción política para esta clase de tráfico.

QoS utiliza tablas de asignación configurables para obtener el valor de DSCP de 6 bits interno de CoS, que son valores de 3.

## **Egreso ToS y CoS Fuentes**

Para el tráfico IP de salida, QoS crea un byte ToS del valor DSCP interna y la envía a la interfaz de salida para ser escrito en paquetes IP. Para la confianza-DSCP y el tráfico IP no es de confianza, el byte ToS incluye el original de 2 bits menos significativos del byte TOS recibido. Considerando que, el valor ToS interno puede simular un valor de precedencia IP. (Ver Figura 13).

Por todo el tráfico de salida, calidad de servicio utiliza una tabla de asignación configurable para derivar un valor de CoS a partir del valor ToS interna asociada con el tráfico, y QoS envía el valor de CoS a escribirse en tramas ISL y 802.1Q.

Para el tráfico recibido en una interfaz de entrada configurado para confiar en CoS utilizando el comando `qos trust cos`, la CoS de transmisión es siempre la clase de servicio de paquetes entrantes (o la CoS predeterminada interfaz de entrada si el paquete se recibe sin etiqueta).

Cuando el estado de interfaz de confianza no está configurado para confiar DSCP con el comando `DSCP qos trust dscp`, además, de la seguridad y la clasificación de calidad de servicio de ACL, se debe utilizar siempre la interfaz DSCP y no el paquete DSCP entrante.

### **Tablas de asignación**

Durante el procesamiento de QoS, el interruptor representa la prioridad de todo el tráfico (incluyendo el tráfico no IP) con un valor de DSCP interna:

- Durante la clasificación, QoS utiliza tablas de asignación configurables para derivar el DSCP interna (un valor de 6 bits) de CoS recibidos. Estos mapas incluyen el mapa de CoS a DSCP.
- En la definición de una política de QoS, a esta se le puede asignar otro valor de DSCP a un paquete IP o no IP (si el paquete está fuera de perfil y el controlador de políticas especifica un valor de DSCP marcado hacia abajo). Este mapa configurable se llama el mapa `policed-DSCP`.
- Antes de que el tráfico llega a la etapa de programación, QoS utiliza el DSCP interno para seleccionar una de las cuatro colas de salida para el procesamiento de salida. La asignación de colas-DSCP a la salida se puede configurar mediante la QoS DSCP mapa de comando `qos map dscp to tx-queue`.
- El COS-a-DSCP y el mapa de CoS DSCP-a-COS valores predeterminados que podrían o no ser apropiados para su red.

## Formación de Colas y programación

Cada puerto físico tiene cuatro colas de transmisión (colas de salida). Cada paquete que necesita ser transmitida es encolado a una de las colas de transmisión. Las colas de transmisión son entonces mantenidas basado en el algoritmo de planificación cola de transmisión.

Una vez, que se efectúa el cálculo del DSCP final de transmisión (incluidos cualquier marca del DSCP), el DSCP de transmisión para transmitir la configuración de la asignación de colas determina la cola de transmisión. El paquete se coloca en la cola del puerto de cola de transmisión, determinada a partir del DSCP de transmisión. Este usa **qos map dscp to tx-queue** mediante el comando **tx-queue** para configurar el DSCP de transmisión para transmitir la asignación de colas. Además, el DSCP de transmisión es el valor de DSCP interna si el paquete es un paquete IP no según lo determinado por las políticas de QoS y configuración de confianza en los puertos de entrada y salida, como lo señala el siguiente ejemplo de configuración. (Ver Tabla).

## Gestión de colas de activos

Gestión de cola activa (AQM) es el enfoque proactivo de informarle acerca de la congestión antes de que ocurra un desbordamiento de búfer. AQM se realiza usando tampón dinámico limitante (DBL). DBL un seguimiento de la longitud de la cola para cada flujo de tráfico en el conmutador. Cuando la longitud de la cola de un flujo excede su límite, paquetes de caída DBL o ajuste los bits de notificación de congestión explícita (ECN) en las cabeceras de los paquetes.

DBL clasifica los flujos en dos categorías, adaptables y agresivos, flujos de adaptación reducen la tasa de transmisión del paquete una vez que se recibe notificación de congestión. En los flujos agresivos no se toman las medidas

correctivas en respuesta a la notificación de congestión, mientras que para cada flujo activa el conmutador mantiene dos parámetros, **"buffersUsed"** y **"credits"**.

Todos los flujos comienzan con **"max-credits"**, un parámetro global. Cuando un flujo de créditos con menos **"agressive-credits"** (otro parámetro global), se considera un flujo agresivo y se le da un pequeño límite de búfer llamado **"aggressiveBufferLimit"**.

La longitud de la cola se mide por el número de paquetes. El número de paquetes en la cola determina la cantidad de espacio de almacenamiento temporal que se da un flujo. Considerando que, cuando un flujo tiene una longitud máxima de colas se reduce el valor calculado. Esto permite que los nuevos flujos de entrada para recibir espacio de amortiguación en la cola. Esto permite que todos los flujos que reciben una parte proporcional de paquetes a través de la cola.

### **Enlace de ancho de banda compartido entre colas transmitidas**

Las cuatro colas de transmisión para un puerto de transmisión, comparten el ancho de banda de enlace disponible de ese puerto transmisor. De esta manera, según Cisco Systems (2015) es posible establecer ajustes en el ancho de banda de enlace para ser compartida de forma diferente entre las colas de transmisión utilizando comandos de ancho de banda en el modo de configuración de interfaz de cola de transmisión. Con este comando, se asigna el ancho de banda mínimo garantizado para cada cola de transmisión. Acotando que, por defecto, todas las colas están programados de manera round robin.

Para los sistemas que utilizan Supervisor Engine II-Plus, Supervisor Engine II-Plus TS, Supervisor Engine III y IV Supervisor Engine, el ancho de banda se puede configurar en sólo estos puertos:

- Puertos de enlace ascendente en los motores de supervisor
- Puertos en el módulo de WS-X4306-GB GBIC

- Puertos en el módulo de la PESC WS-X4506-GB-T
- Los 2 puertos 1000BASE-X en el módulo de WS-X4232-GB-RJ
- Los primeros 2 puertos en el módulo de WS-X4418-GB
- Los Dos Puertos 1000BASE-X en el módulo de WS-X4412-2GB-TX

Por otro lado, para los sistemas que usan Supervisor Engine V, el ancho de banda puede configurarse sobre todos los puertos (10/100 Fast Ethernet 10/100 / 1000BASE-T y 1000BASE-X).

### **Prioridad estricta / baja latencia de encolamiento**

Es posible configurar la cola de transmisión 3 en cada puerto con mayor prioridad, utilizando el comando **priority high tx-queue** en el Modo de configuración de la interfaz. Así mismo, cuando la cola de transmisión 3 se encuentra configurada con una prioridad más alta, en la cola 3 de transmisión están programados por delante de paquetes en otras colas.

Sin embargo, cuando la cola de transmisión 3 se encuentra configurada con una prioridad más alta, están se programan para la transmisión mucho antes que otras colas de transmisión, si y sólo si no se ha cumplido con la configuración para compartir ancho de banda asignado. Además, cualquier tráfico que supera la tasa de forma configurada, se pone en cola y se transmite a la velocidad configurada. Mientras que, si la ráfaga de tráfico excede el tamaño de la cola, se eliminan paquetes para mantener la transmisión a la velocidad forma configurada.

## **Traffic Shaping (Conformado de Tráfico)**

Traffic Shaping proporciona la capacidad de controlar la velocidad del tráfico de salida con el fin de asegurarse de que el tráfico se ajusta a la velocidad máxima de transmisión contratado para ello. El tráfico, cumple con diversos requerimientos, los cuales, a su vez presenta cierto perfil conformado para satisfacer los requerimientos de velocidad de tráfico en sentido descendente para manejar cualquier desajuste en la velocidad de datos.

Por otro lado, cada cola de transmisión puede ser configurada para transmitir una tasa máxima, utilizando el comando **shape**. Dicha configuración, le facilita definir la tasa máxima de tráfico. Indicando, que cualquier tráfico que supere dicha tasa se pone en cola y se transmite a la velocidad configurada. Sin embargo, si la ráfaga de tráfico excede el tamaño de la cola, se eliminan paquetes para de esta manera mantener la transmisión a la velocidad forma configurada.

## **Modificación de Paquetes**

Un paquete se clasifica, se le asignan políticas, y es encolado para proporcionar Calidad de Servicio (QoS), y durante el proceso pueden surgir modificaciones de los paquetes.

- En lo que respecta a los paquetes IP, la clasificación engloba una asignación de un DSCP al paquete. Sin embargo, el paquete no se modifica en esta etapa, y solo una indicación de la asignación DSCP es llevada. Teniendo en cuenta que la clasificación de calidad de servicio y la búsqueda de ACL se producen en paralelo, y es posible que la ACL especifique que el paquete debe ser negado, y registrado, siendo el paquete reenviado con su DSCP original a la CPU, Donde este se procesa a través de un nuevo software de ACL.

- Para Los Paquetes No IP, la asignación implica la asignación de un DSCP al paquete, en caso contrario, sino existe el DSCP interno en el paquete sin IP, por lo que no se produce ninguna sobre escritura. Mientras que, el DSCP interno se utilizó tanto para el encolamiento como la programación de decisiones, así como para escribir el valor de prioridad de Cos en la etiqueta si el paquete se transmite a cada ISL o puerto de enlace troncal 802.1Q.
- Durante la asignación de políticas, los Paquetes IP y no IP pueden presentar asignaciones diferentes de DSCP. En este caso, el DSCP en el paquete no se modifica, pero indica el valor que lleva es marcado abajo. Considerando que, para paquetes IP, la modificación de paquetes se producirá en una siguiente etapa.

### Auto-QoS para VoIP y Videoconferencia

En los switches, existen comandos de activación de políticas de Calidad de Servicio (QoS) con parámetros definidos automáticamente según estándares establecidos y criterios del fabricante de acuerdo al tipo de servicio. Por ejemplo: entre los parámetros para otorgar Calidad de Servicio para servicios VoIP tenemos:

**Tabla 98.** Auto-QoS para VoIP

| Pasos | Comando                       | Descripción   |
|-------|-------------------------------|---|
| 1     | Switch# <b>debug auto qos</b> | Es opcional. Su función principal es habilitar el depurador para auto-QoS. Cuando este es habilitado, el switch muestra los comandos que son automáticamente generados y aplicados cuando auto-QoS es |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | habilitado o deshabilitado.   |
| 2 | Switch# <b>configure terminal</b>                                | Entra en el modo de configuración global  |
| 3 | Switch(config)#<br><b>interface</b> <i>interface-id</i>          | Entra en el modo de configuración de interface, y este especifica la interface al cual está conectado al teléfono IP Cisco IP o la interface al cual está conectado a otro switch o router dentro de la red de datos.   |
| 4 | Switch(config-if)#<br><b>auto qos voip</b> {cisco-phone   trust} | Habilita auto-QoS bajo las siguientes premisas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>cisco-phone</b> – Si la interface está conectada a el teléfono IP Cisco, las etiquetas de CoS de entrada de paquetes se habilitan como de confianza solo cuando el teléfono es detectado.</li> <li>• <b>trust</b> - Cuando la interface está conectada a un dispositivo de confianza switch o router, y la clasificación del tráfico de paquetes VoIP de ingreso es confiable.</li> </ul> |
| 5 | Switch(config)# <b>end</b>                                       | Retorna al modo de privilegios de ejecución (EXEC).   |
| 6 | Switch# <b>show auto qos interface</b><br><i>interface-id</i>    | Comando de verificación de las configuraciones.<br><br>Este comando despliega la configuración de auto-QoS que fue inicialmente aplicada. Destacando que, que no muestra ningún cambio en la configuración del usuario que pudiera estar en vigor.  |

**Fuente:** Cisco Systems (2015). Traducido por el autor

Si se trata de Auto-QoS para Videoconferencia la recomendación del fabricante Cisco Systems para sus dispositivos de red (routers) es la siguiente:

**Tabla 99.** Auto-QoS para Videoconferencia

| <b>Pasos</b> | <b>Comando</b>   | <b>Descripción</b>  |
|--------------|--|---|
| 1            | Switch# <b>debug auto qos</b>  | Es opcional. Su función principal es habilitar el depurador para auto-QoS. Cuando este es habilitado, el switch muestra los comandos que son automáticamente generados y aplicados cuando auto-QoS es habilitado o deshabilitado. |
| 2            | Switch# <b>configure terminal</b>                                    | Entra en el modo de configuración global  |
| 3            | Switch(config)# <b>interface interface-id</b>                        | Entra en el modo de configuración de interface, y este especifica la interface al cual está conectado al teléfono IP Cisco IP o la interface al cual está conectado a otro switch o router dentro de la red de datos.             |
| 4            | Switch(config-if)# <b>class-map match-any etiqueta</b><br>Audio      | Esta configuración creará el mapeo de las clases y marcará cualquier paquete y este se le asigna una etiqueta   |
| 5            | Switch(config-if)# <b>match protocol rtp/ sip/ rtcp audio/ video</b> | Esta instrucción marca el protocolo a utilizar ya sea para video o audio  |
| 6            | Switch(config-if)# <b>policy-map etiqueta</b>                        | Se define una política para aplicarla a las interfaces  |
| 7            | Switch(config-if)# <b>class etiqueta</b>                             | Se define los parámetros de la clase definida en el paso 4  |
| 8            | Switch(config-if)# <b>bandwidth remaining percent porcentaje</b>     | Se le asigna un ancho de banda a la clase   |
| 9            | Switch(config-if)# <b>set dscp cos valor dscp cos</b>                | Se le asigna el valor de dscp/cos   |

**Fuente:** Cisco Systems (2015)

## **Modelos de marcado**

### **Por puerto**

El modelo marcado por puerto (basado en la figura 2-10) coincide con VoIP y tráfico de señalización de la VVLAN haciendo coincidir el DSCP EF y CS3, respectivamente. En el tráfico de conferencias multimedia desde el DVLAN se corresponde con los puertos UDP / RTP 16384-32767. El tráfico de señalización se corresponde en los puertos TCP SCCP (2000-2002), así como en los puertos SIP (TCP / UDP 5060 hasta 5061). Otro tráfico de datos transaccionales, datos en bloque, y el tráfico del tesoro se corresponde en distintos puertos. La política de servicio se aplica a una gama interfaz, junto con (el modo DSCP) la confianza condicional.

### **Por puerto / por VLAN QoS**

Por puerto por VLAN QoS (PVQoS) ofrece Calidad de Servicio a una VLAN individual sobre un puerto de enlace troncal. Así mismo, permite a los proveedores de servicio asignar a los servicios individuales basados en VLAN un límite de velocidad en cada puerto de línea externa de una empresa o una residencia.

Por otra parte, en entornos de empresas que ofrecen servicios de Voz Sobre IP (VoIP), puede ser usado para evaluar el límite de voz sobre VLAN. También podría considerarse que si un atacante se hace pasar por un Teléfono IP. Una política de servicio por puerto por VLAN puede aplicarse por separado en cualquier tráfico de entrada o salida.

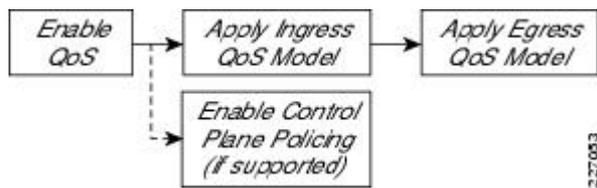
## **EtherChannel QoS**

Otro caso en el frente lógica interfaces físicas de acuerdo a Cisco Systems (2015), tiene una incidencia en el diseño de QoS es cuando el aprovisionamiento de QoS a través de conexiones EtherChannel. Múltiples puertos Gigabit Ethernet o 10 Gigabit Ethernet pueden ser agrupados de forma lógica en una única interfaz EtherChannel (que también se conoce como una interfaz PortChannel, debido a que la forma en que aparece en la sintaxis de configuración). Desde un / Capa 3 Capa 2 punto de vista, donde estas interfaces los paquetes están representados-y funcionan, como una única interfaz.

## **Modelos de Campus QoS**

En términos generales, hay cuatro pasos principales para la implementación de modelos de calidad de servicio en el campus de acuerdo al diseño de campus elaborado por Cisco Systems (2015):

1. Habilitar QoS.
2. Aplicar un modelo de calidad de servicio de ingreso, para asignar la confianza o para clasificar de forma explícita y marcar los flujos, que (opcionalmente) habilita las políticas de flujo y para permitir la puesta en cola de ingreso (si es necesario).
3. Aplicar un modelo de calidad de servicio de egreso, para asignar los flujos de transmitir colas, para permitir que las políticas de goteo y el monitoreo de salida (si es compatible y necesario).
4. Habilitar política de plano de control (en plataformas que soportan esta función). (Ver Figura).



**Figura.** Modelo de Campus QoS

**Fuente:** Cisco Systems (2015).

### Los paquetes de software y procesamiento de QoS

La plataforma Catalyst 4500 no aplica para el marcado, o aplicación de políticas de configuración para todos los paquetes que se envían o generan por el software Cisco IOS. Por lo que da a conocer, que cualquier política de entrada o salida de QoS configurada en el puerto o VLAN no se aplica a los paquetes de un flujo si el Cisco IOS se encuentra reenviando o generando paquetes.

Sin embargo, Cisco IOS tiene la particularidad de permitir la marca de todos los paquetes de control adecuadamente y utiliza el DSCP IP interno para determinar de la cola de transmisión en la interfaz de transmisión de salida. En cuanto a Paquetes IP, la IP interna del DSCP la IP del campo DSCP en el paquete IP. En cambio, para los paquetes con ninguna IP, el firmware Cisco IOS asigna una prioridad de paquetes internamente y le asigna una IP interna al valor del DSCP.

No obstante, IOS de Cisco se encarga de definir la precedencia de IP de 6 y procede a encaminar los paquetes de protocolo en el plano de control de Cisco, como lo establece el estándar de la IETF en el RFC 791, considerando que la designación del Control Internetwork es diseñado para ser utilizado sólo por los creadores del control de puerta de enlace. Por lo que, Cisco IOS marca los siguientes paquetes de control basados en IP, como lo son: Open Shortest Path First (OSPF), el Protocolo de información de enrutamiento (RIP), el Protocolo de

enrutamiento de gateway interior Mejorado (saludos EIGRP), y Los Mensajes de Actividad.

En cuanto a los paquetes de Telnet Hacia y desde el enrutador también reciben el valor de precedencia IP de 6, este valor es asignado si este se mantiene con los paquetes aun cuando la interfaz de salida es transmitida en la red de datos .

Por otra parte, los protocolos de control de capa 2, el software tiene la capacidad de asignar una DSCP IP interna. Considerando que, los paquetes de protocolo de capa 2 de control normalmente se les asigna un valor interno DSCP de 48 (Correspondiente a un valor de precedencia IP de 6).

Destacando que, el DSCP IP interno es usado para determinar si en la transmisión el paquete se pone en cola de la interfaz de transmisión, y a su vez, es utilizado de igual manera para determinar las CoS de transmisión de marcado, esto si el paquete se transmite bajo el estándar IEEE 802.1q o etiqueta ISL en una interfaz troncal.

### **Modelo de Servicios Diferenciado**

Este describe los servicios asociados con las clases de tráfico, donde las tareas complejas de clasificación del tráfico se hacen en el borde de la red resultado de aplicar un DSCP (Diferenciaded Services Code Point) o bit marcado en el encabezado IP. Los valores de DSCP son usados para marcar los paquetes para seleccionar el comportamiento por salto o PHB (per-hop behavior).

El modelo de servicios diferenciados presenta multiples ventajas respecto a otros modelos como Intserv porque permite la escalabilidad, debido a que el tráfico es agrupado según la clase de servicio y su etiquetado PHB que permite definir el tráfico a clasificar (Ver Figura 26)

| Application             | PHB | Application Examples      | Present at Campus Access-Edge (Ingress)? | Trusted Endpoint? | Untrusted Endpoint? |
|-------------------------|-----|---------------------------|--|-------------------|---------------------|
| Network Control         | CS6 | EIGRP, OSPF, HSRP, IKE    |  |                   |                     |
| VoIP                    | EF  | Cisco IP Phones           | Yes                                      | Trusted           |                     |
| Broadcast Video         |     | Cisco IPVS, Enterprise TV | Yes                                      | Trusted           |                     |
| Realtime Interactive    | CS4 | Cisco TelePresence        | Yes                                      | Trusted           |                     |
| Multimedia Conferencing | AF4 | Cisco CUPC, WebEx         | Yes                                      |                   | Untrusted           |
| Multimedia Streaming    | AF3 | Cisco DMS, IP/TV          |  |                   |                     |
| Signaling               | CS3 | SCCP, SIP, H.323          | Yes                                      | Trusted           | Untrusted           |
| Transactional Data      | AF2 | ERP Apps, CRM Apps        | Yes                                      |                   | Untrusted           |
| OAM                     | CS2 | SNMP, SSH, Syslog         |  |                   |                     |
| Bulk Data               | AF1 | Email, FTP, Backups       | Yes                                      |                   | Untrusted           |
| Best Effort             | DF  | Default Class             | Yes                                      |                   | Untrusted           |
| Scavenger               | CS1 | YouTube, Gaming, P2P      | Yes                                      |                   | Untrusted           |

**Figura 26.** Características del marcado y confianza.

## Modelos de campus

### Modelos de egreso de QoS

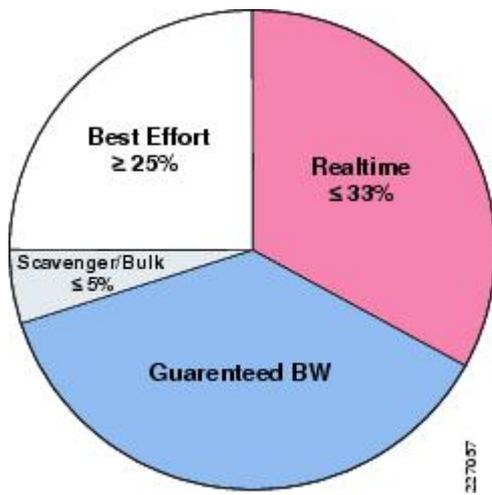
Modelos de egreso de QoS refieren principalmente a la puesta en cola y dejando caer las políticas (aunque las características de calidad de servicio, tales como egreso adicionales egreso policial-son compatibles en algunas plataformas). Como se discutió en el capítulo anterior, las aplicaciones críticas de los medios exigen garantías de servicio, independientemente de las condiciones de red. La única manera de proporcionar garantías de servicio es permitir que las colas en cualquier nodo que tiene el potencial para la congestión, independientemente de lo raro que esto realmente puede ocurrir. Este principio se aplica no sólo a los bordes del campus-a-WAN / VPN, donde las incongruencias de velocidad son más pronunciadas, sino también para el campus enlaces entre conmutadores, donde las tasas de sobresuscripción crean el riesgo de congestión instantánea. Simplemente no hay otra manera de garantizar los niveles de servicio que no sean al permitir que la cola donde existe una falta de coincidencia de velocidad.

Además, debido a que cada clase de aplicación medianet tiene sus propios requisitos de nivel de servicio, cada uno debe ser asignado de manera óptima una cola dedicada. Sin embargo, en las plataformas delimitadas por un número limitado de colas de hardware, no menos de cuatro colas serían necesarios para apoyar las políticas de QoS medianet en el campus; específicamente las siguientes colas serían considerados como mínimo:

- Cola en tiempo real (para apoyar un servicio de PHB RFC 3246 EF)
- Cola de ancho de banda garantizado (RFC 2597 para apoyar los servicios de PHB AF)
- Colas por omisión (para apoyar un RFC 2474 el servicio DF)
- Ancho de banda limitado de colas (basado en el RFC 3662)

Por otra parte, teniendo en cuenta las directrices de mejores prácticas que hacen cola descritos en el capítulo anterior, se recomiendan las siguientes asignaciones de ancho de banda para estas colas:

- Cola en tiempo real no debe exceder el 33% del ancho de banda del enlace.
- Colas por omisión debe ser de al menos el 25% del ancho de banda del enlace.
- Colas a granel / eliminador no debe superar el 5% del ancho de banda del enlace. (Ver Figura)



**Figura 27.** Modelo recomendado de gestión de ancho de banda

Siendo este modelo recomendado por el fabricante de los dispositivos Cisco Systems, como una manera de administrar el tráfico de datos.

### **Análisis de la configuración adecuada para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria**

#### **Requerimientos de Calidad de Servicio (QoS) en las redes de datos**

Actualmente, a nivel mundial la educación virtual universitaria a distancia presenta un gran crecimiento de las tecnologías de información (TIC). Así como lo resalta, que la tendencia de la educación virtual en las universidades como las colombianas, cada día tiene mayor cobertura, destacando que en cada ciudad del país donde se ofrece más esta modalidad es en Bogotá con un 36%, seguida de Medellín 18% y Bucaramanga 9%, debido al crecimiento de las nuevas tecnologías en las ciudades señaladas, así como la generación de estrategias por

las instituciones de educación superior en incursionar en este tipo de educación universitaria.

En Venezuela, Quintero (2016) resalta que, en el ámbito universitario, existe la evidencia de una educación con el uso de la tecnología que brindan los entornos virtuales, con la creación de carreras a distancia ofrecidas por diversas casas de estudios virtuales, sobre todo en aquellas instituciones que ofrecen carreras a distancia, tal es el caso del estado Táchira donde la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET-CTS), la Universidad Nacional Abierta (UNA), la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL-IMPM), entre otras, ofrecen la modalidad de estudios a distancia o semi-presencial. De allí, la importancia de sistematizar las experiencias de integración de aulas virtuales, que no se conciben solo como una exigencia para toda institución universitaria, sino como una herramienta de gran utilidad para la docencia en beneficio del estudiante, principalmente.

### **Requerimientos de Calidad de Servicio (QoS) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia**

Los entornos virtuales universitarios, con la evolución de las TIC, requieren de una infraestructura de red adecuada en lo cual se garantice el acceso, la seguridad, y la calidad de los servicios prestados en dicha modalidad de estudio.

Tal es el caso de las actividades colaborativas en un campus virtual universitario donde participan docentes y estudiantes de cualquier parte del mundo, así como también deben emplearse mecanismos de diferenciación o clasificación de los servicios con el objetivo de efectuar un tratamiento por cada paquete en el tráfico de datos de la red universitaria en las aplicaciones utilizadas por los usuarios en educación virtual universitaria para otorgar Calidad de Servicio (QoS) en los mismos.

No obstante, el tráfico de paquetes en una red de datos, requiere un control del flujo de los mismos de acuerdo a la necesidad para garantizar Calidad de Servicio (QoS), estos controles definidos por Tanenbaum (2006) están clasificados como: confiabilidad, retardo, fluctuación y ancho de banda en los enlaces de red, dichos parámetros están definidos en el Capítulo II, y son los que determinan la que cada flujo necesita.

Una de las características principales

### **Servicios Multimedia**

De acuerdo a Del Favero (2003), una red tradicional no es capaz de diferenciar diferentes tráficos, estos son tratados de igual manera, por lo que es necesario establecer técnicas que permitan controlar el tráfico en aplicaciones, como las videoconferencias que generalmente el tráfico de datos es crítico, señalando que en condiciones normales no se hace necesario aplicar Calidad de Servicio (QoS), pero eventos críticos pueden afectar el rendimiento de una red de datos aun cuando este bien diseñada.

En los servicios multimedia (voz, datos y videoconferencia) dentro de los entornos virtuales de educación a distancia universitaria, el control de flujo de paquetes para este tipo de servicios es primordial, puesto que representan los servicios principales que se integran en los campus virtuales. Para el estudio se utilizó herramientas basadas en escritorio para llamadas mediante la tecnología VoIP, así como para videoconferencias.

En cuanto a los servicios de voz, mediante la tecnología VOIP (Voz sobre IP), el análisis de confiabilidad viene determinado de acuerdo al protocolo seleccionado y su normativa estándar, tal es el caso del protocolo de señalización SIP y el protocolo de control de llamadas RTP (Real Time Protocol) para el audio, utilizado por la central telefónica Elastik Asterisk disponible en la sede principal de la red universitaria.

Para el desarrollo del estudio en servicios de voz (VOIP), se utilizó el protocolo SIP mediante al uso de aplicaciones softphones para escritorio, siendo éste, uno de los principales protocolos implementados en las centrales telefónicas en las redes de datos según la normativa establecida por la IETF, mediante el estándar principal RFC3261 (SIP: Protocolo de Iniciación de Sesión) y sus derivados como el RFC 3262 (Fiabilidad de las respuestas provisionales del SIP).

Por parte de las video conferencias, se utilizó el estándar H323 de la UIT-T, para el aseguramiento de la interoperabilidad entre los equipos de videoconferencia en entornos virtuales universitarios. Así mismo, como lo señala Díaz (2013), todos los sistemas de videoconferencia operan sobre los mismos principios y presentan características importantes como la preparación de la señal digital, la transmisión digital y el procesado de la señal digital la cual reciben. De acuerdo al proceso efectuado de digitalización de la señal, las transmisiones de videoconferencia pueden ir sobre cualquier circuito por vía terrestre (cable, fibra óptica,) o por satélite.

Para efectuar el análisis de videoconferencias se realizaron pruebas con el Sistema de Gestión de Videoconferencias BigBlueButton, lo cual contiene requerimientos adecuados en cuanto al soporte del estándar H323 así como soporte del protocolo RTP de video para ambientes virtuales de educación a distancia universitaria, con amplias ventajas sobre otras plataformas como Openmeeting, entre otros, para entornos educativos virtuales en universidades públicas, entre las cuales se encuentra la posibilidad de integración con plataformas LCMS como Moodle. Siendo necesario que el software utilizado este basado en software libre por el decreto presidencial 3390 estipulado para las Universidades Públicas Venezolanas.

Otros de los servicios resaltantes en los entornos virtuales de educación a distancia universitaria son las bibliotecas digitales, lo cual proporcionan al usuario la posibilidad de acceder a servicios como descarga de ficheros, acceso a ficheros de las clases impartidas por los docentes en las diversas cátedras. Las bibliotecas

digitales están intrínsecas dentro de los entornos virtuales universitarios asociado a un servidor de datos dentro de la red local, con una dirección física asignada de acuerdo a políticas establecidas por las autoridades de la universidad y los docentes.

En cuanto a otros elementos que intervienen en la Calidad de Servicio (QoS), es posible otorgar un tratamiento distinto y preferencial respecto otros tipos determinados de tráfico. En este sentido, se debe diferenciar el tráfico utilizando etiquetas de QoS, según lo establecen los estándares para cada tipo de servicio (voip, videoconferencias y bibliotecas digitales) en los entornos virtuales de educación a distancia universitaria.

En relación a lo anterior expuesto, es imperativo considerar que de acuerdo al dispositivo de red (routers, switches, etc.) utilizado tendrá algunas diferencias en cuanto a la funcionalidad y características referentes a QoS, sin embargo, existen características comunes como la definición de etiquetas. Las dos etiquetas que se usan con más frecuencia en el encabezado IP de la Capa 3 son el campo de precedencia IP y el campo DSCP. La etiqueta de QoS en el encabezado de trama de la Capa 2 se denomina Clase de Servicio (CoS), según lo establecido en los estándares internacionales.

### **Directrices de configuración**

Antes de efectuar la configuración de Calidad de Servicio (QoS) en los dispositivos de red se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Para las versiones de IOS Cisco 12.x, las configuraciones de auto-QoS sobre switches para servicios VoIP solo soportan Teléfonos IP Cisco. A partir de la versión 15 del IOS Cisco, el soporte de auto-QoS es garantizado para otros dispositivos.

- Si tiene puertos EtherChannel configurados en su conmutador o switch, debe configurar la clasificación de Calidad de Servicio y la supervisión en el EtherChannel. La configuración de la cola de transmisión debe asignarse en los puertos físicos individuales que conforman el EtherChannel.
- En el caso de utilización de listas de acceso (access-list), si los fragmentos IP coinciden con el origen y el destino configurado en la ACL se utilizan para clasificar el tráfico de Calidad de Servicio, pero no coinciden con el número de puertos de la Capa 4 en el ACL, aun así, estos son utilizados con el ACL y deben ser priorizados.
- ACL es recomendado utilizar cuando existe un dispositivo cortafuegos (firewall) instalado en la infraestructura de red, debido a la definición de políticas de seguridad asignadas a los diferentes sectores de la red y rutas de acceso a los diferentes servicios en las redes de datos.

## **Configuración de Auto-QoS**

La función de Auto-QoS se utiliza para simplificar el despliegue de las características de calidad de servicio existentes. Auto-QoS puede efectuar suposiciones sobre el diseño de la red, obteniendo como resultado que, el equipo switch y/o router puede dar prioridades a diferentes flujos de tráfico, así como la utilización adecuada de los refrescos de cola de salida en lugar de como utilizar la configuración de QoS por defecto (siendo QoS por defecto desactivado). El switch, ofrece un conjunto de servicios para establecer el mejor esfuerzo por cada paquete, independientemente del contenido o el tamaño del paquete, y este lo envía a partir de una sola cola.

Cuando se habilita Auto-QoS, que clasifica automáticamente el tráfico basado en etiquetas de paquetes de entrada. El conmutador utiliza la clasificación resultante de elegir la cola de salida adecuada.

La utilización de comandos de Auto-QoS para identificar los puertos conectados a teléfonos IP de Cisco y para identificar los puertos que reciben tráfico de voz de confianza sobre IP (VoIP), a través del enlace. Auto-QoS realiza las siguientes funciones:

- Detecta la presencia o ausencia de los Teléfonos IP.
- Configura la clasificación de calidad de servicio.
- Configura las colas de salida.
- La configuración de auto-QoS en su interruptor:
- Configuración automática generada QoS.
- Efectos de la Auto-QoS en la configuración.

Las directrices de configuración son:

- Activación de Auto-QoS para VoIP.

- Configuración automática generada QoS.
- Por defecto, auto-QoS está inhabilitado en todas las interfaces.
- Cuando se habilita la función de auto-QoS en la primera interfaz, estas acciones automáticas se producen cuando QoS está habilitado globalmente (QoS Comando de configuración global).
- DBL está activado de forma global (comando de configuración global **qos dbl**).
- Cuando se ingresa el comando de configuración **auto qos voip trust**, la clasificación de ingreso sobre la interfaz especificada está configurada para confiar en la etiqueta CoS que recibe a través del paquete si la interfaz especificada se configura como Capa 2. Resaltando que la etiqueta está configurada para confiar en el DSCP si la interfaz es configurada de como capa 3). (Ver Tabla 97).

Al entrar el comando de configuración de interfaz **auto qos voip trust**, la función de límite de confianza está habilitada, la clasificación de entrada sobre la interfaz se define como de confianza (trust), donde la etiqueta de la Clase de Servicio (CoS) es recibida en el paquete si la interfaz especificada es configurada como Capa 2, y esta se define de confianza del DSCP si la interface es configurada como Capa 3. (Ver Tabla 97).

**Tabla 100.** Configuración Auto QoS

| Descripción   | Comandos   |
|---|--|
| El switch automáticamente habilita el estándar QoS y el DBL configura el mapeo de CoS al DSCP (Los valores de los mapas de CoS de paquetes de entrada hacia un valor de DSCP) | Switch(config)# <b>qos</b><br>Switch(config)# <b>qos map cos 3 to 26</b><br>Switch(config)# <b>qos dbl</b><br>Switch(config)# <b>qos map cos 5 to 46</b> |
| El switch automáticamente configura el DSCP hacia la asignación de la cola de   | Switch(config)# <b>qos map dscp 24 25 26 27 28 29 30 31 to tx-queue 4</b>  |

|  |  |
|--|--|
| mapeo (tx-queue).  | Switch(config)# <b>qos map dscp 32 33 34 35 36 37 38 39 to tx-queue 4</b>  |
| El switch automáticamente habilita la clasificación de entrada sobre la interface de confianza de acuerdo al valor del CoS/DSCP recibido en el paquete.  | <b>Primera forma:</b><br>Switch(config-if)# <b>qos trust cos</b><br><br><b>Segunda forma:</b><br>Switch(config-if)# <b>qos trust dscp</b>  |
| El switch automáticamente crea una política de servicio QoS, y habilita el DBL sobre la misma, y lo adjunta a la interfaz  | Switch(config)# <b>policy-map autoqos-voip-policy</b><br><br>Switch(config-pmap)# <b>class class-default</b><br><br>Switch(config-pmap-c)# <b>dbl</b>  |
| <p>El switch asigna una máxima prioridad para la cola 3. El límite del conformado de tráfico (shaping) es seleccionado sobre la cola 3, representando el 33% de la velocidad de conexión.</p> <p>Se debe configurar el shaping a 33% sobre los puertos que admitan intercambio.</p> <p>Este procedimiento asegura la máxima prioridad de la cola sin dejar vacías otras colas.</p> | Switch(config-if)# <b>tx-queue 3</b><br><br>Switch(config-if-tx-queue)# <b>priority high</b><br><br>Switch(config-if-tx-queue)# <b>shape percent 33</b><br><br>Switch(config-if-tx-queue)# <b>bandwidth percent 33</b> |

**Fuente:** Cisco Systems (2015). Traducido por el autor

Es necesario resaltar que los valores del CoS y DSCP definidos en la tabla anterior están establecidos de acuerdo al ancho de banda utilizado y establecido de mediante el etiquetado del DSCP y la Clase de Servicio (CoS) establecida por tipo de servicio.

## **Análisis del rendimiento de los servicios multimedia (VOIP, Bibliotecas Digitales y Videoconferencia) en Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria**

En el análisis efectuado de los servicios multimedia, existen un conjunto de elementos que intervienen para otorgar el rendimiento adecuado, basado en parámetros estándares internacionales establecidos para este tipo de servicios. Conforme a ello se hizo necesario identificar parámetros en Calidad de Servicio (QoS). Estos parámetros están contemplados por:

- Características que influyen en el rendimiento como el delay y el jitter para llamadas mediante la tecnología VoIP en softphones y videoconferencias de escritorio
- Parámetros de Calidad de Servicio de acuerdo a estándares internacionales.

En tal sentido, Linawati (2011) establece que los servicios de Videoconferencias presentan ciertos requerimientos que influyen en el rendimiento dentro de entornos virtuales, como son los siguientes:

De acuerdo a la ITU-T G.114 el total máximo retardo de punto a punto aceptado para transmisiones en tiempo real deben ser menos de 150 ms. Así mismo, el valor estándar para el jitter es menor a 75 ms y un máximo de pérdida de paquetes menor al 10%.

Por otro lado, ITU-T G.1010 la configuración para un rendimiento mínimo en videoconferencia es de 16 kbps. También, la calidad de video puede ser medida de manera objetiva y subjetivamente.

- Los componentes de red primordiales para la prestación de los servicios anunciados anteriormente se clasifican en:
- Arquitectura tecnológica de comunicaciones entre la sede principal y la sede remota de la universidad

- Cableado Estructurado
- Equipos de red: Routers, Firewalls, Switchs
- Protocolo de comunicaciones y enrutamiento

Por otra parte, en videoconferencias de escritorio como BigblueButton según su documentación en su portal web [www.bigbluebutton.org](http://www.bigbluebutton.org), debe tener un retraso de la voz no perceptual para 50 usuarios que se ejecutan en un entorno LAN. A partir de la versión 0.9.1 esto funciona en gran medida con soporte para WebRTC de audio en Firefox y Chrome.

En el aspecto de Telefonía mediante la tecnología VoIP, de acuerdo a Chazi (2015), no se encuentra un valor de Jitter óptimo en un estándar oficial medido con RFC3550. Por lo que establece que, el Jitter de acuerdo a mediciones en los proveedores debería ser entre 1 y 2 ms. Se aplicará el valor de 2 ms y se bajara de acuerdo a las mediciones.

#### **Fase IV: Análisis de requerimiento de enlace de red para definir solicitud a proveedor.**

##### **Análisis de requerimientos para enlaces de red del proveedor de servicio**

En esta fase se determina los requerimientos necesarios para la adquisición del enlace de red que interconectara la sede principal con la sede remota de la universidad.

En este sentido, es necesario indicar, que de acuerdo a las características ofrecidas por los proveedores de servicio (ISP) tendrán requerimientos que pueden variar.

En el caso de los proveedores de servicio de enlaces Metro Ethernet, en Venezuela lo suministra la empresa estatal Compañía Anónima Nacional de

Telecomunicaciones de Venezuela (CANTV), y este presenta las siguientes características para solicitud según su sitio web [www.cantv.com.ve](http://www.cantv.com.ve).

### **Servicio Metro Ethernet Datos**

Es un servicio de transmisión de datos, basado en protocolo Ethernet, que permite conectar localidades remotas o redes geográficamente separadas como si estuvieran en una misma LAN lo cual es proporcionado por el proveedor de servicio CANTV de Venezuela

Metro Ethernet permite la entrega de calidad de servicio con mejores anchos de banda. Y este presenta los siguientes atributos:

- VPN capa 2 con opciones de ancho de banda garantizado
- Servicios punto a punto, multipunto y acceso a Internet
- Interfaces de acceso son de 10 Mbps, 100 Mbps o 1 Gbps
- Última milla: Fibra óptica, radio y cobre, dependiendo de la velocidad e conexión solicitada y la disponibilidad de medios de planta externa existentes
- Oferta desde anchos de banda garantizados desde 2 Mbps hasta 1 Gbps
- Capacidad para diferenciar el tráfico (QoS)

### **Beneficios y ventajas:**

- Convergencia de redes y aplicaciones utilizando un puerto multiservicio sobre el cual se pueden instalar simultáneamente diferentes tipos de servicios (voz, datos, video e Internet).
- Compatibilidad con ATM/Frame Relay

- Rápido aprovisionamiento: Simplicidad en la gestión y administración de la red.
- Crecimiento en localidades y servicios sin grandes impactos en operaciones.
- Capacidad para diferenciar el tráfico
- Acuerdos de servicios por tipos de tráfico
- Tecnología, costo-efectiva, ampliamente conocida y desplegada

### **Principales sectores**

- Banca, Servicios Financieros, Manufactura, Educación, Gobierno, Medios y Salud

### **Aplicaciones principales**

- Expansión de redes e interconexión de localidades
- Convergencia de redes, aplicaciones y equipos
- Mecanismo de recuperación de fallas y protección de la data
- Aplicaciones intensivas en anchos de banda
- Acceso a Internet
- Transporte de video Definición de los componentes que conforman la solicitud del enlace de red al proveedor de servicio

## **Fase V: Análisis de opciones de proveedores de servicio en cuanto a última milla**

### **Características de los Proveedores de servicio (ISP) para servicios en cuanto a última milla.**

La última milla, de acuerdo a Córdova (s/f) es la conexión entre el usuario final y la estación local/ central/hub, este puede ser alámbrica o Inalámbrica. Existen tres problemas con la Última Milla, los cuales son :

1. La infraestructura de última milla tiene el costo más alto de todos los elementos de una red. Los costos iniciales son altos, especialmente si se hace necesaria ductería.
2. Hay pocos usuarios en áreas rurales, y eso significa que la “milla intermedia”(desde el punto de acceso a la red de core) no se comparte eficientemente.
3. Oferta en altos precios a los clientes.

Considerando los elementos indicados en la fase anterior, el enlace de última milla tiene una gran relevancia, debido a que se debe garantizar la conectividad utilizando la tecnología adecuada, como es el caso del cableado. Es necesario disponer de cableado de tipo fibra óptica para la última milla de conexión entre el proveedor de servicio (ISP) y la sede a comunicar, ya sea la sede central o la sede remota de la universidad. La compañía estatal CANTV, en este caso, como lo refleja en la fase anterior, dispone para sus clientes empresariales, la capacidad de interconexión de última milla dependiendo de la necesidad, este puede ser Fibra óptica, radio y cobre, dependiendo de la velocidad de conexión solicitada y la disponibilidad de medios de planta externa existentes.

En el caso de estudio, es necesario disponer de un enlace de fibra óptica, así como de un equipo switch o conmutador de última milla, dada las características

de los servicios basados en la tecnología Metro Ethernet, así como de los servicios otorgados bajo el enlace WAN entre las dos sedes universitarias.

## **Fase VI: Análisis de protocolos de enrutamiento y simulación de la topología de red propuesta.**

### **Análisis de los protocolos de enrutamiento adecuados para la topología de la red.**

En cuanto a los protocolos de enrutamiento, estos son fundamentales para cualquier red en lo que respecta a la transmisión de información a través de los enlaces de red y sus interfaces. Estos se clasifican en estáticos y dinámicos, donde, los protocolos estáticos proporcionan un control absoluto sobre las rutas que se transmiten los datos, y estos son creados manualmente. Además, los protocolos estáticos presentan diferentes ventajas como:

- Permite efectuar copias de seguridad en varias interfaces o redes en un router.
- Es fácil de configurar.
- Es más seguro.

Sin embargo, también presenta la desventaja de que se deben efectuar reconfiguraciones manuales si se hacen cambios en la red de datos. A diferencia, de los protocolos dinámicos, donde los routers tienen la capacidad de ajustar los caminos o rutas para transmitir de forma automática. Estos presentan la funcionalidad principal de establecer descubrimientos de las redes remotas y

mantener la información del enrutamiento actualizado. Entre otras características que definen los protocolos de enrutamiento dinámico se encuentran:

- Envío y recepción de mensajes de enrutamiento del router a través de sus interfaces.
- El router tiene la capacidad de compartir mensajes de enrutamiento y comparte la información de enrutamiento con otros routers que usan el mismo protocolo.
- Existe intercambio de información de enrutamiento para la obtención de información sobre las redes remotas.
- El protocolo de enrutamiento dinámico tiene la capacidad de anunciar cambios en los routers cuando se detecta un cambio en la topología.

Entre los protocolos de enrutamiento dinámico se encuentran: EIGRP, RIP y OSPF

Por otra parte, existen ciertas diferencias entre los protocolos dinámicos y estáticos que determinan su usabilidad en una infraestructura de red de datos. De acuerdo a Johnson (2008) estas se clasifican en:

**Tabla 101.** Diferencias entre enrutamiento estático y dinámico

|   | <b>Enrutamiento Estático</b>                         | <b>Enrutamiento Dinámico</b>                            |
|---|--|---|
| <b>Complejidad de Configuración</b>               | Se incrementa con el tamaño de la red                | Por lo general es independiente del tamaño de la red    |
| <b>Conocimientos requeridos del administrador</b> | No se requiere conocimientos adicionales             | Se requiere conocimientos avanzados                     |
| <b>Cambios de topología</b>                       | Se requiere intervención por parte del administrador | Se adapta automáticamente a los cambios de la topología |
| <b>Escalamiento</b>                               | Adecuado a topologías simples                        | Adecuado para topologías simples y complejas            |
| <b>Seguridad</b>                                  | Más segura   | Menos segura  |
| <b>Uso de recursos</b>                            | No se requieren recursos                             | Utiliza CPU, memoria y                                  |

|                                | <b>Enrutamiento Estático</b>                 | <b>Enrutamiento Dinámico</b>           |
|--------------------------------|--|--|
|                                | adicionales                                  | ancho de banda del enlace              |
| <b>Capacidad de predicción</b> | La ruta hacia el destino es siempre la misma | La ruta depende de la topología actual |

**Fuente:** Johnson (2008). Conceptos y protocolo de enrutamiento: guía de prácticas de CCNNA EXPLORATION. PRENTICE HALL

De acuerdo a las características señaladas anteriormente, para el caso de estudio, el tipo de enrutamiento que más se ajusta al diseño de la infraestructura de red para entornos virtuales de educación a distancia universitaria es el enrutamiento estático, debido a la cantidad de routers que conforman la infraestructura de red propuesta es baja, no se necesita de enrutamiento dinámico, permitiendo de este modo un ahorro en el consumo de recursos, así como una mayor seguridad en la conectividad

Dicha topología incorpora características definidas como la arquitectura física compuesta por los componentes físicos, la topología lógica y física, así como las entidades de la red de datos, las cuales, contemplan las características necesarias como punto de partida para determinar la topología de la sede remota que permita la operatividad de los servicios de llamadas mediante la tecnología VoIP, Videoconferencia y Bibliotecas Digitales para los entornos virtuales de educación a distancia universitaria.

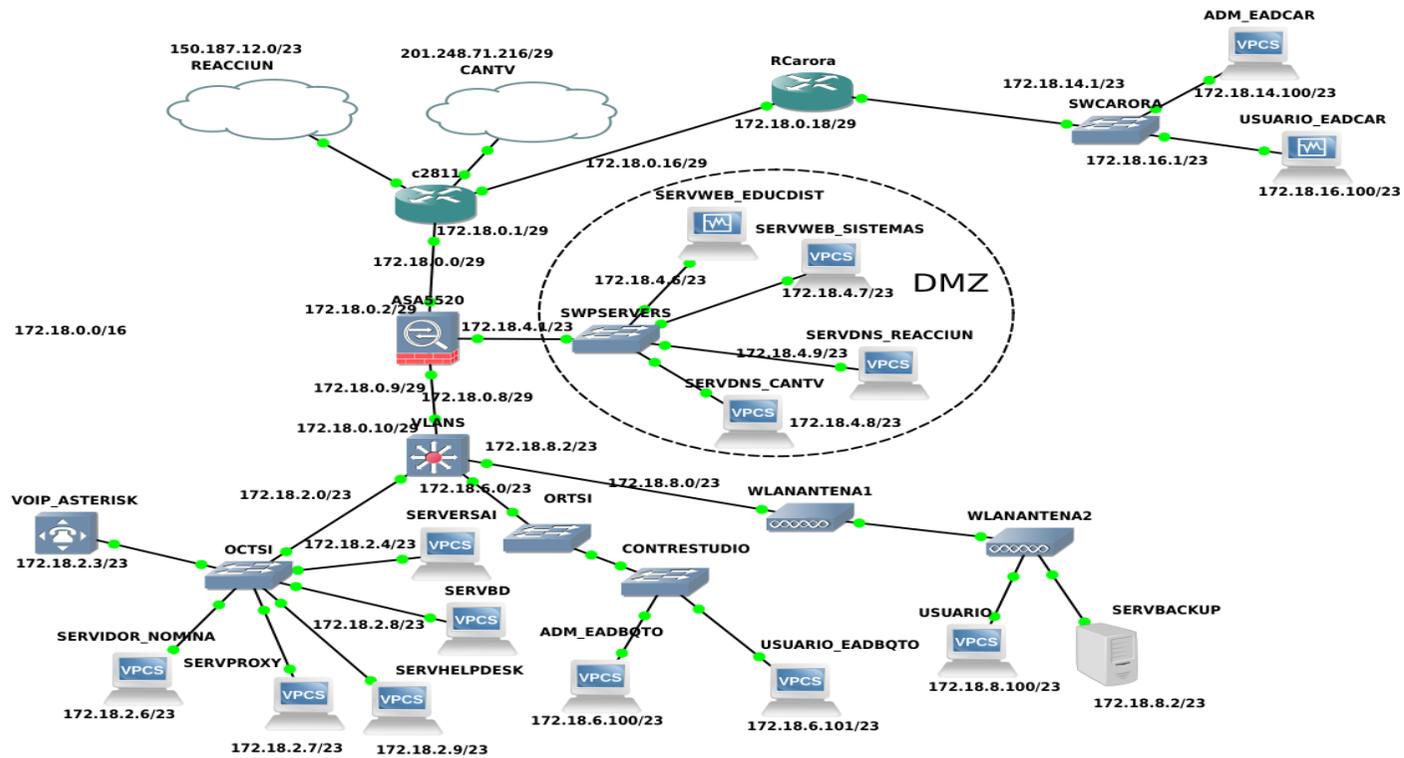
### **Fase VII: Análisis de la topología de red y opciones de configuración de protocolos de enrutamiento.**

#### **Análisis de la topología de la red actual y propuesta para Entornos Virtuales de Educación a Distancia.**

Durante el análisis efectuado a la infraestructura de red actual de la sede central se determinó la topología de red, así como también, se recopiló información de los equipos que conforman la infraestructura de red reseñados en la Fase I de este Capítulo. Dicha topología integra los componentes de red de la universidad entre la sede central y la sede remota que se realiza en este estudio, y conforme a ello se determinó cuáles son los componentes necesarios para el soporte de entornos virtuales de educación a distancia universitaria entre las dos sedes.

La infraestructura de red actual en la sede central cuenta con servicios de telecomunicaciones como: llamadas mediante la tecnología VoIP y Videoconferencia Passport. Dichos servicios presentan tiempos de respuesta deficiente, así como congestión y retardos en la red de datos. La sede remota por otro lado, no cuenta con la interconexión de red, así como un servicio de llamadas y videoconferencia para las actividades académicas en entornos virtuales de educación a distancia universitaria por lo que el estudio realizado determinó la necesidad de incorporar dispositivos y enlaces de interconexión de red necesarios mediante la utilización de estándares internacionales de la UIT-T, IEEE, ANSI, IEFM entre otros.

La topología propuesta es una representación de la infraestructura de red que contempla los dispositivos principales que conforman el core de la red de datos entre la sede principal y la sede remota, y esta representada de la siguiente manera:



**Figura 28.** Topología de la red de datos entre la sede central y su sede remota propuesta

## Selección del Software de Simulación de Redes de Datos

El proceso de selección del simulador de redes se efectuó para determinar el software más adecuado para el diseño de la infraestructura de red, así como las configuraciones asociadas a Calidad de Servicio (QoS) para los dispositivos de red involucrados. A continuación se presenta una tabla comparativa de diferente software de simulación de redes de datos:

**Tabla 102. Parametrización de las herramientas de simulación**

|  | <b>OPNET</b>  | <b>OMNET</b>  | <b>NS-3</b>        | <b>GNS3</b>         | <b>NS-2</b>        | <b>NC-TUNS</b> |
|--|---------------|---------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| Uso investigativo                      | Alto          | Alto          | Medio              | Bajo                | Alto               | Alto           |
| Tipo de licencia                       | Comercial     | Libre         | Libre              | Libre / Comercial   | Libre              | Libre          |
| Curva de Aprendizaje                   | Alto          | Alto          | Alto               | Bajo                | Libre              | Libre          |
| Plataformas que soporta                | Windows, Unix | Windows, Unix | Windows, Mac, Unix | Linux, Mac, Windows | Windows, Mac, Unix | Linux          |
| Interfáz Gráfica                       | Alto          | Medio         | Medio              | Alto                | Bajo               | Alto           |
| Graficación de Resultados              | Buena         | Aceptable     | Aceptable          | Limitada            | No tiene           | Aceptable      |
| Tecnologías de Nivel 2 y 3 que soporta | Alto          | Alto          | Medio              | Bajo                | Alto               | Alto           |
| Tráfico que permite modelar            | Alto          | Medio         | Medio              | Nulo                | Alto               | Alto           |

**Fuente:** El autor (2016)

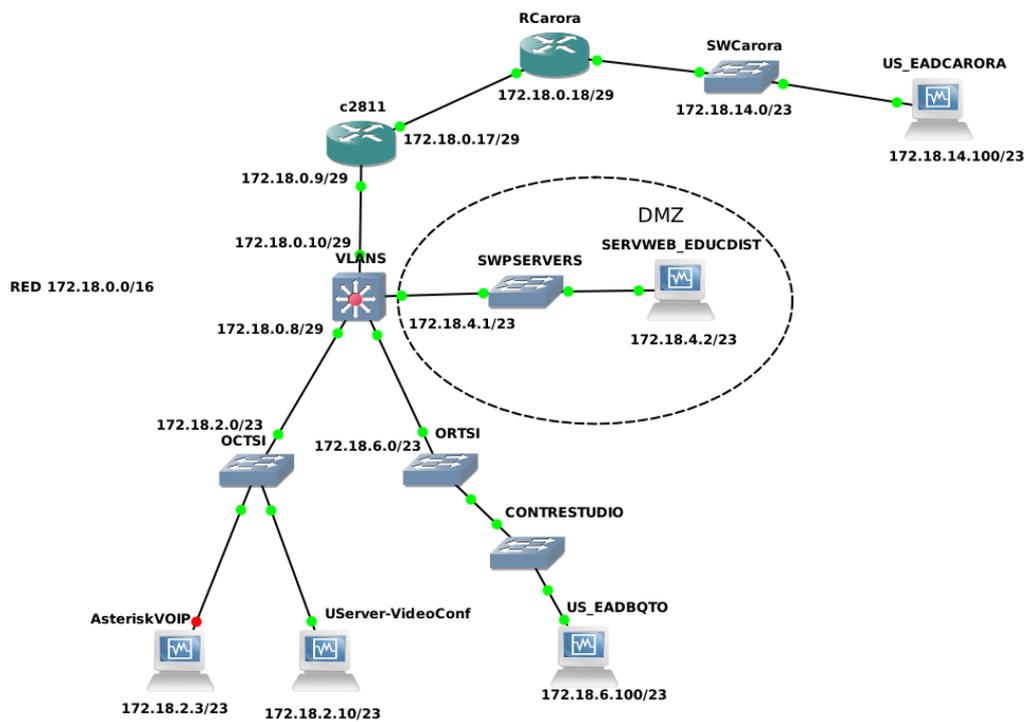
Basado en las características señaladas anteriormente, unido a características soportadas según su sitio oficial ([www.gns3.org](http://www.gns3.org)) como:

- Capacidad de incorporación de máquinas virtuales Qemu, VirtualboxVmware.
- Instalación de diversas versiones firmware IOS original de Cisco Systems.
- Manejo de la función InterVlan-Switching en routers Cisco.
- Definición de Mecanismos y Modelos de Calidad de Servicio (QoS).
- Interconexión de Máquinas virtuales con máquinas físicas.
- Desarrollada en Software Libre bajo la Licencia GPLv3 de GNU/Linux.

Se seleccionó para el estudio la herramienta GNS3 por la versatilidad que ofrece, siendo este un simulador esencial para el desarrollo de esta investigación, debido a que permite generar resultados estadísticos y técnicos sin la necesidad de usar aplicaciones externas o la utilización de un laboratorio de pruebas con procesamientos extensos para análisis y presentación de los datos. a su vez, esta genera resultados conforme a al realidad de las redes de datos en campus virtuales de educación a distancia universitaria.

### **Diseño de la Topología de la red para simulación:**

Para el diseño de la topología se empleó los diferentes componentes gráficos que otorga GNS3 como routers, switches, máquinas virtuales, enlaces de red, entre otros. Estos están representados en el siguiente diagrama:



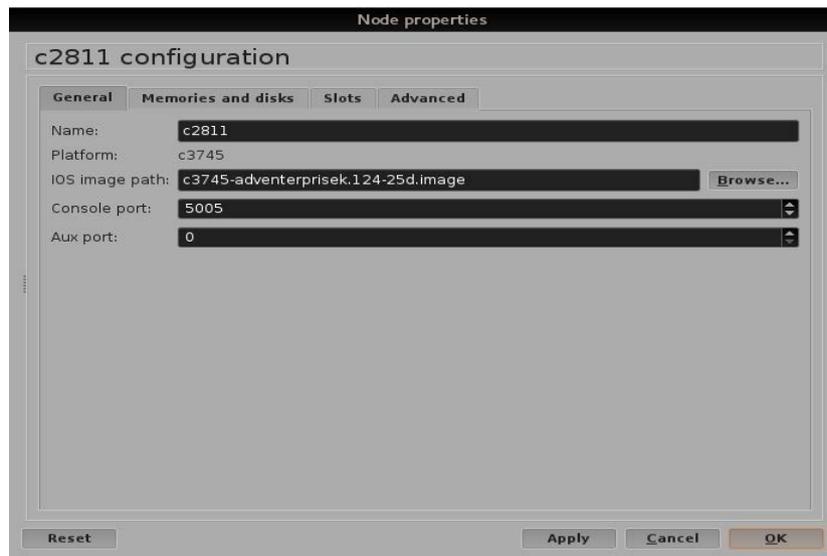
**Figura 30.** Diagrama de Topología de la red para simulación

**Fuente:** El autor (2016).

### Características de los equipos utilizados para la simulación de la red

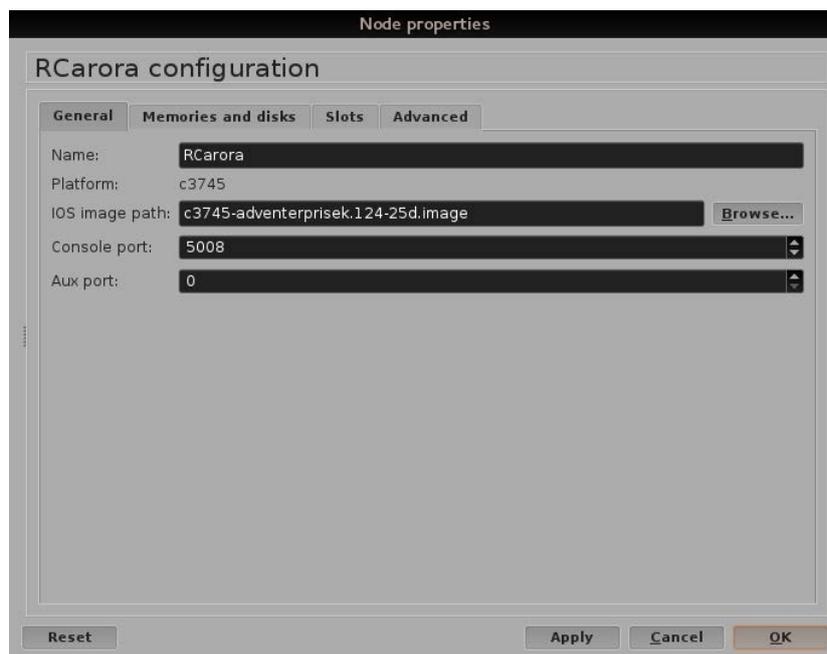
#### Dispositivos de red:

- Routers Cisco 3745 basado en la serie 3700 descrita en la Fase I, integrado con Slot NM-16SEW para InterVlan-Routing. Firmware 12.4 IOS Cisco.



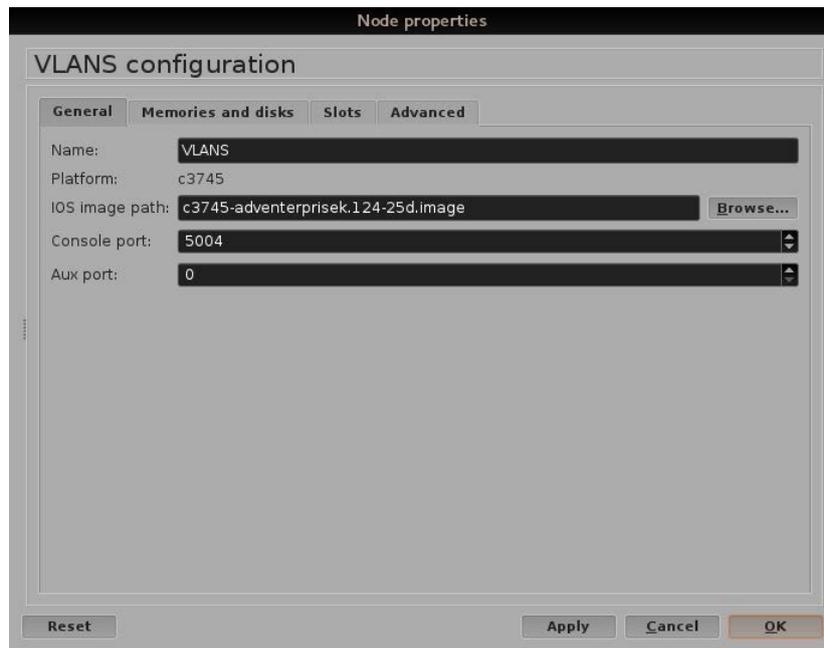
**Figura 31.** Equipo Router Principal c2811 en Simulador GNS3

**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 32.** Equipo Router Carora en Simulador GNS3

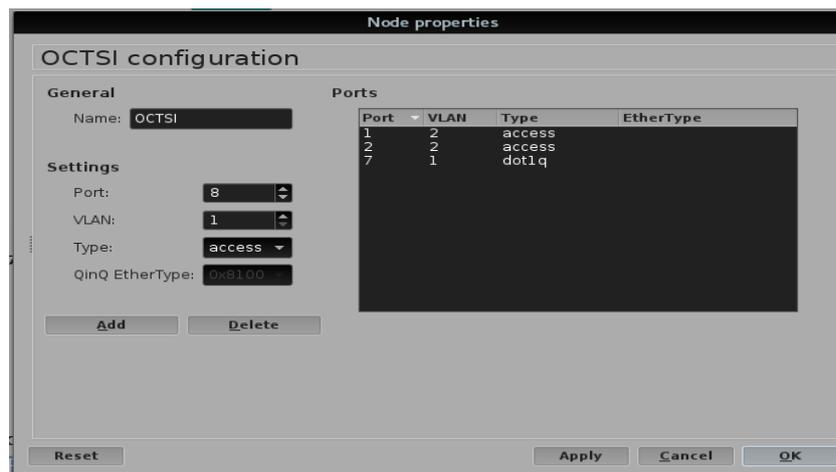
**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 33.** Router VLANS en Simulador GNS3

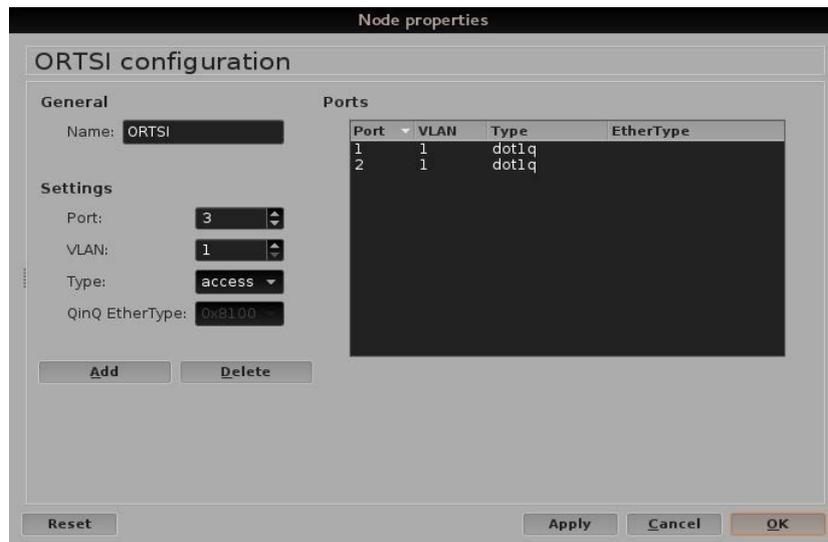
**Fuente:** El autor (2016).

- Switch genérico Capa 2 con interfaz gráfica de configuración básica de VLANS.



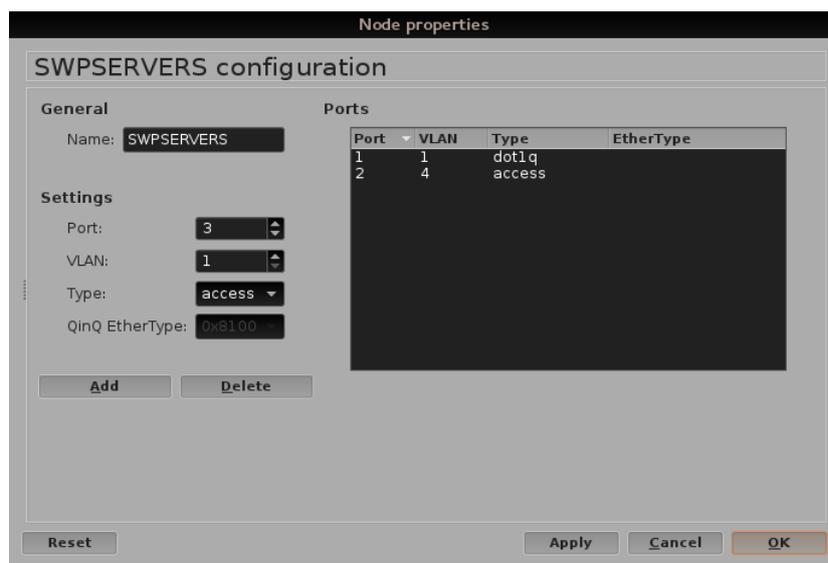
**Figura 34.** OCTSI Equipo Switch Capa2 genérico en Simulador GNS3

**Fuente:** El autor (2016).



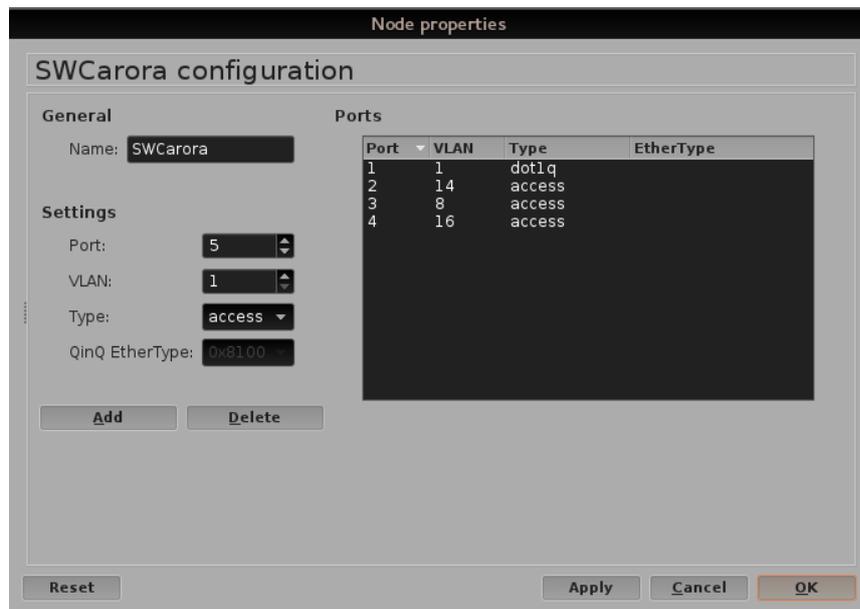
**Figura 35.** ORTSI Equipo Switch Capa2 genérico en Simulador GNS3

**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 36.** SWPSERVERS (Servidores Públicos) Equipo Switch Capa2 genérico en Simulador GNS3

**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 37.** SWCARORA Equipo Switch Capa2 genérico en Simulador GNS3

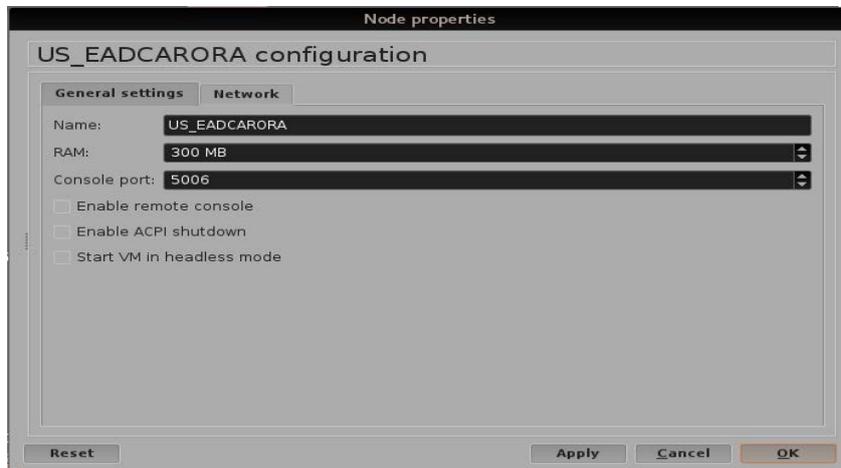
**Fuente:** El autor (2016).

- Máquina virtual con sistema operativo Lubuntu 16.04 LTS. 350MB de RAM, disco duro virtual de 8Gb para usuario del entorno virtual de educación a distancia del Vicerrectorado Barquisimeto y Núcleo Carora.



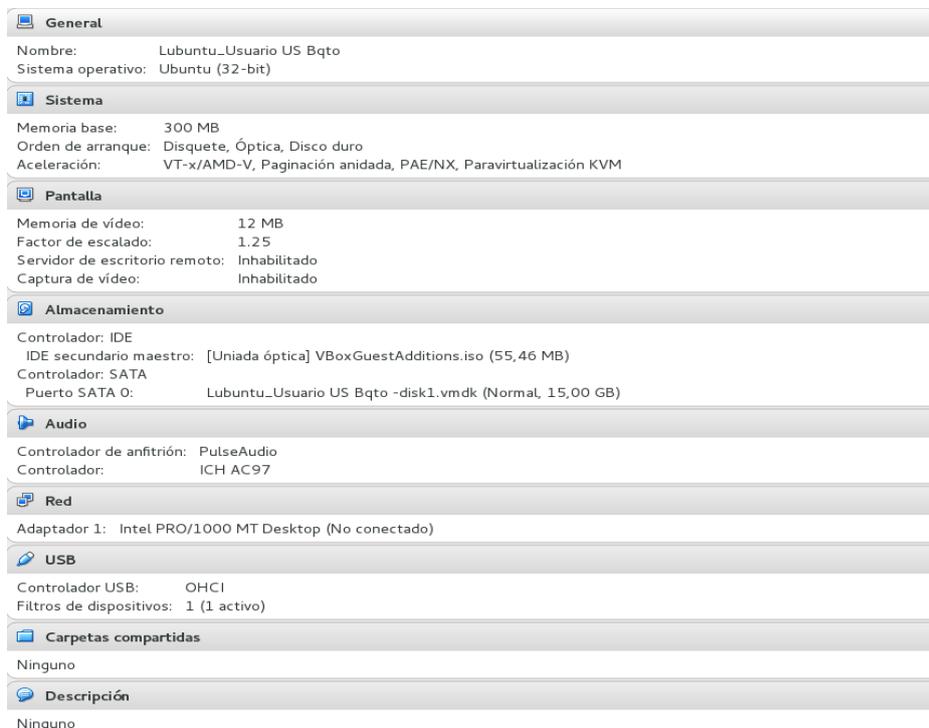
**Figura 38.** Máquina Virtual Usuario Educación a Distancia Barquisimeto en Simulador GNS3

**Fuente:** El autor (2016).



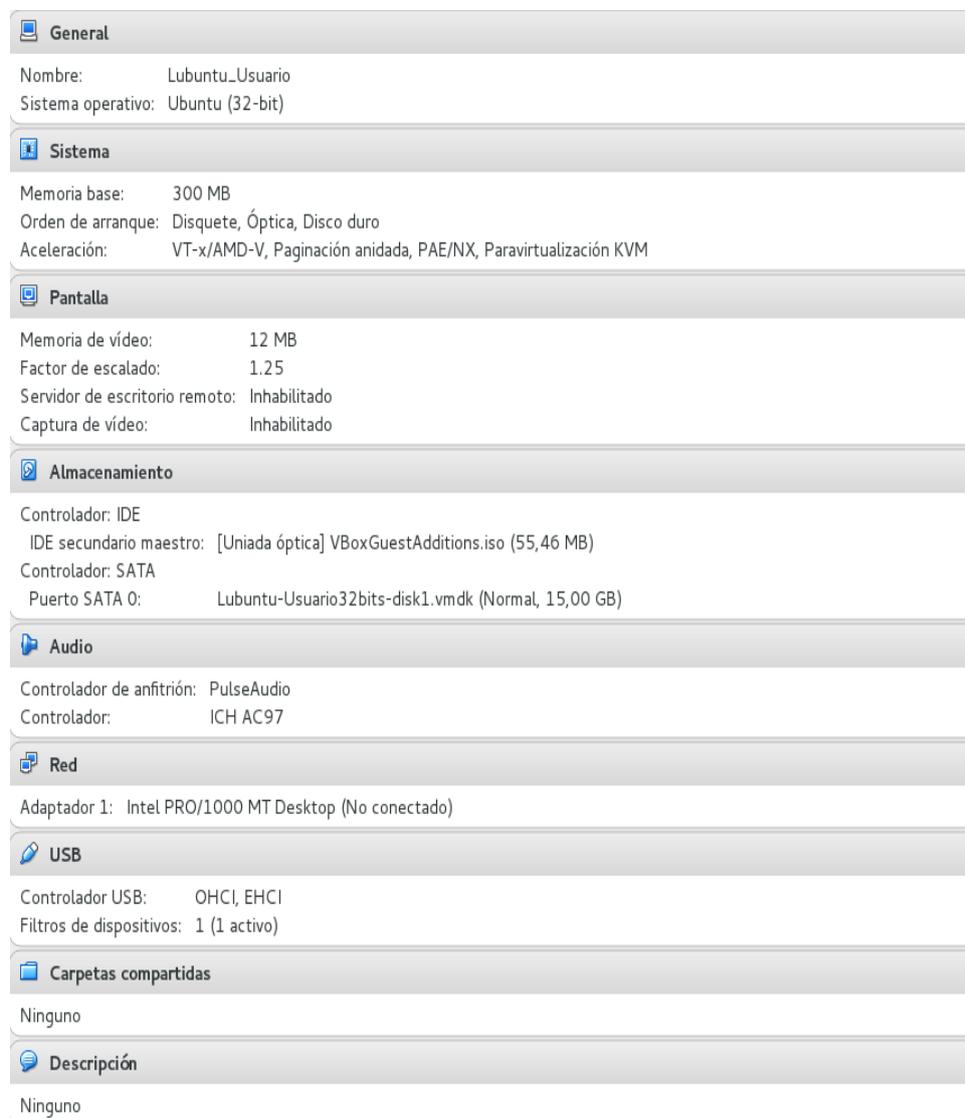
**Figura 39.** Máquina Virtual Usuario Educación a Distancia Carora en Simulador GNS3

**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 40.** Características Máquina Virtual Lubuntu 16.04 en Virtualbox para Usuario de Educación a Distancia Barquisimeto

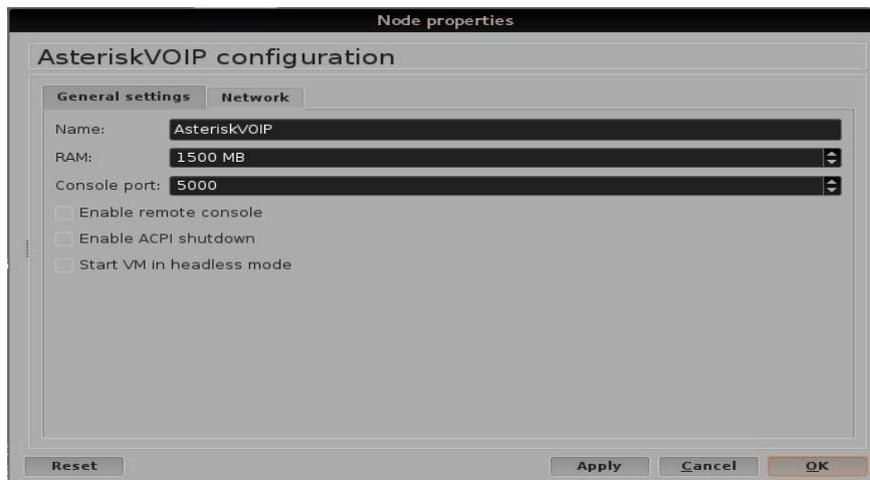
**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 41.** Características Máquina Virtual Lubuntu 16.04 en Virtualbox para Usuario de Educación a Distancia Carora

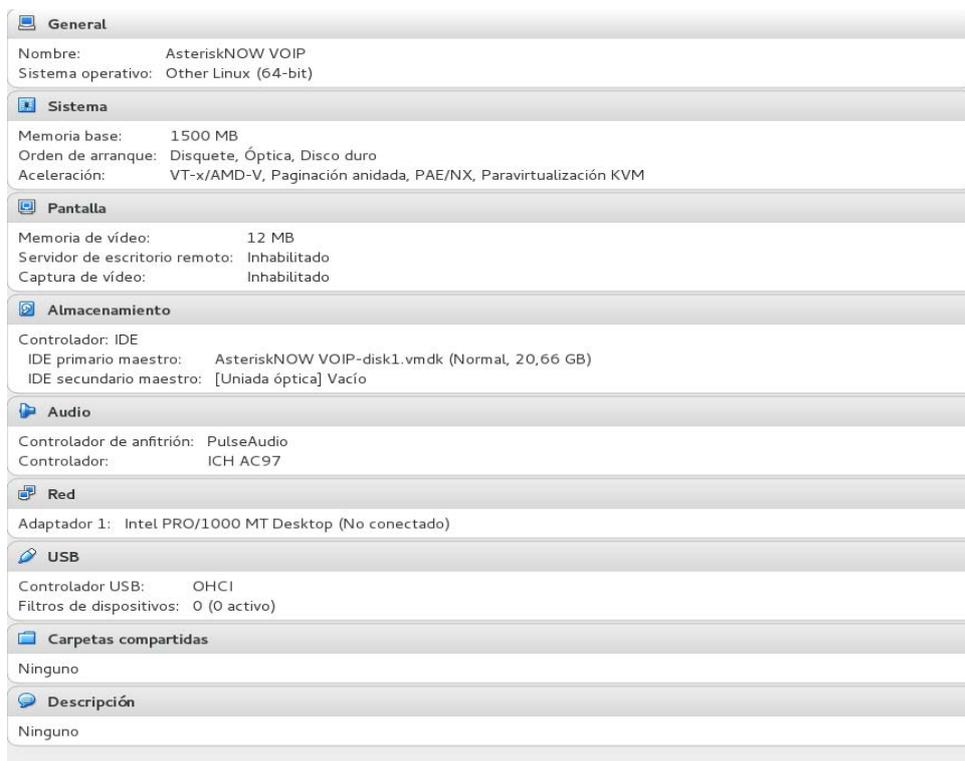
**Fuente:** El autor (2016).

- Máquina virtual para central telefónica FreePBX con sistema operativo Asterisk NOW 2.6 para llamadas a través de la tecnología VoIP.



**Figura 42.** Características para central telefónica FreePBX en Virtualbox

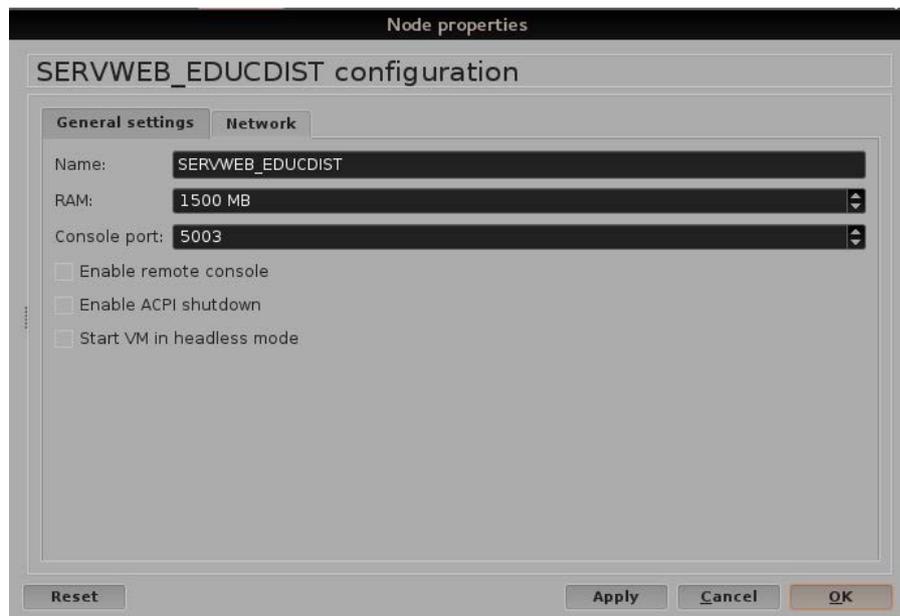
**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 43.** Características para central telefónica FreePBX en Virtualbox

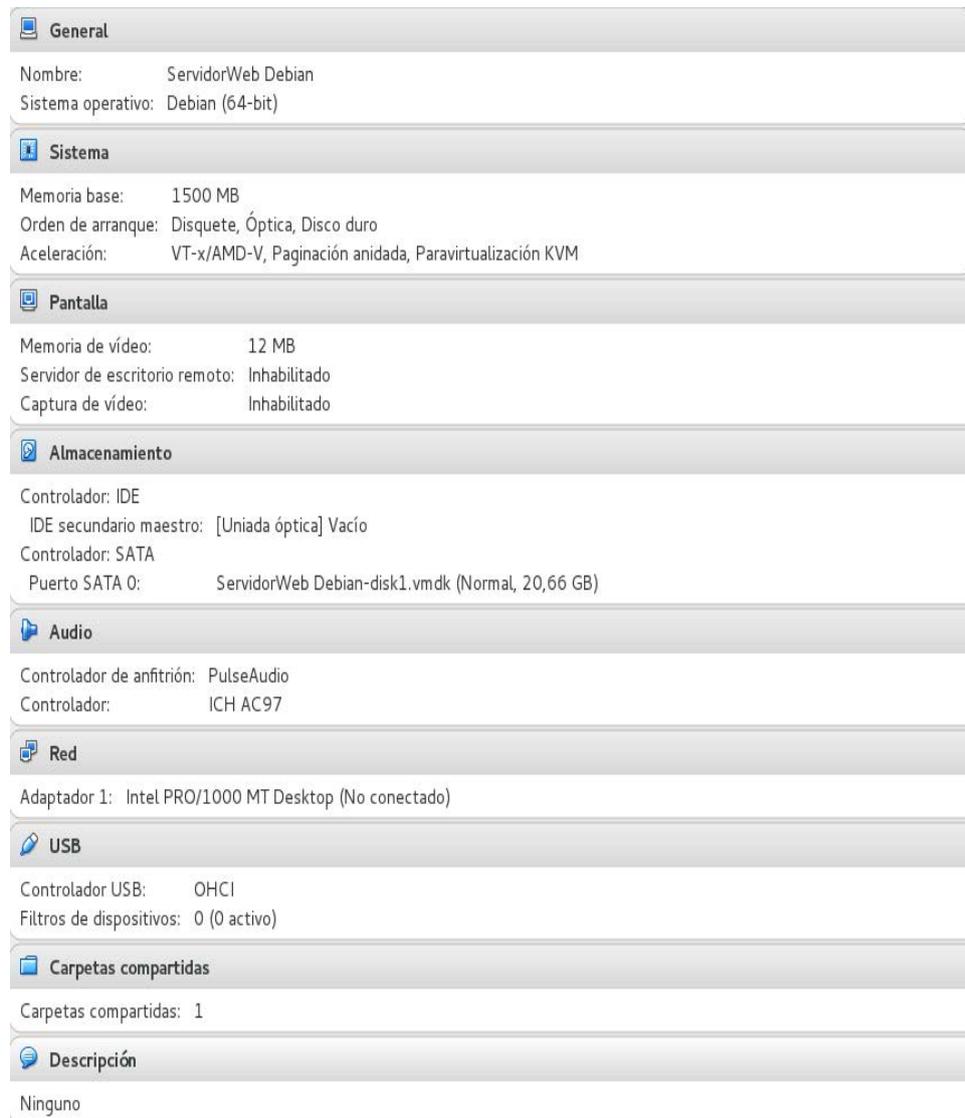
**Fuente:** El autor (2016).

- Máquina virtual Servidor Web para el Entorno Virtual de Educación a Distancia Moodle con sistema operativo Debian 8 Jessie para la simulación de las clases virtuales.



**Figura 44.** Máquina virtual Servidor Web en Simulador Gns3

**Fuente:** El autor (2016).



**Figura 45.** Máquina virtual Servidor Web en Simulador Gns3

**Fuente:** El autor (2016).

- Máquina física con sistema operativo Debian 8 Jessie para el diseño de la red e interconexión de las máquinas virtuales.



**Figura 46.** Máquina virtual Servidor Web en Simulador Gns3

**Fuente:** El autor (2016).

- Enlaces de red basados en FastEthernet del estándar IEE-802.3 de 100 Mbps.

## Software para captura de datos

### Wireshark

De acuerdo a la fundación Wireshark (2016), en su sitio web ([www.wireshark.org](http://www.wireshark.org)) es un analizador de protocolos de red. Esto le permite capturar y navegar por el tráfico que se ejecuta en una red informática interactiva. Se ejecuta en la mayoría de sistemas operativos (Windows, OS X, Linux y UNIX), utilizado por profesionales de la red, los expertos en seguridad, desarrolladores y educadores de todo el mundo, basado en Software Libre bajo la Licencia GPLv2 de GNU/Linux.

## **Iperf**

Es una herramienta para efectuar mediciones de ancho de banda máxima alcanzable en redes IP mediante la sincronización de parámetros relacionados con tiempos de respuesta y protocolos (TCP, UDP, SCTP con IPv4 y IPv6). Actualmente se encuentra en la versión tres (3) y es llamado Iperf3, además, presenta mecanismos de pruebas de ancho de banda, pérdida, y otros parámetros. iPerf3 es desarrollado en Software Libre bajo la licencia BSD, según lo resalta su sitio web ([www.iperf.fr](http://www.iperf.fr)).

### **Características principales de Iperf**

- Mediciones de ancho de banda, pérdida de paquetes, retardo (delay) y latencia (jitter).
- Reporta informes del tamaño del MSS /MTU y presenta sus lecturas observadas.
- Soporte para el tamaño de ventanas TCP a través de buffers basados en socket.
- Cliente y Servidor multi-hilo, y este puede tener múltiples conexiones simultáneas.
- El cliente puede crear transmisiones UDP con ancho de banda específico.
- Soporte de Multicast bajo protocolo IPV6.
- Diversas opciones están especificadas con K (kilo-) y M (mega-)
- Puede correr por un tiempo especificado, inclusive, se puede especificar la cantidad de datos a transferir.
- Selecciona las mejores unidades de datos para reportes.
- El servidor soporta múltiples conexiones.
- Impresión periódica, ancho de banda intermedio, latencia (jitter) y reportes bajo intervalos específicos.
- El servidor puede correr como un demonio.

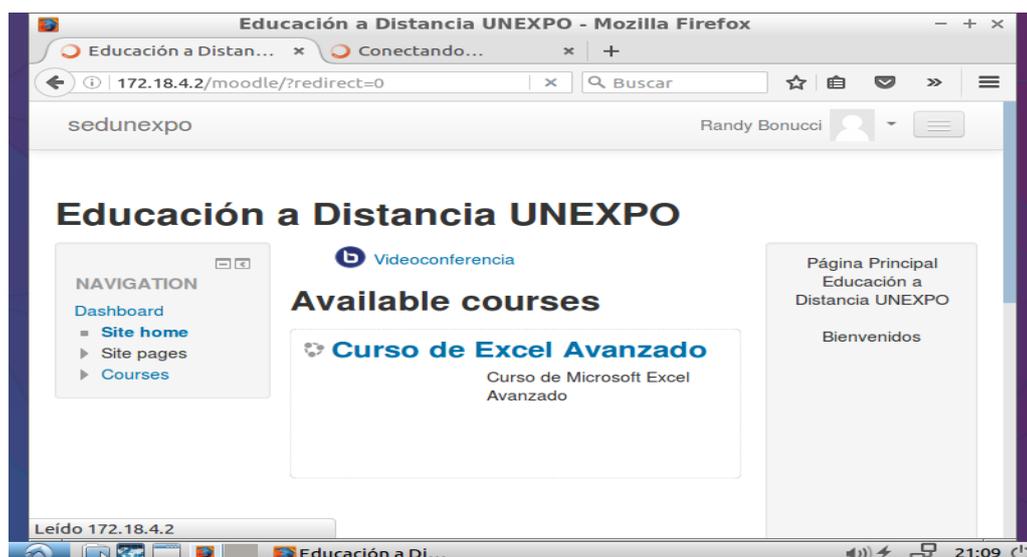
- Usa transmisiones representativas de prueba para determinar como la compresión de la capa de enlace afecta el ancho de banda alcanzado.

### Entornos Virtuales de Educación a Distancia:

Para el estudio, se empleo el software Moodle basado en software libre para las pruebas del entorno virtual que ofrece los servicios de llamadas por VoIP, Videoconferencias y Bibliotecas Digitales

### Videoconferencia

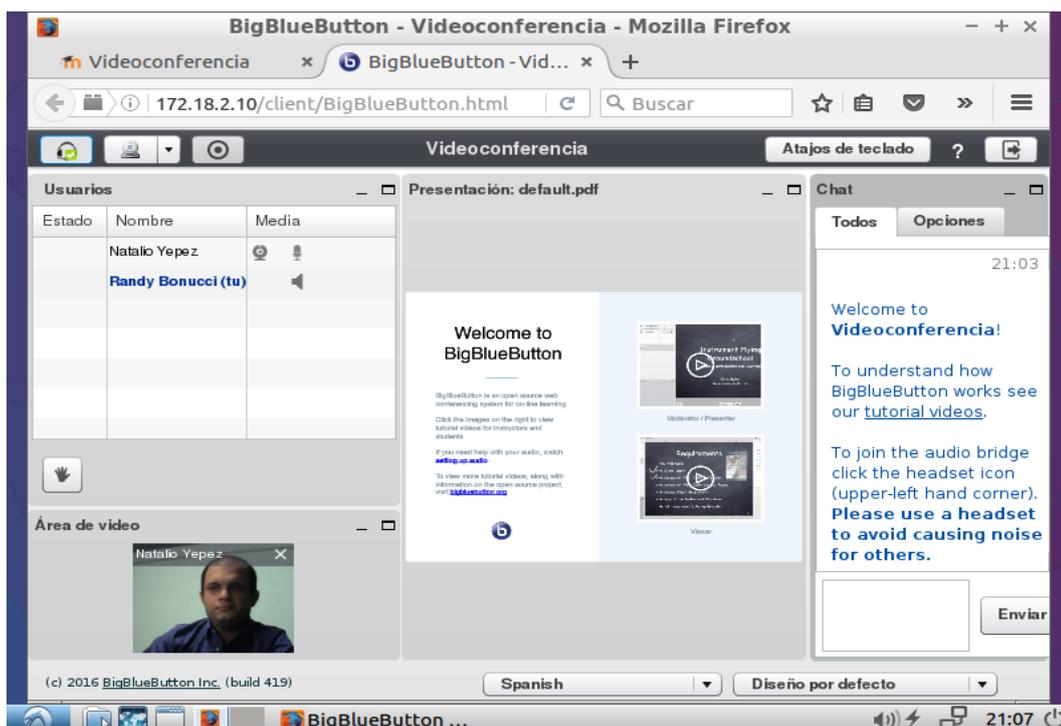
En Moodle para efectuar videoconferencias entre los alumnos y docentes se utilizó el plugin o plataforma integrada Bigbluebutton, donde se efectó una actividad de nombre Curso de Excel Avanzado dentro de dicho entorno, como lo muestra la siguiente gráfica. (Ver Figura 37)



**Figura 47.** Entorno Virtual Moodle para Educación a Distancia UNEXPO

**Fuente:** El autor (2016)

Se accede al plugin llamado videoconferencia que se ve en pantalla y se ejecuta la videoconferencia como se muestra la imagen a continuación (Ver Figura 48):

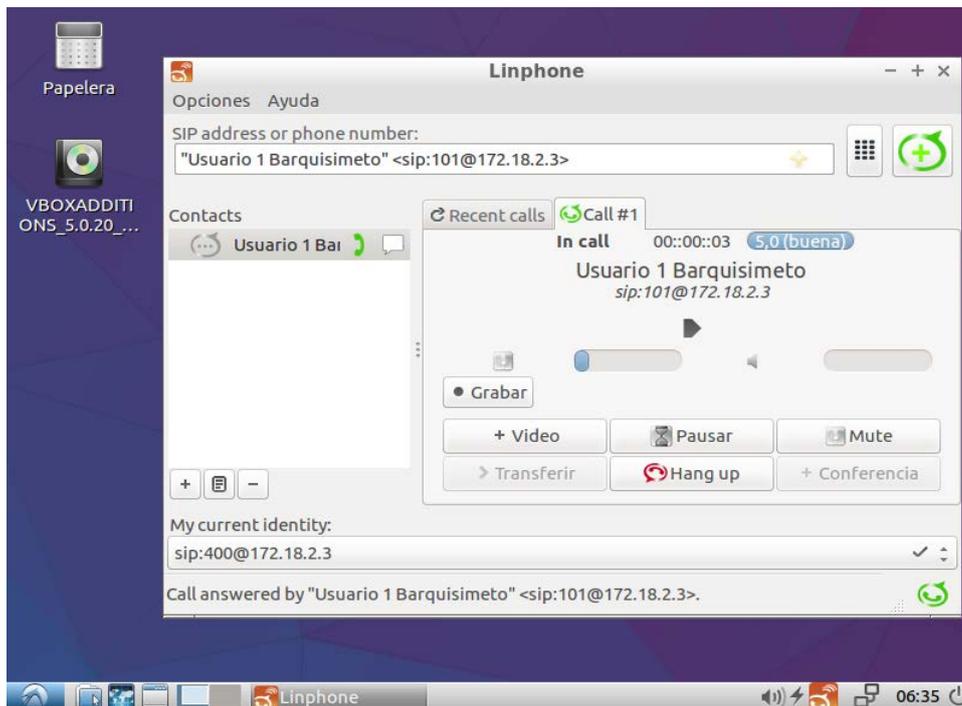


**Figura 48.** Clase virtual de Excel Avanzado usando Bigbluebutton

**Fuente:** El autor (2016)

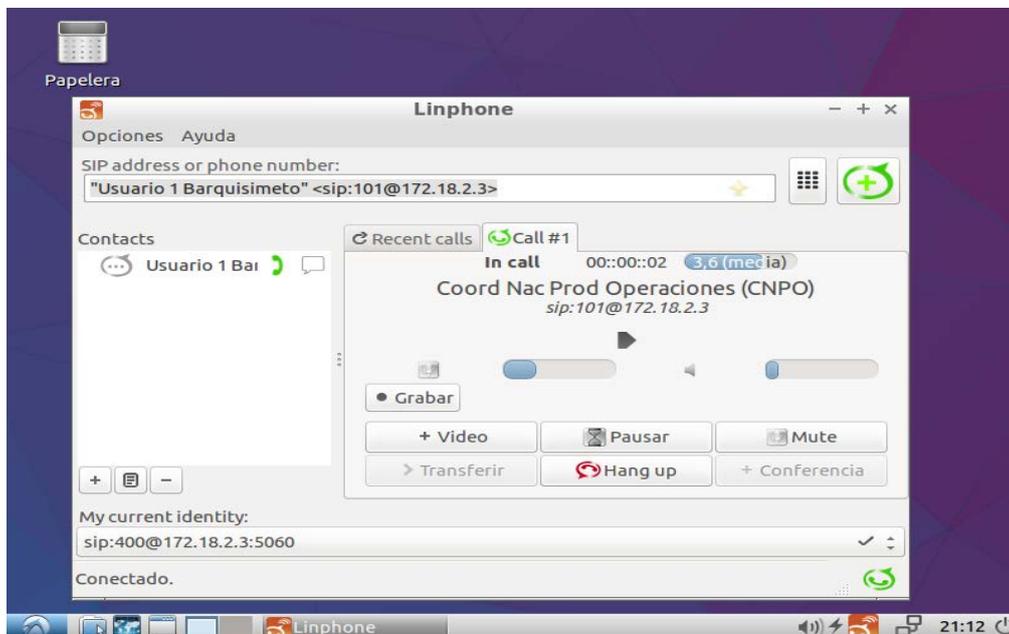
## Llamadas por VoIP

Para efectuar las llamadas se utilizó el software Softphone de nombre Linphone en las máquinas virtuales que representan a los usuarios de Educación a Distancia Virtual de la sede central Barquisimeto y la sede remota Núcleo Carora como se observan en las siguientes imágenes (Ver Figura):



**Figura 49.** Llamada VoIP del Usuario Carora hacia el usuario de Barquisimeto

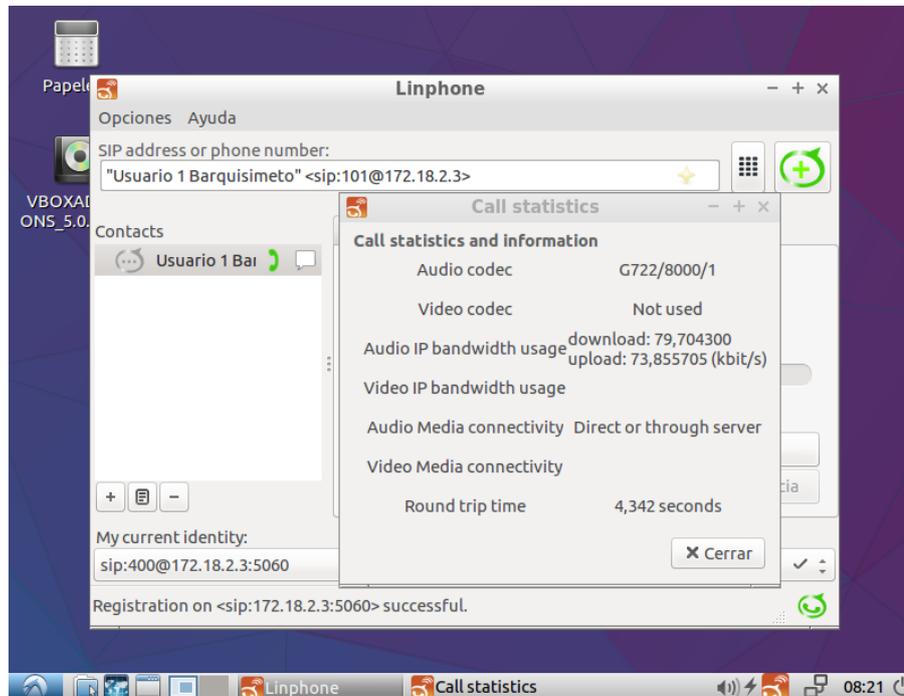
**Fuente:** El autor (2016)



**Figura 50.** Recepción de llamada VoIP del usuario de Carora

**Fuente:** El autor (2016)

Se utilizó para la el audio el códec G.722 por las bondades que este ofrece descritas en el Capítulo II ofreciendo tiempos de respuesta y Calidad de Servicio favorables según lo muestra la siguiente imagen (Ver Figura y):



**Figura 51.** Estadísticas de llamada VoIP usando códec G.722

**Fuente:** El autor (2016)

### **Directrices de configuración en dispositivos de red Cisco:**

#### **Scripts de Configuraciones**

- **Enlace WAN**

**Equipo:** Router Cisco 3745.

**Nombre en la topología de simulación:** c2811

```
!  
version 12.4  
service timestamps debug datetime msec
```

```

service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router-Principal
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
!Cola definida segun prioridad y clase de Servicio Q1=5
(VoiP-Control) Q2=15 (VoIP-RTP) Q3=33 (Videoconferencia)
Q4=25 (Bibdigital)
wrr-queue bandwidth 5 12 33 25
ip cef
!
!
!
!
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
!
!Parámetros de configuracion del Jitter para los Servidores
de VoIP Asterisk - Videoconferencia Bigbluebutton y Servidor
Web EAD
ip sla monitor responder
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.4.2
port 5002
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.2.10
port 5003
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.2.3
port 5060
ip sla monitor 1
  type jitter dest-ipaddr 172.18.2.3 dest-port 5060 num-
packets 20
ip sla monitor schedule 1 start-time now
ip sla monitor 2
  type jitter dest-ipaddr 172.18.4.2 dest-port 5002 num-
packets 500
ip sla monitor schedule 2 start-time now
ip sla monitor 3
  type jitter dest-ipaddr 172.18.2.10 dest-port 5003 num-
packets 1000
ip sla monitor schedule 3 start-time now
!
!
!Definición del mapeo del DSCP-COS y COS-DSCP
mls qos map dscp-cos 0 8 10 to 0
mls qos map dscp-cos 16 18 to 3
mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 34 46 48 56

```

```

!
!
!activacion de Servicio de VoIP utilizando protocolo SIP
voice service voip
  sip
    redirect contact order best-match
!
!
!
!Clases definidas para subinterfaces
!Clase definida para videoconferencia (Clase Padre)
class-map match-any VideoconfParent-EAD
  match ip dscp af41
!
!Clase definida para Bibliotecas Digitales (Clase Padre)
class-map match-any BibdigitalParent-EAD
  match ip dscp default
!
!Clase definida para Señalización (Clase Padre)
class-map match-any VoIPControlParent-EAD
  match ip dscp af31
  match protocol sip
  match ip dscp cs3
!
!Clase definida para el audio RTP en VoIP (Clase Padre)
class-map match-all VoIPRtpParent-EAD
  match ip dscp ef !Marcado de la IP por el DSCP para Voz
usando del protocolo de audio RTP en VoIP (EF=Expedited
Forwarding)
!
!Clase definida para los servicios donde se aplica Mejor
Esfuerzo (Best-Effort)
class-map match-all BEST-EFFORT
  match any !Marca cualquier paquete
!
!Clase definida para videoconferencia
class-map match-any Videoconferencia
  match ip dscp af41 !Marcado de la IP para Videoconferencia
donde 4 indica la Clase 4 y 1 es la probabilidad de descarte
(AF=Assured Forwarding)
!
class-map match-any Bibdigital
  match ip dscp default !Marcado de la IP para
Videoconferencia donde se aplica Mejor Esfuerzo (Best-
Effort)
!
!Clase definida para Señalización
class-map match-any VoIP-Control
  match ip dscp af31 !Marcado de la IP por el DSCP para
Señalización en VoIP donde 3 indica la Clase 3 y 1 es la
probabilidad de descarte (AF=Assured Forwarding)

```

```

match protocol sip !Marcado del protocolo SIP
match ip dscp cs3 !Selector de Clase 3 para Senalizacion
por el protocolo SIP en VoIP
!
!Clase definida para el audio RTP en VoIP
class-map match-all VoIP-RTP
match ip dscp ef !Marcado de la IP por el DSCP para Voz
usando del protocolo de audio RTP en VoIP (EF=Expedited
Forwarding)
match protocol rtp !Marcado del protocolo RTP
!
!Politica de Calidad de Servicio (QoS) para Enlace WAN
policy-map Policy-WAN-EAD
class VoIP-RTP
priority percent 12 !Porcentaje de priorizacion para audio
RTP
police cir 320000 bc 8000 !Politica de descarte para
Llamadas VoIP segun parametros otorgados por el Proveedor de
Servicio (ISP)
exceed-action set-dscp-transmit ef !Accion de descarte
set dscp ef !Asigna el DSCP (AF=Assured Forwarding)
!
class VoIP-Control
bandwidth percent 5 !Asignacion de porcentaje ancho de
banda para senalizacion
set dscp af31 !Asigna el DSCP (EF=Expedited Forwarding)
!
class Bibdigital
bandwidth percent 25 !Asignacion de porcentaje ancho de
banda para Bibliotecas Digitales
set dscp default !Asigna el DSCP (Best-Effort)
!
class Videoconferencia
priority percent 33 !Porcentaje de priorizaci3n para
videoconferencia
set dscp af41 !Asigna el DSCP (AF=Assured Forwarding)
class class-default
fair-queue !Cola que prioriza segun el tamano del paquete
de acuerdo a su CLase (Class-Based Weighted Fair Queueing)
!
!Politica Padre de Calidad de Servicio (QoS) para
subinterfaces en Enlace WAN
policy-map ParentPolicy-EAD
class VideoconfParent-EAD !Clase Padre Videoconferencia
shape average percent 33 !Porcentaje promedio para el
Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de pol3tica de
QoS Hija
!
class BibdigitalParent-EAD !Clase Padre Biblioteca Digital

```

```

    shape average percent 25 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
    !
    class VoiPControlParent-EAD !Clase Padre VoiPControl
    shape average percent 5 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
    !
    class VoIPrtpParent-EAD !Clase Padre VoIPrtpParent
    shape average percent 12 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Tráfico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
    !
    !
    !
interface FastEthernet0/0
    description Red Interna - Conectada al Switch Capa3
    InterVlan - LAN Normal
    ip address 172.18.0.9 255.255.255.248
    duplex auto
    speed auto
    service-policy output Policy-WAN-EAD !Asignacion de
    Politica de QoS para Enlace WAN
    !
interface FastEthernet0/1
    no ip address
    duplex auto
    speed auto
    !
interface FastEthernet1/0
    no ip address
    duplex auto
    speed auto
    !
interface FastEthernet2/0
    no ip address
    duplex auto
    speed auto
    service-policy output Policy-WAN-EAD !Asignacion de
    Politica de QoS para Enlace WAN en Inferface Principal
    !
interface FastEthernet2/0.1000
    description Enlace MetroEthernet hacia Carora - MetroLAN --
    VLAN 1000
    bandwidth 10000 !Asignacion de ancho de banda en Bits (
    10000 Bits = 10 Megabits)

```

```
encapsulation dot1Q 1000 !Encapsulado mediante estandar
802.1Q para VLANS
ip address 172.18.0.17 255.255.255.248
service-policy output ParentPolicy-EAD !Asignacion de
Politica de QoS para Enlace WAN en Subinterface
!
!Enrutamiento Estatico
ip forward-protocol nd
!Ruta hacia Router Carora
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.18.0.18
!Ruta hacia Switch Capa3 VLANS
ip route 172.18.0.0 255.255.0.0 172.18.0.10
!Ruta hacia VLANS Carora
ip route 172.18.12.0 255.255.254.0 172.18.0.18
ip route 172.18.14.0 255.255.254.0 172.18.0.18
ip route 172.18.16.0 255.255.254.0 172.18.0.18
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
control-plane
!
```

**Equipo:** Router Cisco 3745.

**Nombre en la topología de simulación:** RCarora

```
!  
!  
version 12.4  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Router-Carora  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
memory-size iomem 5  
!Cola definida segun prioridad y clase de Servicio Q1=5  
(VoiP-Control) Q2=15 (VoIP-RTP) Q3=33 (Videoconferencia)  
Q4=25 (Bibdigital)  
wrr-queue bandwidth 5 12 33 25  
ip cef  
!  
!  
!  
!  
ip auth-proxy max-nodata-conns 3  
ip admission max-nodata-conns 3  
!  
!Parametros de configuracion del Jitter para los Servidores  
de VoIP Asterisk - Videoconferencia Bigbluebutton y Servidor  
Web EAD  
ip sla monitor responder  
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.4.2  
port 5002  
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.2.10  
port 5003  
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.2.3  
port 5060  
ip sla monitor 1  
  type jitter dest-ipaddr 172.18.2.3 dest-port 5060 num-  
packets 20  
ip sla monitor schedule 1 start-time now  
ip sla monitor 2  
  type jitter dest-ipaddr 172.18.4.2 dest-port 5002 num-  
packets 500  
ip sla monitor schedule 2 start-time now
```

```

ip sla monitor 3
  type jitter dest-ipaddr 172.18.2.10 dest-port 5003 num-
  packets 1000
ip sla monitor schedule 3 start-time now
!
!
!Definicion del mapeo del DSCP-COS y COS-DSCP
mls qos map dscp-cos 0 8 10 to 0
mls qos map dscp-cos 16 18 to 3
mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 34 46 48 56
!
!
!activacion de Servicio de VoIP utilizando protocolo SIP
voice service voip
  sip
    redirect contact order best-match
!
!
!
!Clases definidas para subinterfaces
!Clase definida para videoconferencia (Clase Padre)
class-map match-any VideoconfParent-EAD
  match ip dscp af41
!
!Clase definida para Bibliotecas Digitales (Clase Padre)
class-map match-any BibdigitalParent-EAD
  match ip dscp default
!
!Clase definida para Senalizacion (Clase Padre)
class-map match-any VoiPControlParent-EAD
  match ip dscp af31
  match protocol sip
  match ip dscp cs3
!
!Clase definida para el audio RTP en VoIP (Clase Padre)
class-map match-all VoIPrtpparent-EAD
  match ip dscp ef !Marcado de la IP por el DSCP para Voz
  usando del protocolo de audio RTP en VoIP (EF=Expedited
  Forwarding)
!
!Clase definida para los servicios donde se aplica Mejor
Esfuerzo (Best-Effort)
class-map match-all BEST-EFFORT
  match any !Marca cualquier paquete
!
!Clase definida para videoconferencia
class-map match-any Videoconferencia
  match ip dscp af41 !Marcado de la IP para Videoconferencia
  donde 4 indica la Clase 4 y 1 es la probabilidad de descarte
  (AF=Assured Forwarding)
class-map match-any Bibdigital

```

```

    match ip dscp default !Marcado de la IP para
    Videoconferencia donde se aplica Mejor Esfuerzo (Best-
    Effort)
    !
    !Clase definida para Senalizacion
    class-map match-any VoIP-Control
        match ip dscp af31 !Marcado de la IP por el DSCP para
        Senalizacion en VoIP donde 3 indica la Clase 3 y 1 es la
        probabilidad de descarte (AF=Assured Forwarding)
        match protocol sip !Marcado del protocolo SIP
        match ip dscp cs3 !Selector de Clase 3 para Senalizacion
        por el protocolo SIP en VoIP
    !
    !Clase definida para el audio RTP en VoIP
    class-map match-all VoIP-RTP
        match ip dscp ef !Marcado de la IP por el DSCP para Voz
        usando del protocolo de audio RTP en VoIP (EF=Expedited
        Forwarding)
        match protocol rtp !Marcado del protocolo RTP
    !
    !Politica de Calidad de Servicio (QoS) para Enlace WAN
    policy-map Policy-WAN-EAD
        class VoIP-RTP
            priority percent 15 !Porcentaje de priorizacion para audio
            RTP
            police cir 320000 bc 8000 !Politica de descarte para
            Llamadas VoIP segun parametros otorgados por el Proveedor de
            Servicio (ISP)
            exceed-action set-dscp-transmit ef !Accion de descarte
            set dscp ef !Asigna el DSCP (AF=Assured Forwarding)
        !
        class VoIP-Control
            bandwidth percent 5 !Asignacion de porcentaje ancho de
            banda para senalizacion
            set dscp af31 !Asigna el DSCP (EF=Expedited Forwarding)
        !
        class Bibdigital
            bandwidth percent 25 !Asignacion de porcentaje ancho de
            banda para Bibliotecas Digitales
            set dscp default !Asigna el DSCP (Best-Effort)
        !
        class Videoconferencia
            priority percent 33 !Porcentaje de priorizacion para
            videoconferencia
            set dscp af41 !Asigna el DSCP (AF=Assured Forwarding)
        !
        class class-default
            fair-queue !Cola que prioriza segun el tamaño del paquete
            de acuerdo a su Clase (Class-Based Weighted Fair Queueing)
        !

```

```

!Politica Padre de Calidad de Servicio (QoS) para
subinterfaces en Enlace WAN
policy-map ParentPolicy-EAD
  class VideoconfParent-EAD !Clase Padre Videoconferencia
    shape average percent 33 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
  !
  class BibdigitalParent-EAD !Clase Padre Biblioteca Digital
    shape average percent 25 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
  !
  class VoiPControlParent-EAD !Clase Padre VoiPControl
    shape average percent 5 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
  !
  class VoIPrtpparent-EAD !Clase Padre VoIPrtpparent
    shape average percent 12 !Porcentaje promedio para el
    Conformado de Trafico (Traffic Shapping)
    service-policy Policy-WAN-EAD !Asignacion de politica de
    QoS Hija
  !
  !
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
  !
interface FastEthernet0/1
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
  service-policy output Policy-WAN-EAD !Asignacion de
  Politica de QoS para Enlace LAN Carora
  !
interface FastEthernet0/1.8
  description Vlan 8 Subred 172.18.12.0/23 - Control de
  Estudios Carora Oficina X8
  encapsulation dot1Q 8 !Encapsulado mediante estandar 802.1Q
  para VLANS
  ip address 172.18.12.1 255.255.254.0
  service-policy output ParentPolicy-EAD
  !
interface FastEthernet0/1.14
  description Vlan 14 Subred 172.18.14.0/23 - Educacion a
  Distancia Carora Usuarios Oficina X14

```

```

    encapsulation dot1Q 14 !Encapsulado mediante estandar
802.1Q para VLANS
    ip address 172.18.14.1 255.255.254.0
    service-policy output ParentPolicy-EAD
!
interface FastEthernet0/1.16
    description Vlan 16 Subred 172.18.16.0/23 - Educacion a
Distancia Carora Administradores Oficina X16
    encapsulation dot1Q 16 !Encapsulado mediante estandar
802.1Q para VLANS
    ip address 172.18.16.1 255.255.254.0
    service-policy output ParentPolicy-EAD
!
interface FastEthernet1/0
    no ip address
    duplex auto
    speed auto
!
interface FastEthernet1/0.1000
    description Enlace Privado hacia Bqto - MetroLAN -- VLAN
1000
    bandwidth 10000 !Asignacion de ancho de banda en Bits (
10000 Bits = 10 Megabits)
    encapsulation dot1Q 1000 !Encapsulado mediante estandar
802.1Q para VLANS
    ip address 172.18.0.18 255.255.255.248
    service-policy output ParentPolicy-EAD !Asignacion de
Politica de QoS para subinterfaces en Enlace WAN
!
!
!
ip forward-protocol nd
!La ruta va con destino a el Router Principal c2811
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.18.0.17
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
!
control-plane
!
!
```

- **Enlace LAN**

**Equipo:** Router Cisco 3745.

**Nombre en la topología de simulación:** RCarora

```
!  
!  
version 12.4  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Switch-Router-Capa3  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
memory-size iomem 5  
!Cola definida segun prioridad y clase de Servicio Q1=5  
(VoIP-Control) Q2=15 (VoIP-RTP) Q3=33 (Videoconferencia)  
Q4=25 (Bibdigital)  
wrr-queue bandwidth 5 12 33 25  
ip cef  
!  
!  
!  
!  
ip auth-proxy max-nodata-conns 3  
ip admission max-nodata-conns 3  
!  
!Parametros de configuracion del Jitter para los Servidores  
de VoIP Asterisk - Videoconferencia Bigbluebutton y Servidor  
Web EAD  
ip sla monitor responder  
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.4.2  
port 5002  
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.2.10  
port 5003  
ip sla monitor responder type udpEcho ipaddress 172.18.2.3  
port 5060  
ip sla monitor 1  
type jitter dest-ipaddr 172.18.2.3 dest-port 5060 num-  
packets 20  
ip sla monitor schedule 1 start-time now  
ip sla monitor 2
```

```

type jitter dest-ipaddr 172.18.4.2 dest-port 5002 num-
packets 500
ip sla monitor schedule 2 start-time now
ip sla monitor 3
type jitter dest-ipaddr 172.18.2.10 dest-port 5003 num-
packets 1000
ip sla monitor schedule 3 start-time now
!
!
!Definicion del mapeo del DSCP-COS y COS-DSCP
mls qos map dscp-cos 0 8 10 to 0
mls qos map dscp-cos 16 18 to 3
mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 34 46 48 56
!
!
!activacion de Servicio de VoIP utilizando protocolo SIP
voice service voip
sip
redirect contact order best-match
!
!
!
!Clase definida para los servicios donde se aplica Mejor
Esfuerzo (Best-Effort)
class-map match-all BEST-EFFORT
match any !Marca cualquier paquete
!
!Clase definida para videoconferencia
class-map match-any Videoconferencia
match ip dscp af41 !Marcado de la IP para Videoconferencia
donde 4 indica la Clase 4 y 1 es la probabilidad de descarte
(AF=Assured Forwarding)
!
class-map match-any Bibdigital
match ip dscp default !Marcado de la IP para
Videoconferencia donde se aplica Mejor Esfuerzo (Best-
Effort)
!
!Clase definida para Senalizacion
class-map match-any VoIP-Control
match ip dscp af31 !Marcado de la IP por el DSCP para
Senalizacion en VoIP donde 3 indica la Clase 3 y 1 es la
probabilidad de descarte (AF=Assured Forwarding)
match protocol sip !Marcado del protocolo SIP
match ip dscp cs3 !Selector de Clase 3 para SeÑalizacion
por el protocolo SIP en VoIP
!
!Clase definida para el audio RTP en VoIP
class-map match-all VoIP-RTP

```

```

    match ip dscp ef !Marcado de la IP por el DSCP para Voz
    usando del protocolo de audio RTP en VoIP (EF=Expedited
    Forwarding)
    match protocol rtp !Marcado del protocolo RTP
    !
    !
    !
    policy-map Policy-EAD
    !
    class VoIP-RTP
    priority percent 12 !Porcentaje de priorizacion para audio
    RTP
    police cir 320000 bc 8000 !Politica de descarte para
    Llamadas VoIP segun parametros otorgados por el Proveedor de
    Servicio (ISP)
    exceed-action set-dscp-transmit ef !Accion de descarte
    set dscp ef !Asigna el DSCP (AF=Assured Forwarding)
    !
    class VoIP-Control
    bandwidth percent 5 !Asignacion de porcentaje ancho de
    banda para senalizacion
    set dscp af31 !Asigna el DSCP (EF=Expedited Forwarding)
    !
    class Bibdigital
    bandwidth percent 25 !Asignacion de porcentaje ancho de
    banda para Bibliotecas Digitales
    set dscp default !Asigna el DSCP (Best-Effort)
    !
    class Videoconferencia
    priority percent 33 !Porcentaje de priorizacion para
    videoconferencia
    set dscp af41 !Asigna el DSCP (AF=Assured Forwarding)
    class class-default
    fair-queue !Cola que prioriza segun el tamano del paquete
    de acuerdo a su CLase (Class-Based Weighted Fair Queueing)
    !
    !
    !
    interface FastEthernet0/0
    description Interfaz conectada a Router Principal
    ip address 172.18.0.10 255.255.255.248
    duplex auto
    speed auto
    service-policy output Policy-EAD
    !
    interface FastEthernet0/1
    no ip address
    duplex auto
    speed auto
    !
    interface FastEthernet1/0

```

```

switchport mode trunk
switchport voice vlan 2
switchport priority default 3
mls qos cos 3
mls qos trust cos
!
interface FastEthernet1/1
switchport mode trunk
switchport priority default 4
mls qos cos 4
mls qos trust cos
!
interface FastEthernet1/2
switchport mode trunk
switchport priority default 4
mls qos cos 4
mls qos trust cos
!
!
interface Vlan2
description vlan-octsi-servinternos
ip address 172.18.2.1 255.255.254.0
mls qos trust dscp
service-policy output Policy-EAD
!
interface Vlan4
description Vlan Servidores Publicos-DMZ
ip address 172.18.4.1 255.255.254.0
service-policy output Policy-EAD
!
interface Vlan6
description ortsi
ip address 172.18.6.1 255.255.254.0
mls qos trust dscp
service-policy output Policy-EAD
!
interface Vlan8
description vlan-lejania
ip address 172.18.8.1 255.255.254.0
!
interface Vlan16
description vlan-carora
ip address 172.18.16.1 255.255.254.0
mls qos trust dscp
max-reserved-bandwidth 100
service-policy output Policy-EAD
!
!
ip forward-protocol nd
!Ruta dirigida hacia el Router Principal
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.18.0.9

```

```
!  
!  
no ip http server  
no ip http secure-server  
!  
!  
!  
control-plane  
!
```

### **Direccionamiento IP:**

El direccionamiento IP se utilizó el protocolo TCP/IP en la modalidad IPV4, clasificado en subredes mediante el estándar IEEE 802.1Q con la delimitación de VLANs por departamento. La configuración se llevo a cabo en el terminal de cada equipo cisco dentro del simulador GNS3 y se encuentran definidos en la Fase I de este capítulo.

### **Análisis de resultados de las configuraciones de políticas de Calidad de Servicio (QoS)**

Se efectuó el análisis de las configuraciones de los dispositivos de red en la topología mediante el simulador Gns3, generando reportes con el firmware IOS del dispositivo, el software de simulación de tráfico Iperf y un análisis visual de las tramas Ethernet a través del software Wireshark.

Los resultados obtenidos en cuanto a la configuración de Calidad de Servicio son las siguientes:

### **Tablas de Mapeo del COS a DSCP y DSCP a COS**

Al ejecutar en los routers Cisco 3745 el comando **show mls qos map** muestra el siguiente reporte:

Dscp-cos map:

dscp: 0 8 10 16 18 24 26 32 34 40 46 48 56

-----  
cos: 0 0 0 3 3 3 3 4 4 5 5 6 7

Cos-dscp map:

cos: 0 1 2 3 4 5 6 7

-----  
dscp: 0 8 16 24 34 46 48 56

Donde el Dscp-cos map indica los diferentes valores del DSCP según su clasificación al igual que el COS (del 1 al 7) esta clasificado según los valores del DSCP para el Modelo de Servicios Diferenciados.

### **Conformado de Tráfico**

Mediante la herramienta Wireshark se obtuvieron el siguiente resultado indicando el marcado de los paquetes por la trama, El servicio diferenciado en código hexadecimal, así como el protocolo SIP como se ve a continuación:

| No.   | Time        | Source       | Destination  | Protocol | Length | Info   |
|-------|-------------|--------------|--------------|----------|--------|--|
| 337   | 56.29627800 | 172.18.2.3   | 172.18.6.100 | SIP      | 631    | Request: OPTIONS sip:101@172.18.6.100;line=b4c3e7550ede1fd |
| 338   | 56.30434600 | 172.18.6.100 | 172.18.2.3   | SIP      | 484    | Status: 200 OK   |
| 10813 | 125.5688960 | 172.18.2.3   | 172.18.6.100 | SIP      | 631    | Request: OPTIONS sip:101@172.18.6.100;line=b4c3e7550ede1fd |
| 10819 | 125.6705420 | 172.18.2.3   | 172.18.6.100 | SIP      | 631    | Request: OPTIONS sip:101@172.18.6.100;line=b4c3e7550ede1fd |
| 10828 | 125.9729520 | 172.18.2.3   | 172.18.6.100 | SIP      | 631    | Request: OPTIONS sip:101@172.18.6.100;line=b4c3e7550ede1fd |
| 10830 | 125.9835760 | 172.18.6.100 | 172.18.2.3   | SIP      | 484    | Status: 200 OK   |
| 10831 | 125.9836410 | 172.18.6.100 | 172.18.2.3   | SIP      | 484    | Status: 200 OK   |
| 10832 | 125.9836530 | 172.18.6.100 | 172.18.2.3   | SIP      | 484    | Status: 200 OK   |
| 10904 | 130.3179390 | 172.18.2.3   | 172.18.6.100 | SIP      | 631    | Request: OPTIONS sip:101@172.18.6.100;line=b4c3e7550ede1fd |
| 10906 | 130.3377050 | 172.18.6.100 | 172.18.2.3   | SIP      | 484    | Status: 200 OK   |
| 11251 | 190.3548920 | 172.18.2.3   | 172.18.6.100 | SIP      | 631    | Request: OPTIONS sip:101@172.18.6.100;line=b4c3e7550ede1fd |
| 11252 | 190.3854430 | 172.18.6.100 | 172.18.2.3   | SIP      | 483    | Status: 200 OK   |

▶ Frame 338: 484 bytes on wire (3872 bits), 484 bytes captured (3872 bits) on interface 0  
 ▶ Ethernet II, Src: CadmusCo\_8e:e2:91 (08:00:27:8e:e2:91), Dst: c4:0a:0e:12:00:00 (c4:0a:0e:12:00:00)  
 ▶ 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 6  
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 172.18.6.100 (172.18.6.100), Dst: 172.18.2.3 (172.18.2.3)  
 Version: 4  
 Header Length: 20 bytes  
 ▾ Differentiated Services Field: 0x68 (DSCP 0x1a: Assured Forwarding 31; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))  
   0110 10... = Differentiated Services Codepoint: Assured Forwarding 31 (0x1a)  
   .....00 = Explicit Congestion Notification: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport) (0x00)  
 Total Length: 466  
 Identification: 0x71b4 (29108)  
 ▶ Flags: 0x02 (Don't Fragment)  
 Fragment offset: 0  
 Time to live: 64  
 .....

|      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |                |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------------|
| 1000 | c4 | 0a | 0e | 12 | 00 | 00 | 08 | 00 | 27 | 8e | e2 | 91 | 81 | 00 | 00 | 06 | .....    | '.....         |
| 1010 | 08 | 00 | 45 | 68 | 01 | d2 | 71 | b4 | 40 | 00 | 40 | 11 | 66 | 73 | ac | 12 | ..Eh..q. | @.@.fs..       |
| 1020 | 06 | 64 | ac | 12 | 02 | 03 | 13 | c4 | 13 | c4 | 01 | be | c3 | 15 | 53 | 49 | ..d..... | .....SI        |
| 1030 | 50 | 2f | 32 | 2e | 30 | 20 | 32 | 30 | 30 | 20 | 4f | 4b | 0d | 0a | 56 | 69 | P/2.0    | 20 0 OK..vi    |
| 1040 | 61 | 3a | 20 | 53 | 49 | 50 | 2f | 32 | 2e | 30 | 2f | 55 | 44 | 50 | 20 | 31 | a:       | SIP/2 .0/UDP 1 |
| 1050 | 37 | 32 | 2e | 31 | 38 | 2e | 32 | 2e | 33 | 3a | 35 | 30 | 36 | 30 | 3b | 62 | 72.18.2. | 3:5060;b       |

**Figura 52.** Captura de datos para en Servicio VoIP en Wireshark. **Fuente:** El autor (2016)

**Fuente:** El autor (2016)

En la grafica se muestra la captura de datos de los servicios diferenciados (DSCP) en numeración hexadecimal (0x68) con el PHB AF31 de señalización para los servicios de VoIP y Videoconferencia por lo que se efectúa el marcado de tráfico correspondiente según el protocolo de internet (IP).

En cuanto al video utiliza el PHB AF41 para el marcado de Videoconferencia con código hexadecimal (0x22), alcanzando el resultado esperado

| No.  | Time        | Source       | Destination | Protocol | Length | Info   |
|------|-------------|--------------|-------------|----------|--------|--|
| 1838 | 36.37139300 | 172.18.6.100 | 172.18.2.10 | TCP      | 1518   | 59272-1935 [ACK] Seq=358113 Ack=8 Win=1365 Len=1448 TSval=216546 TSecr=182404      |
| 1839 | 36.37153400 | 172.18.6.100 | 172.18.2.10 | TCP      | 1270   | 59272-1935 [PSH, ACK] Seq=359561 Ack=8 Win=1365 Len=1200 TSval=216546 TSecr=182404 |
| 1840 | 36.37756100 | 172.18.6.100 | 172.18.2.10 | TCP      | 1518   | 59272-1935 [ACK] Seq=360761 Ack=8 Win=1365 Len=1448 TSval=216547 TSecr=182404      |
| 1841 | 36.37761900 | 172.18.6.100 | 172.18.2.10 | TCP      | 1518   | 59272-1935 [ACK] Seq=362209 Ack=8 Win=1365 Len=1448 TSval=216547 TSecr=182404      |
| 1842 | 36.37930000 | 172.18.6.100 | 172.18.2.10 | TCP      | 1270   | 59272-1935 [PSH, ACK] Seq=363657 Ack=8 Win=1365 Len=1200 TSval=216548 TSecr=182404 |
| 1843 | 36.42158700 | 172.18.6.100 | 172.18.2.10 | RTMP     | 693    | Video Data   |

Frame 257: 232 bytes on wire (1856 bits), 232 bytes captured (1856 bits)  
 Linux cooked capture  
 Internet Protocol Version 4, Src: 172.18.6.100 (172.18.6.100), Dst: 172.18.2.10 (172.18.2.10)  
 version: 4  
 Header Length: 20 bytes  
 Differentiated Services Field: 0x88 (DSCP 0x22: Assured Forwarding 41; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))  
 Total Length: 216  
 Identification: 0x0000 (0)

**Figura 53.** Marcado del DSCP para Videoconferencia.

**Fuente:** El autor (2016)

### Políticas de Marcado

En cuanto al reporte de las políticas de calidad de servicio sobre las interfaces de red generado por cada router interconectado en la solución asociado a los servicios

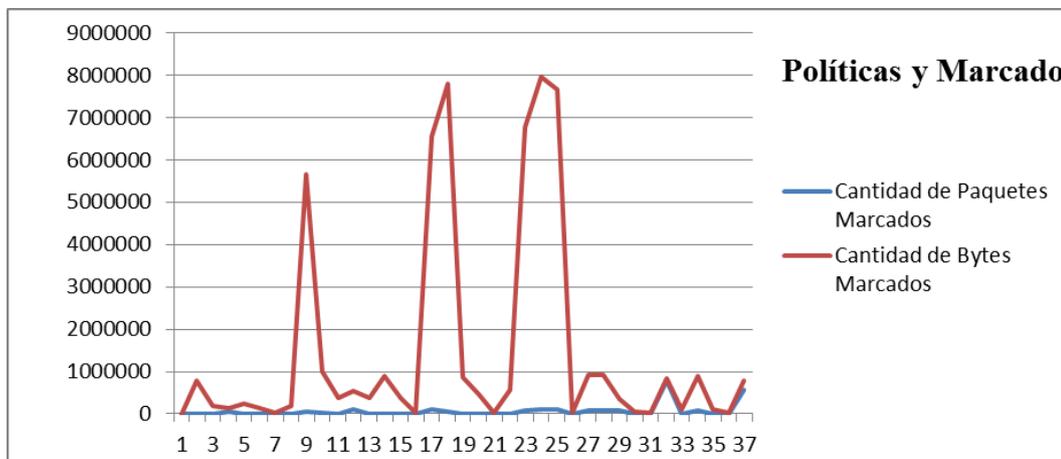
Se definieron Políticas padre e hijas para las subinterfaces de los dispositivos de red, asignando políticas hijas al padre respectivamente, debido a que no es posible asignarlas de la misma forma que las interfaces comunes de red (Ejemplo de una subinterfaz: FastEthernet 0/0.1000). Así mismo, en el enlace WAN se aplicó las prioridades de los servicios como lo establece el modelo de ancho de banda.

Se efectura el marcado de acuerdo al tipo de tráfico conforme a los valores del DSCP y se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 103.** Políticas y Marcado de tráfico de datos

| Router  | Interfaz             | Política         | Clase                 | Protocolo | PH  | B    | D   | S | C | P | COS | Ancho de Banda (%) | Cola Q1,Q2,Q3,Q4 (N°) | Cantidad de Paquetes Marcados | Cantidad de Bytes Marcados |
|---------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------|-----|------|-----|---|---|---|-----|--------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| VLANS   | Vlan2                | Policy-EAD       | Videokonferencia      | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 18                            | 1708                       |
| VLANS   | Vlan2                | Policy-EAD       | VoIP-RTP              | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 3583                          | 776202                     |
| VLANS   | Vlan2                | Policy-EAD       | VoIP-Control          | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 1003                          | 191703                     |
| VLANS   | Vlan2                | Policy-EAD       | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 48587                         | 138982                     |
| VLANS   | FastEthernet0/0      | Policy-EAD       | VoIP-RTP              | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 1161                          | 248454                     |
| VLANS   | FastEthernet0/0      | Policy-EAD       | VoIP-Control          | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 2143                          | 135731                     |
| VLANS   | FastEthernet0/0      | Policy-EAD       | Bibdigital            | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 4578                          | 14870                      |
| VLANS   | FastEthernet0/0      | Policy-EAD       | Class-Default         | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 1659                          | 188787                     |
| VLANS   | Vlan4                | Policy-EAD       | Videokonferencia      | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 44987                         | 5669980                    |
| VLANS   | Vlan4                | Policy-EAD       | VoIP-RTP              | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 22587                         | 987858                     |
| VLANS   | Vlan4                | Policy-EAD       | VoIP-Control          | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 7050                          | 369876                     |
| VLANS   | Vlan4                | Policy-EAD       | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 98755                         | 548958                     |
| VLANS   | Vlan6                | Policy-EAD       | Videokonferencia      | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 1741                          | 372574                     |
| VLANS   | Vlan6                | Policy-EAD       | VoIP-RTP              | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 1440                          | 899110                     |
| VLANS   | Vlan6                | Policy-EAD       | VoIP-Control          | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 7050                          | 369876                     |
| VLANS   | Vlan6                | Policy-EAD       | Bibdigital            | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 4578                          | 14870                      |
| VLANS   | Vlan6                | Policy-EAD       | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 98755                         | 6548958                    |
| c2811   | FastEthernet0/0      | Policy-WAN-EAD   | Videokonferencia      | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 42457                         | 7789943                    |
| c2811   | FastEthernet0/0      | Policy-WAN-EAD   | VoIP-RTP              | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 1487                          | 876543                     |
| c2811   | FastEthernet0/0      | Policy-WAN-EAD   | VoIP-Control          | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 6790                          | 459767                     |
| c2811   | FastEthernet0/0      | Policy-WAN-EAD   | Bibdigital            | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 4578                          | 14870                      |
| c2811   | FastEthernet0/0      | Policy-WAN-EAD   | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 7664                          | 565324                     |
| c2811   | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | VideokonfParent-EAD   | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 81200                         | 6754755                    |
| c2811   | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | VoIpRtpParent-EAD     | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 95429                         | 7948654                    |
| c2811   | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | VoIPControlParent-EAD | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 98981                         | 7656435                    |
| c2811   | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | BibdigitalParent-EAD  | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 4578                          | 14870                      |
| c2811   | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 77447                         | 908876                     |
| Rcarora | FastEthernet0/1      | Policy-WAN-EAD   | Videokonferencia      | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 89694                         | 924949                     |
| Rcarora | FastEthernet0/1      | Policy-WAN-EAD   | VoIP-RTP              | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 88987                         | 345566                     |
| Rcarora | FastEthernet0/1      | Policy-WAN-EAD   | VoIP-Control          | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 3494                          | 55675                      |
| Rcarora | FastEthernet0/1      | Policy-WAN-EAD   | Bibdigital            | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 4578                          | 14870                      |
| Rcarora | FastEthernet0/1      | Policy-WAN-EAD   | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 777654                        | 840584                     |
| Rcarora | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | VideokonfParent-EAD   | RTMP      | AF  | AF41 | N/A |   |   |   |     | 33                 | 3                     | 2255                          | 99876                      |
| Rcarora | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | VoIpRtpParent-EAD     | RTP       | EF  | EF   | N/A |   |   |   |     | 12                 | 2                     | 90865                         | 887656                     |
| Rcarora | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | VoIPControlParent-EAD | SIP       | AF  | AF31 | N/A |   |   |   |     | 5                  | 1                     | 6654                          | 98876                      |
| Rcarora | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | BibdigitalParent-EAD  | N/A       | DF  | 0    | CS0 |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 4578                          | 14870                      |
| Rcarora | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | Class-Default         | N/A       | N/A | N/A  | N/A |   |   |   |     | 25                 | 4                     | 567547                        | 775445                     |

Fuente: El autor( 2016)



**Gráfico 75.** Políticas y Mercado de tráfico de datos

Los resultados arrojados muestran la cantidad de paquetes marcados con la cantidad de bytes, indicando las oscilaciones en cuanto al tamaño en bytes.

El resultado reflejado indica las interfaces que involucran los equipos routers en la topología de simulación con el etiquetado del DSCP AF31, EF y CS3 para VoIP, AF41 correspondiente a Videoconferencia y Bibliotecas Digitales mediante Best Effort (Mejor Esfuerzo), por lo que se obtuvo el resultado esperado en el mercado de paquetes.

### Conformado de Tráfico

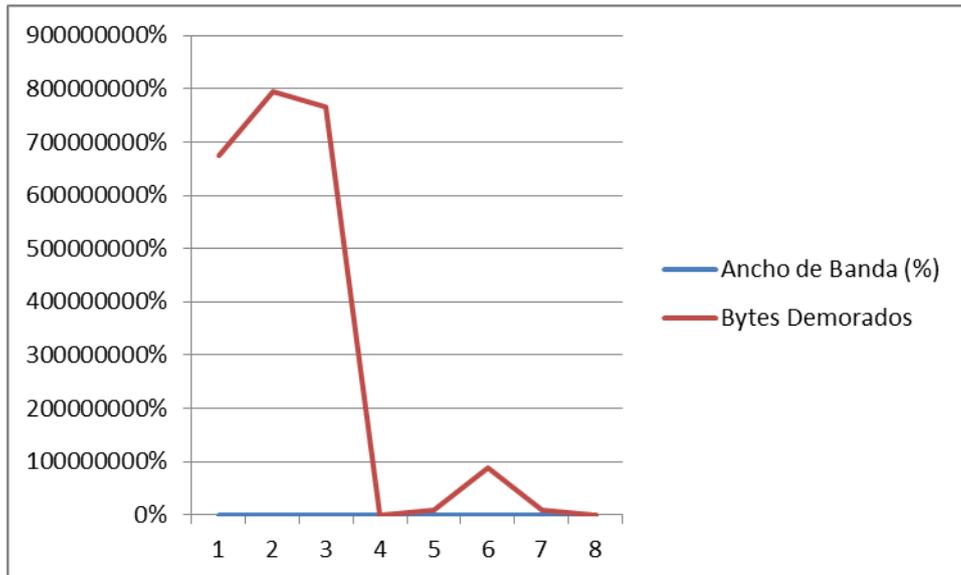
En esta sección se efectuó el conformado de tráfico sobre las interfaces del Enlace WAN entre la sede central Barquisimeto y la sede remota Carora arrojando los siguientes resultados:

**Tabla 104.** Conformado de Tráfico

| Router  | Enlace | Interface            | Política         | Clase                 | Adapt<br>Active | Tipo de Servicio      | Ancho de<br>Banda (%) | Cola<br>(Nro) | Paquetes | Bytes   | Paquetes<br>Demorados | Bytes<br>Demorados | Shaping<br>Activo |
|---------|--------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------|---------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| c2811   | WAN    | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | VideoconfParent-EAD   | -               | Videoconferencia      | 33%                   | 3             | 81200    | 6754755 | 54404                 | 6734955            | Si                |
| c2811   | WAN    | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | VolpRtpParent-EAD     | -               | Audio                 | 12%                   | 4             | 95429    | 7948654 | 83977.52              | 7941154            | Si                |
| c2811   | WAN    | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | VolPControlParent-EAD | -               | Señalización          | 5%                    | 2             | 98981    | 7656435 | 94031.95              | 7653435            | Si                |
| c2811   | WAN    | FastEthernet2/0.1000 | ParentPolicy-EAD | BibdigitalParent-EAD  | -               | Bibliotecas Digitales | 25%                   | 1             | 4578     | 14870   | 0                     | 0                  | No                |
| Rcarora | WAN    | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | VideoconfParent-EAD   | -               | Videoconferencia      | 33%                   | 3             | 77447    | 99876   | 51889.49              | 80076              | Si                |
| Rcarora | WAN    | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | VolpRtpParent-EAD     | -               | Audio                 | 12%                   | 4             | 90865    | 887656  | 79961.2               | 880156             | Si                |
| Rcarora | WAN    | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | VolPControlParent-EAD | -               | Señalización          | 5%                    | 2             | 6654     | 98876   | 6321.3                | 95876              | No                |
| Rcarora | WAN    | FastEthernet0/1.14   | ParentPolicy-EAD | BibdigitalParent-EAD  | -               | Bibliotecas Digitales | 25%                   | 1             | 4578     | 14870   | 0                     | 0                  | Si                |

**Fuente:** El autor (2016)

De este modo es el comportamiento del conformado de tráfico reflejado en el ancho de banda y la cantidad de bytes demorados con un tamaño de ancho de banda de 10 megabits



**Gráfico 76.** Gráfico del conformado de tráfico

### Control de Congestión (Ancho de banda)

En el proceso de control de congestión se procedio a efectuar las pruebas de tráfico basadas en las políticas de calidad de servicio configuradas, y utilizando el software iperf en el enlace WAN basado la tecnología MetroEthernet de un tamaño de 10 mbits

### Videoconferencias:

Para el análisis del comportamiento del tráfico en videoconferencias entre la sede remota Carora y el servidor de videoconferencias en la sede central Barquisimeto se utilizaron los siguientes comandos:

- **Ciente:** `iperf -c 172.18.2.10 -u -p 5003 -w 500 -i 2 -t 20`

- **Servidor:** iperf -s -u -p 5003 -w 500 -i 2 -t 20

**Donde:**

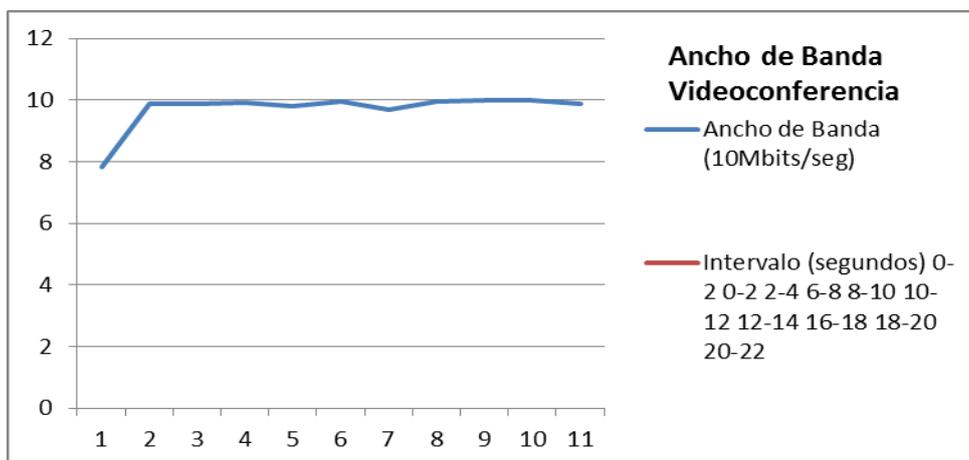
- -c=cliente, -u= puerto udp, -p=puerto, w=cantidad de paquetes, i=intervalo de tiempo, -t= tiempo total, -servidor

**Tabla.** Ancho de banda Videoconferencia

| ID | Servidor         | Cliente | IP Servidor | IP Cliente    | Intervalo (segundos) | Ancho de Banda (10Mbits/seg) |
|----|------------------|---------|-------------|---------------|----------------------|------------------------------|
| 1  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 0-2                  | 7.82                         |
| 2  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 0-2                  | 9.88                         |
| 3  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 2-4                  | 9.86                         |
| 4  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 6-8                  | 9.93                         |
| 5  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 8-10                 | 9.82                         |
| 6  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 10-12                | 9.94                         |
| 7  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 12-14                | 9.7                          |
| 8  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 16-18                | 9.94                         |
| 9  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 18-20                | 9.98                         |
| 10 | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 20-22                | 9.99                         |
| 11 | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 0-24                 | 9.88                         |

**Fuente:** El autor (2016)

Tabulando los datos obtenemos el siguiente gráfico:



**Grafico 77.** Ancho de banda de Videoconferencia

El resultado reflejado indica que el comportamiento del ancho de banda es de forma estable entre 7.82 y 10 mbits/seg y se mantiene en el transcurrir de una videoconferencia utilizando las políticas de marcado y conformado de tráfico indicadas anteriormente, lo que significa que se obtuvo Calidad de Servicio (QoS) dentro de los entornos virtuales de educación a distancia.

### **Llamadas VoIP**

Para el servicio de llamadas mediante la tecnología VoIP se efectuó el análisis de tráfico con el software iperf y ejecutando una llamada utilizando el softphone Linphone en usuarios entre la sede central Barquisimeto y la sede remota Carora que representan el enlace WAN basado la tecnología MetroEthernet de un tamaño de 10 mbits. Para ello se utilizaron los siguientes comandos:

- **Cliente:** iperf -c 172.18.2.3 -u -p 5060 -w 500 -i 2 -t 20
- **Servidor:** iperf -s -u -p 5060 -w 500 -i 2 -t 20

#### **Donde:**

- -c=cliente, -u= puerto udp, -p=puerto, w=cantidad de paquetes, i=intervalo de tiempo, -t= tiempo total, -s=servidor

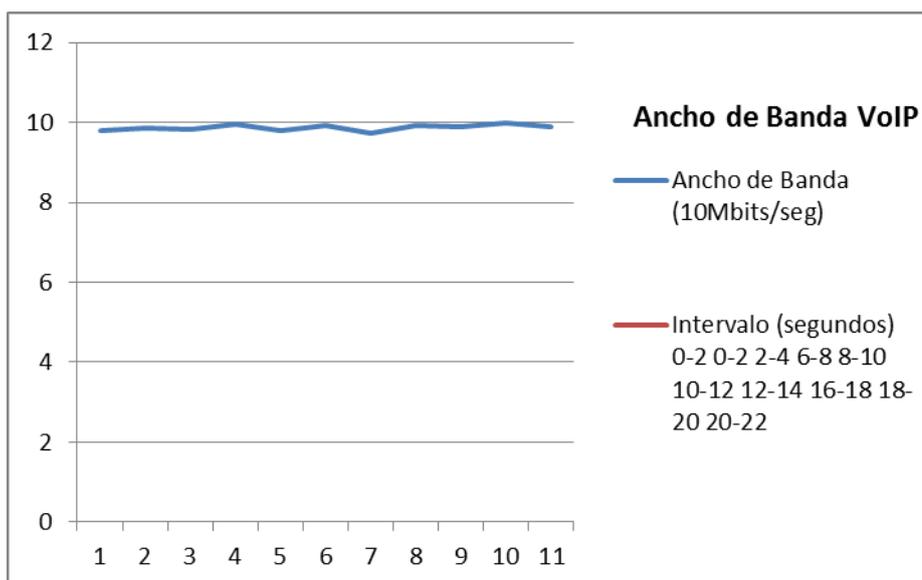
El resultado arrojado de la ejecución de los comandos en el cliente sede remota Carora es el siguiente:

**Tabla 105.** Control de Ancho de banda para Videoconferencia

| ID | Servidor         | Cliente | IP Servidor | IP Cliente    | Intervalo (segundos) | Ancho de Banda (10Mbits/seg) |
|----|------------------|---------|-------------|---------------|----------------------|------------------------------|
| 1  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 0-2                  | 7.82                         |
| 2  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 0-2                  | 9.88                         |
| 3  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 2-4                  | 9.86                         |
| 4  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 6-8                  | 9.93                         |
| 5  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 8-10                 | 9.82                         |
| 6  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 10-12                | 9.94                         |
| 7  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 12-14                | 9.7                          |
| 8  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 16-18                | 9.94                         |
| 9  | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 18-20                | 9.98                         |
| 10 | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 20-22                | 9.99                         |
| 11 | Videoconferencia | Carora  | 172.18.2.10 | 172.18.14.100 | 0-24                 | 9.88                         |

**Fuente:** El autor (2016)

Los datos fueron tabulados y se obtuvo el siguiente resultado:



**Gráfico 78.** Ancho de banda de llamadas VoIP

El resultado arrojado muestra un comportamiento estable del ancho de banda, lo que significa que se obtuvo Calidad de Servicio (QoS) dentro de los entornos virtuales de educación a distancia.

### **Bibliotecas Digitales**

Para el servicio de Bibliotecas Digitales se accedió al Entorno Virtual Moodle y se creó una categoría para el acceso de contenido de interés dentro de los entornos virtuales para la biblioteca digital. Se efectuó el análisis de tráfico con el software iperf entre la sede central Barquisimeto y la sede remota Carora. Para ello se utilizaron los siguientes comandos:

- **Cliente:** iperf -c 172.18.4.2 -u -p 5002 -w 500 -i 2 -t 20
- **Servidor:** iperf -s -u -p 5002 -w 500 -i 2 -t 20

#### **Donde:**

- -c=cliente, -u= puerto udp, -p=puerto, w=cantidad de paquetes, i=intervalo de tiempo, -t= tiempo total, -s= servidor

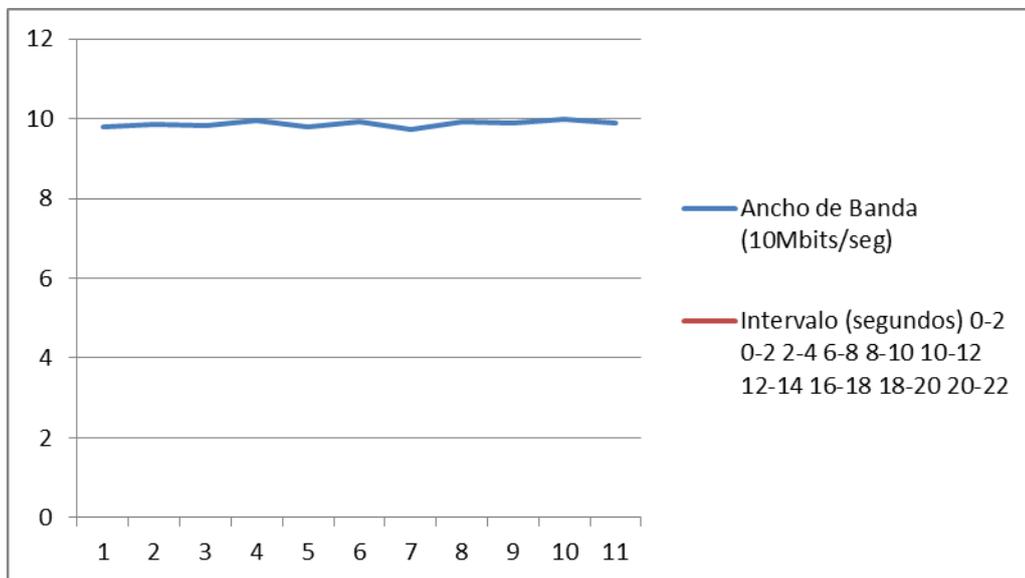
El resultado arrojado de la ejecución de los comandos en el cliente sede remota Carora es el siguiente:

**Tabla 106.** Control de ancho de banda de Bibliotecas Digitales

| ID | Servidor         | Cliente | IP Servidor | IP Cliente    | Intervalo (segundos) | Ancho de Banda (10Mbits/seg) |
|----|------------------|---------|-------------|---------------|----------------------|------------------------------|
| 1  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 0-2                  | 9.8                          |
| 2  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 0-2                  | 9.87                         |
| 3  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 2-4                  | 9.83                         |
| 4  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 6-8                  | 9.97                         |
| 5  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 8-10                 | 9.8                          |
| 6  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 10-12                | 9.92                         |
| 7  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 12-14                | 9.72                         |
| 8  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 16-18                | 9.91                         |
| 9  | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 18-20                | 9.9                          |
| 10 | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 20-22                | 9.99                         |
| 11 | Servidor Web EAD | Carora  | 172.18.4.2  | 172.18.14.100 | 0-24                 | 9.88                         |

**Fuente:** El autor (2016)

Tabulando los datos se obtuvieron los siguientes resultados:



**Gráfico 79.** Ancho de banda Servidor Web Educación a Distancia

Los resultados reflejados arrojan que las bibliotecas digitales les fueron aplicadas correctamente las políticas de marcado y clasificación de paquetes, por lo tanto el resultado se obtiene un tráfico estable sin exceder el ancho de banda otorgando de esta manera Calidad de Servicio (QoS) en el entorno virtual de educación a distancia universitaria.

### **Jitter:**

Para el estudio del Jitter se utilizó la herramienta iperf sobre el enlace WAN basado la tecnología MetroEthernet de un tamaño de 10 mbits, que contempla la sede principal Barquisimeto y la sede remota Núcleo Carora por cada tipo de servicio dentro de los entornos virtuales de educación a distancia universitaria.

### **Videoconferencia:**

Se desarrolló un análisis del tráfico de datos basado en el retardo del enlace (throughput) y el delay entre el enlace WAN efectuando una videoconferencia entre un estudiante y un profesor. Los comandos utilizados fueron los siguientes:

- **Cliente:** iperf -c 172.18.2.10 -u -p 5002 -w 500 -i 2 -t 20 -S 0x04
- **Servidor:** iperf -s -u -p 5002 -w 500 -i 2 -t 20 -S 0x04

### **Donde:**

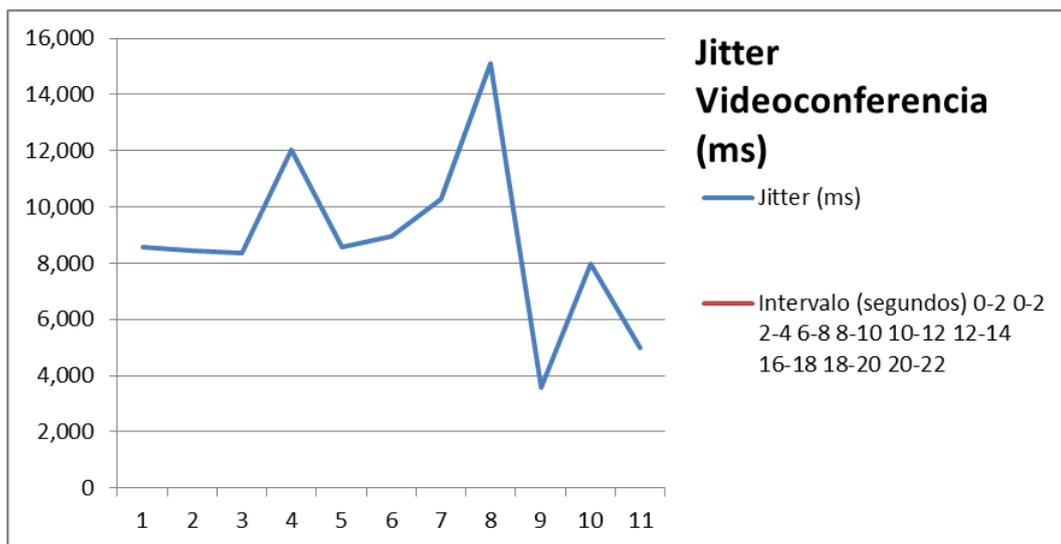
- -c=cliente, -u= puerto udp, -p=puerto, w=cantidad de paquetes, i=intervalo de tiempo, -t= tiempo total, -s= servidor,-S: thougput

**Tabla 107.** Comportamiento del Jitter

| ID | Tipo de Servicio | Intervalo (segundos) | Transferido (kbps) | Ancho de Banda (Mbits/seg) | Jitter (ms)   | Paquetes Perdidos | Total de Paquetes | Datagramas (%) |
|----|------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1  | Videoconferencia | 0-2                  | 283                | 1.02                       | 8,575         | 1                 | 300               | 0.33%          |
| 2  | Videoconferencia | 0-2                  | 284                | 1.16                       | 8,450         | 0                 | 200               | 0.00%          |
| 3  | Videoconferencia | 2-4                  | 283                | 0.75                       | 8,345         | 2                 | 198               | 1.01%          |
| 4  | Videoconferencia | 6-8                  | 284                | 0.67                       | 12,030        | 145               | 167               | 86.83%         |
| 5  | Videoconferencia | 8-10                 | 248                | 1.14                       | 8,560         | 0                 | 4035              | 0.00%          |
| 6  | Videoconferencia | 10-12                | 250                | 1.16                       | 8,975         | 1                 | 3857              | 0.03%          |
| 7  | Videoconferencia | 12-14                | 283                | 1.02                       | 10,294        | 3857              | 5574              | 69.20%         |
| 8  | Videoconferencia | 16-18                | 284                | 1.02                       | 15,093        | 0                 | 198               | 0.00%          |
| 9  | Videoconferencia | 18-20                | 294                | 1.12                       | 3,579         | 6                 | 198               | 3.03%          |
| 10 | Videoconferencia | 20-22                | 294                | 1.02                       | 7,986         | 1250              | 6018              | 20.77%         |
| 11 | Videoconferencia | 0-24                 | 293                | 0.45                       | 4,975         | 130393            | 137902            | 94.55%         |
|    | <b>Totales</b>   | <b>24</b>            | <b>3080</b>        | <b>10.53</b>               | <b>96,862</b> | <b>135655</b>     | <b>158647</b>     | <b>25.07%</b>  |

**Fuente:** El autor (2016)

Se tabularon los resultados y se obtuvo el siguiente gráfico:



**Gráfico 80.** Comportamiento del Retardo (Jitter) en Videoconferencia

Los resultados reflejados de acuerdo a la tabla del comportamiento del se obtiene un valor de jitter de **96.862ms**, por lo que se puede observar que se encuentra dentro de los parámetros de Calidad de Calidad de Servicio (QoS) según este tipo de servicios como lo confirma Chazi (2014), donde este refleja que

el jitter sde debe encontrar en un máximo de 95 y 100 ms para obtener un rendimiento óptimo de los servicios.

### **Fase VIII: Validación del Diseño de Infraestructura de Red.**

#### **Elementos de validación de infraestructura de red para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria.**

Entre los elementos de validación utilizados para la propuesta se encuentran conformados por las dimensiones que corresponden a la variable de estudio “Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas”, las cuales son: Infraestructura de red de datos, Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria y Elementos de Calidad de Servicio (QoS) en el tráfico de datos. Dichos elementos fueron evaluados mediante un conjunto de criterios que catalogan la propuesta según los resultados obtenidos.

#### **Selección de los expertos a utilizados para la validación de la propuesta**

Para la validación de la propuesta de estudio, se necesitó establecer las personas quienes formaron parte de los expertos que emitieron un juicio de valor sobre dicha propuesta. Estos fueron seleccionados de acuerdo al área de estudio y experticia.

Los expertos para la validación del estudio, están conformados por profesores y empleados administrativos en el área de telecomunicaciones, que laboran en universidades públicas venezolanas. Estos se clasifican en:

- Msc. Fernando León – Ingeniero en telecomunicaciones Universidad de los Andes (ULA).
- Dr. Douglas Paredes – Profesor Universitario de la carrera de Ing. En Sistemas de la Universidad de los Andes (ULA).
- Ing. Elías López – Coordinador de Infraestructura Tecnológica SEDUCLA para Educación a Distancia Universitaria de la Universidad Centro Occidental “Lisandro Alvarado” (UCLA).

### **Validación de la propuesta por el juicio de expertos**

El proceso de validación, se encuentra conformado por la definición de criterios de validación conforme a los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los expertos en el área de telecomunicaciones de universidades públicas venezolanas establecidos previamente, lo cual son universidades distintas al caso de estudio que se desarrolló en esta investigación. Estos criterios de validación se elaboraron conforme a las características más importantes que definen el diseño de la infraestructura de red propuesta.

No obstante, los resultados obtenidos, en cuanto a la aplicación de la encuesta a tres (3) expertos en el área de telecomunicaciones descritos en el análisis de resultados de las encuestas del Capítulo III, basadas en las preguntas 1,2,4,5,6,10,11,13,16,22,25 son respondidas de la forma esperada, siendo las preguntas 2,3,4 y 5 conclusivas en cuanto a la validación de la propuesta, en consecuencia, se determinó que los resultados de la validación efectuada en la aplicación del instrumento por el juicio de expertos, basado en el análisis de confiabilidad de Kuder Richardson y los resultados obtenidos, se concluye, que la mayoría de los aspectos resaltados en el instrumento y evaluados por los expertos cumplen con los requisitos, determinando así la validez de la propuesta de estudio.



## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

Esta investigación proporcionó a las universidades públicas venezolanas, el diseño de infraestructura de red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para entornos virtuales de educación a distancia permitiendo la incorporación de componentes de red con soporte en QoS para garantizar la operatividad, velocidad de acceso y disponibilidad de los servicios que proporciona la infraestructura tecnológica de red, y de esta manera cubrir la demanda de los usuarios de entornos virtuales de educación a distancia universitaria.

Así mismo, el desarrollo de la investigación generó resultados satisfactorios conclusivos en cuanto a los Mecanismos de Calidad Servicio (QoS) y el Modelo de Servicios Diferenciados (Diffserv), permitiendo clasificar los paquetes de datos adecuadamente de acuerdo a políticas establecidas según los estándares internacionales de la UIT-T, ANSI, IEEE, entre otros, para de este modo garantizar la operatividad y reducir los tiempos de respuesta de los servicios de voz (VoIP), videoconferencias y bibliotecas digitales en el campus virtual de las universidades públicas nacionales que necesiten la interconexión de su sede central con sus sedes remotas.

También, los resultados obtenidos en la simulación de la infraestructura de red permitieron visualizar el comportamiento del tráfico de datos de los paquetes de datos, el ancho de banda, la congestión en la red, retardos y tiempos de respuesta de los servicios de voz (VoIP) mediante softphones usando un códec adecuado, como el códec G.722, así como los servicios de videoconferencias de escritorio mediante Bigbluebutton y bibliotecas digitales contenidas sobre entornos virtuales

de educación a distancia universitaria, estos se ajustan a los requerimientos de servicio para campus virtuales universitarios de acuerdo a estándares internacionales con valores en tiempos de respuesta adecuados para una calidad de los servicios prestados en dichos entornos virtuales de educación a distancia.

Por otra parte, la selección de enlaces Metro Ethernet basados en VLAN por el proveedor de servicio (ISP) permitió obtener conclusiones en base a las bondades que este otorga para la escalabilidad y mantenimiento de la red de datos, garantizando de este modo el acceso a los servicios en la red de datos de forma más eficiente conforme a las necesidades de la infraestructura de red universitaria.

No obstante, la administración eficiente del ancho de banda dependerá de la capacidad del enlace adquirido por la universidad al proveedor de servicio, así como de las capacidades de las interfaces.

En consecuencia, el resultado generado por esta investigación, permitió resolver el problema de interconexión entre las universidades públicas venezolanas que poseen sedes remotas en donde se necesiten mantener operativos y disponibles los servicios de voz, video y datos requeridos en entornos virtuales de educación a distancia, siendo aplicables a otras universidades públicas venezolanas conforme a las tecnologías actuales.

## Recomendaciones

Los resultados arrojados por esta investigación fueron los esperados. Aunado a ello, se definen un conjunto de recomendaciones para garantizar el correcto uso de las técnicas en Calidad de Servicio (QoS) utilizadas y las configuraciones recomendadas en los equipos que conforman la infraestructura de red para entornos virtuales de educación a distancia universitarios. Estos son:

- Se recomienda el uso de enlaces Metro Ethernet E-LAN basados en VLAN para la interconexión de universidades públicas venezolanas con sus sedes remotas, basado en los requerimientos de servicios para entornos virtuales de educación a distancia universitaria, utilizando un ancho de banda mínimo de acuerdo a los servicios a prestar para garantizar la operatividad y tiempos de respuesta aceptables en los servicios de voz, video y datos, incluyendo una adecuada configuración en las políticas de Calidad de Servicio (QoS) en los equipos de la red de datos.
- En cuanto a políticas de Calidad de Servicio (QoS), se recomienda el uso de políticas globales empresariales ofrecidas por la empresa Cisco Systems conocidas con el nombre de Auto-QoS, debido a la versatilidad, fácil configuración y prestaciones que brinda en servicios de voz y audio en entornos virtuales de educación a distancia universitaria, ajustadas según los estándares definidos por la UIT-T.
- Se recomienda la utilización de centrales telefónicas PBX Asterisk para llamadas de voz mediante la tecnología VoIP, utilizando el protocolo SIP para la conectividad entre los usuarios y el códec G.711 por la versatilidad que ofrece en cuanto al manejo de los retardos conforme a los parámetros estándares establecidos por la UIT-T para este tipo de servicios y por ser desarrollado y licenciado en software libre.

- Se recomienda el uso del protocolo WebRTC desarrollado por Google para el manejo de audio en videoconferencias de escritorio por el rendimiento en cuanto a manejo del retardo y calidad de audio en los navegadores, de acuerdo a los requerimientos que se necesiten en los campus virtuales universitarios.
- Se recomienda la utilización de equipos conmutadores de paquetes Cisco Catalyst Switch y Routers Cisco con la versión del firmware IOS Cisco 12.2 en adelante, por la inclusión de múltiples funciones en Calidad de Servicio (QoS), entre ellas la clasificación de paquetes de datos, cuyos desarrolladores de dicha técnica es la empresa Cisco Systems.
- En cuanto a las salas de telecomunicaciones, se recomienda: iluminación adecuada, pisos de colores claros, sin cielorraso, sobrepiso o piso elevado, estudio de requerimientos eléctricos de los equipos a instalar, paneles eléctricos propios (opcional) para la sala de telecomunicaciones, canalizaciones selladas con materiales anti fuego y ventilación o aires acondicionados acordes con las características de los equipos instalados, así como la disposición de equipos de energía de respaldo, caracterizados por equipos UPS y baterías de respaldo. Además de la disposición de un generador eléctrico en la sede central de ser necesario.
- Para el aseguramiento de la disponibilidad de los servicios de llamadas VoIP, Videoconferencias y Bibliotecas Digitales, se recomienda la adquisición de un enlace Metro Ethernet E-LAN de respaldo de una capacidad similar a la planteada en este estudio entre la sede principal y la sede remota de la universidad.
- Para el aseguramiento de los datos generados en los entornos virtuales de educación a distancia universitaria se recomienda la adquisición de servidores de respaldo, que funcionen como espejo de los datos almacenados de los usuarios de las plataformas virtuales tanto en la sede central como en la sede remota.

- Para garantizar la operatividad adecuada de los servicios en entornos virtuales de educación a distancia universitarios se recomienda separar los servicios de Videoconferencias, VoiP y Bibliotecas Digitales en diferentes servidores privados, garantizando de esta manera un mejor rendimiento en cuanto a los tiempos de respuesta de dichos servicios en dichos entornos.
- Se recomienda tener un servidor o sitio de contingencia como mirror (espejo) en la sede remota debido a que la data debe estar replicándose para garantizar la disponibilidad de los servicios ya sea por mantenimiento o fallas en hardware y software.
- Tener un servidor de respaldo interno en la sede principal que funcione para las labores de mantenimiento, de este modo se le informa al usuario del estado del servicio.
- Se recomienda disponer de una interfaz de fibra para metrolan, puertos a 1Gbit en los dispositivos de red instalados en la sede principal y remota.
- Para garantizar la disponibilidad de los servicios entre la sede principal y remota por problemas en el proveedor de servicio (ISP), por labores de mantenimiento o fallas se recomienda la adquisición de un enlace privado de 300 megas que dependerá de la distancia y capacidad de los equipos de red.
- Para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria bajo enlaces de Internet, se recomienda la aplicación de políticas de Calidad de Servicio (QoS) en los equipos routers de Borde para garantizar un rendimiento adecuado de los servicios de VoIP, Videoconferencia y Bibliotecas Digitales sobre dichos entornos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardile, A. (2015). Universidad Metropolitana (Unimet) [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.unimet.edu.ve> [Consulta: 2016, Julio 22].
- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme, 5ta Edición, Caracas Venezuela.
- Arreaza, I. (2008). Moodle llena la geografía educativa española de campus virtuales, Madrid. España. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.moodle.org> [Consulta: 2016, Julio 15].
- Ary, W. 1996. *Metodología de la Investigación*. Ediciones Roalg. Madrid. España.
- Aular M. (2012). Apuntes de Taller de Formulación y Desarrollo de Proyectos Factibles. UPEL. Barquisimeto. Venezuela.
- Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento RUSC*. Vol. 4. Núm. 1. URL: [http://www.raco.cat/index.php/Rusc/article/viewFile/5\\_8133/68225](http://www.raco.cat/index.php/Rusc/article/viewFile/5_8133/68225) (Consulta: Junio, 2016).
- Briceño Y. (2011). Estudio y propuesta de un sistema de videoconferencia para salas situacionales de la misión ribas. Trabajo Especial de Grado. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
- Osío C., R. (2006, Noviembre 27). Terminaron los siete años de dicha de Chávez. [Entrevista a Ibsen Martínez]. Siete Días. 11, 5-7.
- Cabral, B. (2011). *La Educación a Distancia vista desde la perspectiva Bibliotecológica*. 1era edición. Universidad Autónoma de México, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas. México.
- Cardona M. (2015). Evaluación comparativa de productos, servicios y procesos en modalidad virtual que ofrecen las instituciones de educación superior en Colombia. *Revista Internacional de Tecnologías en la Educación*. Vol. 2. Núm. 15. URL: <http://journals.epistemopolis.org/index.php/tecnologiasedu/article/view/963/527> (Consulta: Junio, 2016).
- Castañón, N. y Del Valle, M. (2015). Proyecto UNIMET en línea: Plan estratégico en la creación del campus virtual y producción de MOOC. Universidad del Zulia. [Revista en Línea]. vol.31. Disponible: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/20388/20301>. [Consulta: 2016, Julio 10].

Castro, M. (2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. 2da Edición. Caracas.

Centeno A. y Custodio A. (2012). Sistema Virtual para la Enseñanza de la asignatura Mediciones Industriales de la UNEXPO Puerto Ordáz. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. [Documento en línea]. X Jornada de Investigación. Puerto Ordáz. Disponible: <http://www.poz.unexpo.edu.ve/postgrado/uct/descargas/XJornada/Electr%C3%B3nica/IEL08.%20SISTEMA%20VIRTUAL%20PARA%20LA%20ENSE%C3%91ANZA.pdf>. [Consulta: 2016, Junio 26].

Chazi P. (2014). Metodología de desarrollo de indicadores para medición de calidad de servicio (QoS) en la red integrada Triple-Play de TELECENTRO. Trabajo de Grado. Buenos Aires - Argentina.

CIO information, news and tips - SearchCIO. (2013). Recuperado de, <http://searchcio.techtarget.com>.

Cisco Systems (2016). Cisco Catalyst 4500 Series Switch Data Sheet [Documento en línea]. Disponible en URL: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-4500-series-switches/product\\_data\\_sheet0900aecd801792b1.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-4500-series-switches/product_data_sheet0900aecd801792b1.html) (Consulta: Julio 25, 2016).

Cisco Systems (2015). Cisco Catalyst 3700 Series Switch Data Sheet [Documento en línea]. Disponible en URL: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-3750-series-switches/product\\_data\\_sheet0900aecd80371991.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-3750-series-switches/product_data_sheet0900aecd80371991.pdf) (Consulta: Julio 25, 2016).

Cisco Systems (2015). Medianet Campus QoS Design 4.0. Disponible en URL: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-3750-series-switches/product\\_data\\_sheet0900aecd80371991.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-3750-series-switches/product_data_sheet0900aecd80371991.pdf) (Consulta: Julio 25, 2016).

Costas N. (2008). La Educación en las Universidades: Infraestructuras Técnicas.. Num. 32. 101-116 URL: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/22567> (Consulta: Julio, 2016).

Cooperberg A. (2002). Las herramientas que facilitan la comunicación y el proceso de enseñanza-aprendizaje en los entornos de educación a distancia. RED. Revista de Educación a Distancia, núm. 3, p. 0. Universidad de Murcia. Murcia, España.

Conde A (2003). Potencialidades educativas de la comunicación telemática en un sistema de teleformación. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Huelva. España.

Cuevas, R (2011). *Firewall, concepto básico*. Universidad Tecnológica de México. Disponible en URL: <http://contenidosabiertos.academica.mx/jspui/handle/987654321/120>

Depool, R. y Monasterio D. (2013). *Probabilidad y Estadística Aplicaciones a la Ingeniería*. Disponible en URL: [http://www.bqto.unexpo.edu.ve/avisos/PROBABILIDADYESTADISTICA\(2-7-13\).pdf](http://www.bqto.unexpo.edu.ve/avisos/PROBABILIDADYESTADISTICA(2-7-13).pdf) (Consulta: Diciembre 10, 2015).

Del Favero L. (2003). Diseño de un Sistema de Calidad de Servicio (QoS) en la red de una Universidad. Trabajo de Grado. Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto.

Díaz M. (2011). Estudio, análisis, diseño, desarrollo e implementación de una aplicación en software libre para el desarrollo de cursos a distancia y gestión del conocimiento. Master en Software Libre. Universidad Oberta de Catalunya. España.

Díaz J. (2013). Análisis Comparativo de Herramientas para Videos Conferencias en Aulas Virtuales de la Epoch. Trabajo de Grado. Riobamba. Ecuador.

Dorrego E. (2001). *Uso de las tecnologías de la información y la comunicación en las universidades venezolanas. Algunas experiencias*, en Salinas, J. y Batista, A. (Coords.): *Didáctica y tecnología educativa para una Universidad en un mundo digital*. Universidad de Panamá. Panamá.

Duart, J. y Lupiañez, F. (2005). Estrategias en la introducción y uso de las TIC en la universidad. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, v.2, n.1, 5-31.

Ferraté G., y otros (1997). Epílogo. *Internet como entorno para la enseñanza a distancia*. En TIFFIN, J. y RAGASINGHAM, L. En busca de la clase virtual: la educación en la sociedad de la información. Barcelona: Paidós Ibérica, 1997, p.231- 255.

Fernández J., y otros (2004). *Grupo de Tecnologías de las Comunicaciones (GTC) – Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)*. Universidad de Zaragoza Ed. Ada Byron, C\ María de Luna nº 1, 50018. Zaragoza (España). URL: [http://diec.unizar.es/intranet/articulos/uploads/Evaluacion%20de%20QoS%20en%20accesos%20a%20Internet%20para%20aplicaciones%20Multimedia%20\(EQoSIM\).pdf](http://diec.unizar.es/intranet/articulos/uploads/Evaluacion%20de%20QoS%20en%20accesos%20a%20Internet%20para%20aplicaciones%20Multimedia%20(EQoSIM).pdf) (Consulta: Junio 23, 2016).

Forouzan (2006). Transmisión de datos y redes de comunicaciones. Editorial Mcgraw Hill. Cuarta Edición. Madrid.

García F., y otros (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. Universidad de Salamanca, Vol. 6 Nº 2.

García F., y otros (2015). Frecuencia de uso de las plataformas virtuales de enseñanza. Una comparación Moodle versus Sakai en los estudios de perfil económico. *Revista de Investigación en Educación*, Nº 13 (1), 69-87.

García, L. (1999). *Historia de la Educación a Distancia (1ª ed.)*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.

Gast, M. (2002). 802.11 Wireless @etworks:The Definitive Guide (second ed.). O'Reilly.

GNS3 Technologies Inc. (2016). Documentación GNS3. [Documento en línea] Disponible:

González R. (s/f). Sistemas de Cableado Estructurado. Material de clase. Universidad Simón Bolívar. [Documento en línea]. Disponible: [https://moodle.asignaturas.usb.ve/pluginfile.php/23521/mod\\_resource/content/1/C\\_lase3\\_CableadoEstructuradovCorta.pdf](https://moodle.asignaturas.usb.ve/pluginfile.php/23521/mod_resource/content/1/C_lase3_CableadoEstructuradovCorta.pdf) (Consulta: Julio 2, 2016)

Graterol M. (2006). Diseño de un Sistema Multimedia para la Enseñanza y el Adiestramiento a Distancia del Personal Administrativo de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Trabajo de Ascenso Publicado. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.

Guerrero L. (2012). Monitor de Calidad de Servicio de Servidores en el Ámbito Educativo. Instituto Politécnico Nacional. Trabajo de Grado. México.

Hernández R., y otros. (1991). *Metodología de la Investigación*. Editorial. Mcgraw Hill. Bogota Colombia.

Hilera J. y Hernández R. (2013). Hacia la creación de campus virtuales accesibles. *Revista de educación a distancia*. Núm. 35. URL: <http://revistas.um.es/red/article/view/233631/179511> (Consulta: Enero 7, 2016).

IEEE. (2015). Definiciones de términos relativos a Ethernet.

IEEE 802.2 (1998). Logic Link Control.

ISO/IEC 8824-1 (2015). Information technology. Abstract Syntax Notation One (ASN.1). Specification of basic notation.

ISO/IEC 8825-1 (2015). Information technology -- ASN.1 encoding rules: Specification of Basic Encoding Rules (BER), Canonical Encoding Rules (CER) and Distinguished Encoding Rules (DER).

ITU-T. (2008). Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio E.800.

X.680-X.693. (2015). Tecnología de la información - Notación de sintaxis abstracta uno y reglas de codificación ASN.1.

IETF. (2016). URL: <http://www.ietf.org/>, (Consulta: Marzo 6, 2016).

Join Sigossee (2009). "Catálogo LMS de Software Libre". <http://www.ossite.org/join/sp/lms/catalog.htm> (Consulta: Marzo 15 de 2016).

Johnson, A. (2008). Conceptos y protocolo de enrutamiento: guía de prácticas de Ccna Exploration. Prentice – Hall.

Marroquín, J. (2013). Tecnologías De Telecomunicaciones y su utilidad en la Educación a Distancia. Trabajo de Grado. Monterrey - México.

Martin M. y Aversa F. (2014). Tecnología de voz sobre IP aplicada a la integración de plataformas de telefonía en instituciones académicas públicas de Argentina.

McCabe, J. (2003). @Networks Analysis Architecture and Design. San Francisco: Morgan Kaufmann.

MS-SMB2. Server Message Block (SMB) Protocol Versions 2 and 3. URL: [https://winprotocoldoc.blob.core.windows.net/productionwindowsarchives/MS-SMB2/\[MS-SMB2\].pdf](https://winprotocoldoc.blob.core.windows.net/productionwindowsarchives/MS-SMB2/[MS-SMB2].pdf) (Consulta: Junio 20, 2016).

Campo, A. (2012). Calidad de servicio IP – MPLS. [Diapositivas]. Lima

Pazmiño, F. (1999). Videoconferencia. En: <http://www.monografias.com/trabajos/videoconferencia/videoconferencia.shtml> [Consulta: Junio 25, 2016].

Pastor, C. (2005). *Estudio sobre la viabilidad de las propuestas metodológicas derivadas de la aplicación del crédito europeo por parte del profesorado de las universidades españolas, vinculadas a la utilización de las TIC en la docencia y la investigación*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

Pride, W. (2002). Marketing: decisiones y conceptos básicos. México Editorial Interamericana.

Quintero N. (2016). Sistematización de Experiencias en la Integración de Aulas Virtuales para la Educación Universitaria a Distancia en el Estado Táchira. Investigación y Formación Tecnológica. *Revista del CIEGC*. Año 2. Núm. 1. Pág. 86-102. URL: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/revinvformpedag/article/view/3972/1992> (Consulta: Junio 10, 2016).

Ramírez, L. (2008). Videoconferencia de la Universidad Nacional Abierta. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Abierta. Caracas. Venezuela.

República Bolivariana de Venezuela (2011). Ley Orgánica de Telecomunicaciones. Gaceta Oficial No. 39.610 de fecha 7 de febrero.

Rengarajan, R. (2001). LCMS and LMS: Taking advantage of tight integration. Click 2 Learn. URL: [http://www.e-learn.cz/soubory/lcms\\_and\\_lms.pdf](http://www.e-learn.cz/soubory/lcms_and_lms.pdf). (Consulta Febrero 17, 2016).

Reynolds, P. (1971). *A primer in theory construction*. Indianápolis. Indiana: The Bobbs-Merrill Company Inc. 11ava. Impresión de 1983.

- [RFC768] Host Group Extensions for CLNP Multicasting. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt> (Consulta Junio 25, 2016).
- [RFC791] Internet Protocol (IP) URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt> (Consulta Enero 15,2016).
- [RFC792] Internet Control Message Protocol. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc792.txt> (Consulta Junio 10, 2016).
- [RFC793] Transmission Control Protocol. Darpa Internet Program. Protocol Specification. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt> (Consulta Junio 19, 2016).
- [RFC1323] TCP Extensions for High Performance. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1323.txt> (Consulta Junio 20, 2016).
- [RFC2205] Resource ReSerVation Protocol (RSVP). Version 1 Functional Specification. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2205.txt> (Consulta Enero 15, 2016).
- [RFC2251] Lightweight Directory Access Protocol (v3). URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2251.txt> (Consulta Junio 16, 2016).
- [RFC2386] A Framework for QoS-based Routing in the Internet Assured Forwarding PHB Group. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2386.txt> (Consulta Febrero 25, 2016).
- [RFC2460] Internet Protocol, Version 6 (IPv6). Specification. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt> (Consulta Enero 15, 2016).
- [RFC2474] Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2474.txt> (Consulta Abril 18, 2016).
- [RFC2597] Assured Forwarding PHB Group. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2597.txt> (Consulta Febrero 20, 2016).
- [RFC2616] Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt> (Consulta Junio 20, 2016).
- [RFC2829] Authentication Methods for LDAP. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2829.txt> (Consulta Junio 16, 2016).
- [RFC2830] Lightweight Directory Access Protocol (v3): Extension for Transport Layer Security. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2830.txt> (Consulta Junio 16, 2016).
- [RFC3261] SIP: Session Initiation Protocol URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt> (Consulta Marzo 12, 2016).

[RFC3262] Reliability of Provisional Responses in the Session Initiation Protocol (SIP). URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3262.txt> (Consulta Marzo 12, 2016).

[RFC3246] An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior) (SIP). URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3246.txt> (Consulta Abril 5, 2016).

[RFC3377] Lightweight Directory Access Protocol (v3): Technical Specification. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3377.txt> (Consulta Julio 16, 2016).

[RFC4250] The Secure Shell (SSH) Protocol Assigned Numbers. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4250.txt> (Consulta Junio 15, 2016).

[RFC4251] The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4251.txt> (Consulta Junio 15, 2016).

[RFC4252] The Secure Shell (SSH) Authentication Protocol. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4252.txt> (Consulta Junio 15, 2016).

Sánchez, J (2005). Plataformas Tecnológicas para Ambiente Educativo, núm. 14, pp. 18-24. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

Sánchez, J. (2009). Plataformas de Enseñanza Virtual para Entornos Educativos. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, núm. 34, pp. 217-233. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

Sierra, C. (2004). *Estrategias para la Elaboración de un Proyecto de Investigación*. Maracay, Venezuela: Insertos Médicos de Venezuela C.A.

Tamayo M. (2003). El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Limusa. 4ta Edición. México.

Tanenbaum A. (2003). Redes de Computadoras. 4ta edición. Editorial Prentice Hall.

Torres A. (2003). Análisis y Propuesta de un Esquema de Calidad de Servicio (QoS) para la red de la Universidad de Colima. Trabajo de Grado. Coquimatlán - Colima.

Torres B. (2013). Análisis de la Técnica Packet Classification y su aplicación en la provisión de QoS en la transmisión de Voip en Ipv4 E Ipv6. Trabajo de Grado. Riomamba - Ecuador.

Urdaneta, E., Custodio, A y Velázquez, L. (2015). Evaluación de Videoconferencia basado en Software Libre para un Entorno de Virtual de Aprendizaje. [Documento en línea]. Seminario Desarrollo tecnológico para la innovación educativa. México. Disponible: <http://hdl.handle.net/123456789/4575> [Consulta Julio 2016]

Universidad de la Laguna (2008). *Moodle es la plataforma educativa más utilizada en España*. Unidad de Docencia Virtual. [Página Web en línea].

Disponible: <http://udv.ull.es/portal/noticias/moodle-es-la-plataforma-educativa-mas-utilizada-en-espana/> [Consulta: 2016, Julio 22].

Universidad Experimental Pedagógica Libertador. (2002). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL*.

Valdecantos, M. (2011) Telemedicina por VoIP. [Documento en línea]. Congreso XVIII Argentino de Bioingeniería SABI 2011 - VII Jornadas de Ingeniería Clínica. Universidad Nacional de Tucumán. Disponible: [http://sabi2011.fi.mdp.edu.ar/proceedings/SABI/Pdf/SABI2011\\_132.pdf](http://sabi2011.fi.mdp.edu.ar/proceedings/SABI/Pdf/SABI2011_132.pdf). (Consulta: 2016, Julio 2016).

Vinueza (2015). Estudio detallado del uso de RTP/cRTP en servicios de QoS y QoE en internet para la VoIP. Tesis de Grado. Guayaquil. Ecuador.

Zambrano A. (2009). Diseño de la infraestructura de comunicaciones de una red de telemedicina. Trabajo de Grado. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### Aspectos Administrativos

#### Factibilidad Económica

**Tabla 1. Software**

| <b>Software</b>   | <b>Costo estimado</b> |
|---|-----------------------|
| Software libre - LMS/LCMS(Sistema de gestión de aprendizaje/ Sistemas de Gestión de Contenidos Formativos) - MOODLE | Bs. 0,00              |
| Software libre - Sistema de Video Conferencia - BigBlueButton   | Bs. 0,00              |
| Software libre – Simulador Gráfico de Redes de Computadora GNS3 versión 1.4.6                                       | Bs. 0,00              |
| Software Libre – Herramienta de Monitoreo de Red - WireShark (VOIP, datos, etc.)                                    | Bs. 0,00              |
| Software Libre – Herramienta para Medición de Tráfico de Red - Iperf  | Bs. 0,00              |
| Software Libre – Sistema Operativo Debian versión 8 (Jessie)  | Bs. 0,00              |
| Software Libre – Sistema Operativo para Centrales VOIP Asterisk NOW versión 2.6.32                                  | Bs. 0,00              |

**Fuente:** El autor (2016)

**Nota:** Todo el software utilizado para la elaboración de la investigación es basado en software libre y de carácter gratuito, bajo licencias libres de GNU/Linux.

**ANEXO B**

**Tabla 2. Cronograma de Actividades**

|  | MESES | oct-15 | nov-15 | dic-15 | ene-16 | feb-16 | mar-16 | abr-16 | may-16 | jun-16 | jul-16 |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Actividad del Proyecto*</b>                             |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>CAPITULO I</b>  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>CAPITULO II</b>   |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>CAPITULO III</b>  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Elaboración del Instrumento</b>                         |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Aplicación del Instrumento</b>                          |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Análisis y Resultados</b>                               |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Evaluación y Revisión del Proyecto</b>                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>CAPITULO IV</b>   |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>CAPITULO V</b>  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Elaboración del Documento Final de Trabajo de Grado</b> |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Revisión del Documento Final de Trabajo de Grado</b>    |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Entrega y Coordinación de Trabajo de Grado</b>          |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Revisión Final del Documento de Trabajo de Grado</b>    |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

**ANEXO C**  
**INSTRUMENTO A**  
**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO**  
**DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**COORDINACION DE POSTGRADO – DCyT**

**Prof. (a).**

Ciudad.

Por medio de la presente, me dirijo a Usted, como experto en el área, para participarle, que ha sido seleccionado (a) para validar el instrumento a ser usado en el estudio de investigación **“Diseño de Infraestructura de Red bajo enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas”**.

Este estudio se hace para dar cumplimiento al requisito de grado de la Maestría **“Ciencias de Computación – Mención Redes de computadoras”**. Para ello, se anexa el objetivo general y los específicos, así como el cuadro de operacionalización de las variables de estudio, el instrumento de recolección de datos y el formato para la revisión y validación del instrumento.

Esta investigación entra en la modalidad de Proyecto Factible, apoyado en la investigación de campo y monográfica documental.

Sin más a que hacer referencia y agradeciendo su mayor colaboración al respecto.

**Atte.:**

*Ing. Randy Bonucci Martín*

## **TITULO**

**Diseño de Infraestructura de Red bajo enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas.**

### **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

#### ***Objetivo general***

Proponer un Diseño de Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas.

#### ***Objetivos específicos***

- Determinar componentes de una infraestructura de red de datos para Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria.
- Elaborar un Diseño de Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas utilizando mecanismos de control en el tráfico de datos, que permita la optimización de los recursos de red existentes.
- Determinar la factibilidad técnica, operativa y económica del Diseño de Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas.

- Validar el Diseño de Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas mediante el juicio de expertos en el área de telecomunicaciones.

**Tabla 3. Operacionalización de la Variable**

| Variable   | Dimensión  | Indicadores   | Ítem  |
|--|--|---|---|
| Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas | Calidad de Servicio (QoS) en el tráfico de datos | Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS)                   | Clasificación, Marcado y Administración de Congestión, Eficiencia del Enlace, Políticas y Alisado, Retardo del Enlace |
|  |  | Modelo de Servicios Diferenciados (Diffserv)              | Análisis y Diferenciación de las prioridades de los paquetes en los enlaces de red                                    |
|  |  | Flujo de la Red   | Análisis de Confiabilidad, Retardo, Fluctuación y Ancho de Banda de los enlaces de red                                |
|  |  | Protocolos de enrutamiento, reserva y compresión de datos | Evaluación del protocolo, redundancia y diferenciación entre las rutas disponibles                                    |

**Fuente:** El Autor (2016)

Continúa...

| Variable   | Dimensión   | Indicadores                                      | Ítem  |
|--|---|--|---|
| Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas | Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria | Actividades en Entornos de Educación a Distancia | Acceso a clases virtuales en Cátedras y/o Carreras Universitarias, chats, foros de discusión, bibliotecas digitales, llamadas por VOIP, entre otros |
|  |   | Manejadores de Contenido (Plataforma Virtual)    | Rendimiento de los servicios multimedia (VOIP, datos y videoconferencia) en la plataforma virtual   |
|  |   | Plataformas integradas                           | Integración de plataformas de videoconferencia, VOIP y datos en los Manejadores de Contenido  |
|  |   | Equipos (Hardware)                               | Capacidad de hardware, almacenamiento y estado de los equipos de VOIP, datos y videoconferencia   |
|  |   | Soporte Técnico                                  | Capacidad en Personal de Soporte Técnico  |
|  |   | Servicios multimedia                             | Disponibilidad de los servicios de VOIP, datos y videoconferencia   |

**Fuente:** El Autor (2016)

Continúa...

| Variable   | Dimensión                       | Indicadores           | Ítem  |
|--|---------------------------------|-----------------------|---|
| Infraestructura de Red bajo un enfoque de Calidad de Servicio (QoS) para Entornos Virtuales de Educación a Distancia en Universidades Públicas Venezolanas | Infraestructura de red de datos | Enrutadores           | Tarjetas, componentes y módulos presentes   |
|  |                                 | Firewall              | Modelo y Características del Equipo   |
|  |                                 | Conmutadores          | Modelo y Características del Equipo   |
|  |                                 | Enlaces de red        | Capacidad de los enlaces de red bajo la tecnología “MetroEthernet” ofertados por el Proveedor de Servicio (ISP) |
|  |                                 | Cableado Estructurado | Tipo de Cableado de red utilizado   |
|  |                                 | Arquitectura de red   | Topología Lógica y Física   |
|  |                                 | Direccionamiento IP   | Tipo de direccionamiento IP utilizado, escalabilidad con soporte optimizado de la red de datos                  |

**Fuente:** El Autor (2016)

**NOTA:** Se hace mayor énfasis en los indicadores de las Dimensiones **Calidad de Servicio (QoS)** y **Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria**, por ser las variables de mayor peso en la investigación.

## **Información acerca de los instrumentos de recolección de datos de la presente investigación**

A continuación se anexan los instrumentos de recolección de datos para su validación según se describe:

### **1. Cuestionario**

El instrumento presentado contiene 30 interrogantes, aplicadas al personal experto en el área de Telecomunicaciones que labora en Universidades Públicas Venezolanas, para determinar la validez mediante el juicio de expertos de dicho Diseño de Infraestructura de Red.

El nivel de medición utilizado, es el nivel de medición nominal, tal como lo señala (Heinemann, 2003, pp. 80), donde “las escalas nominales tan sólo determinan si los hechos existen o no. En una medición nominal lo único que se diferencia es si una variable «existe» –«no existe» o un hecho «pertenece a»– «no pertenece a» (A /= B”.

La codificación de los datos en cada ítem y variable se definen de la siguiente manera:

| <b>Enunciado</b>  | <b>Codificación</b> |
|---|---------------------|
| Preguntas aplicadas al personal experto en Telecomunicaciones de las Universidades Públicas Venezolanas | (Aplica Si / No)    |

El instrumento está basado en una serie de preguntas clasificadas en orden lógico, y se realizó usando 2 posibilidades de respuesta, de acuerdo a la codificación previamente presentada.

## ACTA DE VALIDACIÓN

Yo \_\_\_\_\_, C.I.:  
\_\_\_\_\_ Profesión \_\_\_\_\_, a  
través del presente escrito, hago constar que he revisado el instrumento de  
recolección de datos para el trabajo de investigación titulado:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED BAJO ENFOQUE DE CALIDAD DE  
SERVICIO (QOS) PARA ENTORNOS VIRTUALES DE EDUCACIÓN A  
DISTANCIA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS VENEZOLANAS.

Realizado por Randy Bonucci Martin, quien aplicó un instrumento diseñado para  
evaluar registro de observación. Considero que se ajusta a las normas de contenido,  
redacción, claridad, lenguaje, orden de preguntas y correspondencia con los objetivos  
propuestos en el estudio, lo que hace a este instrumento capaz de cumplir con el  
objeto para el cual se diseñó.

Barquisimeto, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de 2016.

---

Firma

## INSTRUCCIONES:

Se presentan un conjunto de interrogantes que conforman el instrumento, así como las categorías a evaluar, tomando en consideración los elementos de Claridad, Congruencia y Sesgo de acuerdo a los indicadores, objetivos y dimensiones que se pretenden medir en la investigación.

Marque con una equis (X) según su opinión y/o apreciación de correspondencia en cada categoría:

| Claridad |    | Congruencia |    | Sesgo |    |
|----------|----|-------------|----|-------|----|
| Si       | No | Si          | No | Si    | No |

A continuación se presenta la acción a tomar por cada interrogante para el instrumento final, de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

**(D) = Dejar; (M) = Modificar; (E) = Eliminar**

Marque con una equis (X) según su apreciación la acción que debe tomarse

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>D</b>                 | <b>M</b>                 | <b>E</b>                 |























| Ítems   | Enunciado  | Claridad |    | Congruencia |    | Sesgo |    | D | M | E | Observaciones |  |
|---|--|----------|----|-------------|----|-------|----|---|---|---|---------------|--|
|   |  | Si       | No | Si          | No | Si    | No | X | X | X |               |  |
| 30  | ¿Cree usted que un tipo de Direccionamiento IP adecuado permitirá la escalabilidad de la red con soporte optimizado para nuevas opciones y agregados en los Entornos Virtuales de Educación a Distancia Universitaria? |          |    |             |    |       |    |   |   |   |               |  |
| <b>Leyenda: (D): Dejar; (M): Modificar; (E): Eliminar</b> |  |          |    |             |    |       |    |   |   |   |               |  |

## ANEXO D

### Dispositivos de red

#### Switch Cisco Catalyst 4500 Series



Las características técnicas de este tipo de dispositivos se resumen a continuación:

**Tabla 4.** Ficha técnica Switch Cisco Catalyst 4500 Series

| Especificaciones        | Descripción  |
|-------------------------|--|
| Estándares              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Gigabit Ethernet: IEEE 802.3z, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ab, IEEE 803.3at, IEEE 802.3af, IEEE 802.3az</li><li>• 1000BASE-X (GBIC), 1000BASE - SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-ZX, CWDM</li></ul>   |
| Tecnología EtherChannel | <ul style="list-style-type: none"><li>• Gigabit EtherChannel: Todos los puertos a 1000 Mbps.</li><li>• 10 Gigabit EtherChannel: Todos los puertos a 10Gbps.</li><li>• IEEE 802.3ad (Protocolo de control de agregación de enlaces): Todos los puertos a 1000 Mbps</li><li>• Protocolo de agregación de puertos (PagP): Si</li><li>• Número de puertos por tupla: 8</li><li>• Tecnología EtherChannel y IEEE 802.3ad a través de tarjetas de línea : Si</li></ul> |
| Dimensiones Físicas     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ocupa una ranura en la plataforma de la</li></ul>  |

| <b>Especificaciones</b>                        | <b>Descripción</b>  |
|--|---|
|  | <p>serie Cisco Catalyst.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones del 4500 (H x W x D): 1.2 x 14.25 x 10.75 pulgadas. (3.0 x 36.2 x 27.3 cm).</li> </ul>  |
| Condiciones Ambientales                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de funcionamiento: 32° to 104°F (0° to 40°C)</li> <li>• Temperatura de almacenamiento: 40° to 167°F (40° to 75°C)</li> <li>• Humedad relativa no condensada: 10 a 90%.</li> <li>• Altitud de Funcionamiento: 60 a 3000m.</li> </ul>  |
| Condiciones de Seguridad                       | Láseres de fibra óptica: Productos laser clase 1  |
| Certificaciones de Seguridad                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• UL 1950</li> <li>• EN 60950</li> <li>• CSA-C22.2 no 950</li> <li>• IEC 950</li> <li>• IEC 60950 - 1, 2nd Ed. EN 60950 - 1, 2nd Ed. UL 60950 - 1, 2nd Ed. CAN/CSA - C22.2 No. 60950 - 1 2nd Ed.11</li> </ul>  |
| Certificaciones de emisiones electromagnéticas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FCC 15J Class A</li> <li>• VCCI Class A</li> <li>• CE Marking</li> <li>• EN 55022 Class A</li> <li>• EN 55024 Class A</li> <li>• CISPR 22 Class A</li> <li>• AS/NZ 3548</li> <li>• NEBS Level 3 (GR-1089 - CORE, GR - 63 - CORE)</li> <li>• ETSI ETS - 300386 - 2</li> <li>• EN 50121 - 4</li> </ul> |
| Compilación ROHS                               | ROHS5   |

**Fuente:** Cisco Systems (2015)

**Tabla 5.** Ficha técnica en Calidad de Servicio (QoS) Switch Cisco Catalyst 4500 Series

| Especificaciones                            | Características  |
|---|--|
| <p>QoS Sofisticado y Gestión de Tráfico</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por puerto de configuración de QoS</li> <li>• Soporte para cuatro colas por puerto en el hardware</li> <li>• Cola de prioridad estricta</li> <li>• IP servicios diferenciados código de punto (DSCP) y precedencia IP</li> <li>• Clasificación y marcado según el tipo de servicio IP (ToS) o DSCP</li> <li>• Clasificación y marcado basada en la capa completa 3 y Capa 4 cabeceras</li> <li>• Entrada y salida de políticas basada en la Capa 3 y cabeceras Capa 4</li> <li>• Soporte para 1024 policers sobre el ingreso y egreso en 1024 policers configurado como agregado o individuo</li> <li>• Gestión de colas de salida Manipulado y compartir</li> <li>• DBL: función abolición de congestión</li> <li>• No hay penalización de rendimiento para las funciones QoS granular</li> <li>• Auto-QoS CLI para implementaciones de VoIP</li> <li>• Por puerto, por VLAN QoS</li> <li>• DBL selectivo</li> </ul>                             |
| <p>Rendimiento Predecible</p>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conmutación de 64 Gbps</li> <li>• Capa de reenvío de hardware 2 a las 48 Mpps</li> <li>• Capa 3 basada en hardware de enrutamiento IP de Cisco Express Forwarding a 48 Mpps</li> <li>• Capa / UDP filtrado basado en hardware TCP 4 a las 48 Mpps</li> <li>• No hay penalización en el rendimiento con la capa avanzada 3 y Capa 4 Servicios habilitado</li> <li>• Aprendizaje basado en software a un ritmo sostenido de 1000 hosts por segundo</li> <li>• Apoyo a 32.768 direcciones MAC</li> <li>• Apoyo a 131.072 entradas en la tabla de enrutamiento (compartido entre unicast y multicast)</li> <li>• Escalabilidad de 4000 puertos virtuales (VLAN de puerto casos)</li> <li>• Ancho de banda de la agregación de hasta 16 Gbps a través de la tecnología Cisco Gigabit EtherChannel</li> <li>• Gestión de multidifusión basado en hardware</li> <li>• ACL basadas en hardware, las ACL del router (RACLs), y VLAN ACL (VACLs)</li> </ul> |

| Especificaciones | Características  |
|------------------|--|
| Gestión Integral | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejable a través de Cisco Network Assistant</li> <li>• Puerto de consola individual y única dirección IP para gestionar todas las funciones del sistema</li> <li>• Gestión de configuración de software, incluyendo el almacenamiento local y remoto</li> <li>• Manejable a través de software de gestión de red CiscoWorks Windows en una base por puerto y por switch, ofreciendo una interfaz de gestión común entre los routers de Cisco, switches y hubs</li> <li>• SNMPv1, v2, v3 y la instrumentación, la entrega de una completa gestión en banda</li> <li>• Consola de administración basada en CLI para proporcionar detallada gestión fuera de banda</li> <li>• Supervisión remota (RMON) agente de software para apoyar cuatro grupos RMON (historial, estadísticas, alarmas y eventos) para mejorar la gestión del tráfico, supervisión y análisis</li> <li>• Soporte para todos los nueve grupos RMON mediante el uso de un analizador de Cisco SwitchProbe (SPAN)</li> <li>• Puerto, que permite la supervisión del tráfico de un puerto único, un grupo de puertos, o todo el cambio de un solo analizador de red o sonda RMON</li> <li>• Análisis de apoyo, incluyendo puerto de entrada, puerto de salida, y VLAN SPAN</li> <li>• Capa 2 Traceroute</li> <li>• Remoto SPAN (RSPAN)</li> <li>• Macros Cisco SmartPort</li> <li>• Filtrado SPAN ACL</li> <li>• Puerto de la CPU SPAN</li> <li>• DHCP de configuración automática de clientes</li> <li>• Mejora de la compatibilidad con SNMP MIB</li> <li>• HTTPS</li> <li>• Reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)</li> <li>• Tarjeta de memoria opcional Compact Flash para almacenar imágenes de software de copia de seguridad y actualizaciones de software fáciles</li> <li>• NetFlow Estadísticas de VLAN (tarjeta de servicios de NetFlow necesario)</li> <li>• Dirección MAC de notificación</li> </ul> |

**Fuente:** Cisco Systems (2015).

## Switch Cisco Catalyst 3750-G/E/X Series

Las características técnicas de este tipo de dispositivos se resumen a continuación:

**Tabla 6.** Especificaciones técnicas generales Switch Cisco Catalyst 3750-G/E/X Series.

| Especificaciones | Descripción  |
|------------------|--|
| Rendimiento      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Switch de 32-Gbps de fábrica.</li> <li>• Pila- tasa de reenvío de 38.7 mpps para 64-byte paquetes.</li> <li>• Tasa de reenvío: 6,5 Mpps (Cisco Catalyst 3750-24TS, 3750-24FS, y 3750-24PS), 13.1 Mpps (Cisco Catalyst 3750-48TS y 3750-48PS), 17,8 Mpps (Cisco Catalyst 3750G-12S), 35.7 (MPPS Cisco Catalyst 3750G-24T), 38,7 Mpps (Cisco Catalyst 3750G-24TS y 3750G-24WS), 35,7 Mpps (Cisco Catalyst 3750G-16TD), 38,7 Mpps (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U), 38,7 Mpps (Cisco Catalyst 3750G- 24PS), 38,7 Mpps (Cisco Catalyst 3750G-48TS), 38,7 Mpps (Cisco Catalyst 3750G-48ps).</li> <li>• 128 MB de DRAM y 16 MB de memoria flash (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, y 3750G-16TD).</li> <li>• 128 MB de DRAM y 32 MB de memoria flash (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U, 3750G-24WS, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48ps, y 3750-24FS).</li> <li>• Configurable hasta 12.000 direcciones MAC (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS- 1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48ps, y 3750G-16TD).</li> <li>• Configurable hasta 20.000 rutas unicast (Cisco Catalyst 3750G-12S) y hasta 11.000 rutas unicast (catalizador 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48ps, y 3750G-16TD).</li> <li>• Configurable hasta 1000 grupos IGMP y rutas de multidifusión (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G -</li> </ul> |

| Especificaciones             | Descripción  |
|------------------------------|--|
|                              | <p>24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48ps, y 3750G-16TD).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidad de transmisión máxima configurable (MTU) de hasta 9000 bytes, con un tamaño máximo de trama de Ethernet de 9018 bytes (marcos jumbo) para salvar a los puertos Gigabit Ethernet, y hasta 1546 bytes para la formación de puentes y de enrutamiento en puertos Fast Ethernet.</li> </ul>   |
| <p>Conectores y Cableado</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertos 10BASE-T: RJ-45 conectores, 2 pares Categoría 3 y 5 par trenzado sin blindaje (UTP) (Cat-3), 4, ó 5 de par trenzado sin blindaje (UTP).</li> <li>• Puertos 100BASE-TX: RJ-45 conectores, 2 pares Cat-5 cableado UTP.</li> <li>• Puertos 100BASE-FX: conectores MT-RJ, 50/125 ó 62,5 / 125 micras de fibra multimodo.</li> <li>• Puertos 1000BASE-T: conectores RJ-45, 2 pares Cat-5 cableado UTP.</li> <li>• Puertos basados en SFP 1000BASE-T: conectores RJ-45, 2 pares Cat-5 cableado UTP.</li> <li>• Puertos basados en SFP • 1000BASE-SX, LX / LH, -ZX, y CWDM: conectores de fibra LC (monomodo o fibra multimodo).</li> <li>• Puertos basado en XENPAK 10GBASE-ER (monomodo).</li> <li>• 10GBASE-LR puertos basado en XENPAK (monomodo).</li> <li>• Cisco StackWise puertos de apilamiento: a base de cobre Cisco StackWise de cableado que también es compatible con el StackWise Plus tecnología en los switches Cisco Catalyst 3750-E de la serie.</li> <li>• Puerto de la consola de administración: cable RJ-45 a DB9 para conexiones de PC.</li> </ul> |
| <p>Conectores de Poder</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los clientes pueden proporcionar alimentación a un interruptor, ya sea mediante el uso de la fuente de alimentación interna o un sistema de alimentación redundante (RPS Cisco 2300 o Cisco RPS 675). Los conectores están situados en la parte posterior del interruptor.</li> <li>• Conector de alimentación interna</li> <li>• La fuente de alimentación interna es una unidad de rango automático.</li> <li>• La fuente de alimentación interna es compatible con voltajes de entrada entre 100 y 240 VCA.</li> <li>• Utilice el cable de alimentación de CA suministrado</li> </ul>  |

| Especificaciones | Descripción   |
|------------------|---|
|                  | <p>para conectar el conector de alimentación de CA a una toma de corriente alterna.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conector RPS Cisco.</li> <li>• El conector ofrece conexión para un Cisco RPS 2300 opcional o RPS 675 que utiliza una entrada de CA y proporciona salida de corriente continua al interruptor.</li> <li>• El conector detecta automáticamente cuando la fuente de alimentación interna de un dispositivo conectado falla y proporciona energía al dispositivo que ha fallado, evitando la pérdida de tráfico de la red.</li> <li>• Sólo el Cisco RPS 2300 (modelo PWR-RPS2300) o el RPS Cisco 675 (PWR675-AC-RPS-N1 =) deben estar unidos al receptáculo redundante de alimentación.</li> </ul> |
| Indicadores      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por puerto LED de estado: la integridad del enlace, personas con discapacidad, la actividad, la velocidad y las indicaciones de dúplex completo.</li> <li>• LED de estado del sistema: Sistema, RPS, e indicaciones de utilización de ancho de banda.</li> </ul>   |

**Fuente:** Cisco Systems (2014).

En cuanto a soporte en Calidad de Servicio de este Switch para campus tenemos:

**Tabla 7.** Ficha técnica en Calidad de Servicio (QoS) Switch Cisco Catalyst 3750 Series

| Especificaciones  | Características  |
|---|--|
| <p align="center"><b>Calidad de Servicio (QoS)<br/>Avanzado</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de pila para calidad de servicio QoS, permitiendo configurarse a través de toda la pila.</li> <li>• Clase de servicio (CoS) 802.1 y servicios diferenciados punto de código se proporciona (DSCP) clasificación del campo, utilizando el marcado y la reclasificación en una base por paquetes por la fuente y la dirección IP de destino, origen y destino de dirección MAC, o Capa de Control de Transmisión 4 Protocolo de datagramas de Protocolo / usuario (TCP / UDP) número de puerto.</li> </ul> |

| Especificaciones   | Características   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de control y plano de Cisco QoS datos ACL en todos los puertos ayudan a asegurar la reproducción adecuada en una base por paquetes.</li> <li>• 4 colas de salida por puerto permiten una gestión diferenciada de hasta 4 tipos de tráfico a través de la pila.</li> <li>• En forma de Round Robin (SRR) de programación ayuda a garantizar la priorización diferencial de los flujos de paquetes de servicio bajo su forma inteligente de colas de entrada y colas de salida.</li> <li>• Ponderado gota de cola (DMT) para evitar la congestión en las colas de entrada y salida antes de que ocurra una interrupción.</li> <li>• Cola de prioridad estricta ayuda a asegurar que los paquetes de mayor prioridad son atendidos por delante del resto del tráfico.</li> <li>• No hay penalización de rendimiento para la capacidad de QoS altamente granulares.</li> </ul> |
| <p style="text-align: center;"><b>Limitación de velocidad granular</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco ha comprometido tasa de información de la función (CIR) proporciona ancho de banda en incrementos tan bajas como 8 Kbps.</li> <li>• Limitante se proporciona sobre la base de la fuente y la dirección IP de destino, origen y destino de dirección MAC, la capa 4 TCP / información de UDP, o cualquier combinación de estos campos, el uso de ACL QoS (ACL IP o MAC ACL), mapas de clase, y mapas de la política de tipos .</li> <li>• Datos asíncrono de bajada y subida desde la estación final o en el enlace ascendente se administran fácilmente usando la directiva de entrada y moldeado saliente.</li> <li>• Hasta 64 agregados o individuales policers están disponibles por Fast Ethernet o puerto Gigabit Ethernet.</li> </ul>  |

**Fuente:** Cisco Systems (2014).